



Analisis Dilatasi pada Beton Bertulang Studi Kasus Rumah Sakit Limbangan

Yuga Pinanggih¹, Dendi Yogaswara²

Jurnal konstruksi
Institut Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email : jurnal@itg.ac.id

¹1711055@itg.ac.id

²dendi.yogaswara@itg.ac.id

Abstrak – Negara Indonesia merupakan negara yang berada pada daerah jalur gempa teraktif di dunia karena berada pada jalur cincin api pasifik. Secara tektonik aktif negara Indonesia sangat memiliki peluang besar terjadi gempa berpotensi besar pada saat sekarang dan pada masa depan. Pergerakan lempeng tektonik mengakibatkan bergesernya permukaan bumi sehingga secara otomatis bangunan yang berdiri di atas permukaan bumi akan mengalami kerusakan fisik bahkan dapat mengakibatkan hal yang sangat fatal seperti membahayakan jiwa manusia. Sebagian besar kerugian materi yang disebabkan oleh gempa adalah kerusakan bangunan terutama bangunan yang tidak simetris yang bangunan nya lebih dari 2 tingkat yang sangat berpotensi besar terjadi perpindahan horizontal pada struktur bangunan. Maka untuk meminimalisir atau mencegah terjadinya perpindahan horizontal pada struktur bangunan harus di beri pemisah struktur yang sering disebut dilatasi supaya dapat mengurangi ketidak beraturan bangunan. Pada penelitian ini di lakukan di bangunan berlayot T dimana bangunan tersebut berada pada daerah rawan gempa yaitu pulau jawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perilaku struktur yang diberi dilatasi sehingga dapat di ketahui besarnya perpindahan horizontal bangunan yang mengakibatkan benturan antar bangunan, jarak dilatasi yang efektif digunakan di daerah rawan gempa dan perhitungan penulangan elemen balok, kolom di sekitar dilatasi. Analisa dilakukan dengan memisahkan bangunan yang menjadi 3 bangunan yaitu bangunan 1a, 1b, dan 1c. dengan dipisah menggunakan balok kanti lever. Bangunan masing-masing terdiri dari 3 lantai dan tinggi antar lantai 4 meter. Untuk mempermudah penelitian ini digunakan software analisis struktur yaitu Etabs. Data gempa yang digunakan mengacu pada time history kota Garut. Detail perhitungan tulangan mengacu pada peraturan SNI 2847-2013 dan SNI 2847-2019. Hasil perpindahan yang dari nilai analisis struktur kurang dari 10cm sehingga dilatasi yang di rencanakan aman digunakan.

Kata Kunci – Bangunan Asimetris; Dilatasi Bangunan; Etabs; Gempa Bumi.

I. PENDAHULUAN

Gempa bumi diartikan sebagai suatu getaran yang berasal dari adanya pergerakan lempeng tektonik di bawah permukaan bumi. dan juga merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di beberapa tahun terakhir ini terutama di sepanjang jalur tektonik aktif. Negara Indonesia merupakan Negara yang menjadi titik pertemuan tiga lempeng utama dunia yaitu lempeng indoaustralia, pasifik, dan Eurasia sehingga sering terjadi gesekan lempengan bumi [1]. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) mencatat selama Januari hingga Juni 2021, terjadi 4.701 kali gempa bumi di wilayah Indonesia [2]. Dari pernyataan tersebut Indonesia termasuk kawasan seismik yang beresiko terjadi bencana gempa sangat tinggi saat ini [3]. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) menjelaskan bahwa, jawa barat memang menjadi daerah dengan aktivitas gempa bumi paling aktif di pulau jawa [4]. Hal ini dikarenakan Jawa barat berada di dekat sumber gempa

bumi, yaitu di laut selatan. Berdasarkan catatan BMKG setidaknya satu kali sehari terjadi gempa walaupun dalam skala kecil [5].

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 [6]. Getaran yang diakibatkan oleh beban gempa sangat berpengaruh terhadap perilaku struktur bangunan contohnya pada bangunan yang tidak simetris [7]. Bangunan yang tidak simetris 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 [8]. Solusi yang bisa dilakukan atau dikerjakan untuk mengurangi dampak puntir yaitu dengan memberi alat pemisah elemen struktur atau yang sering disebut Dilatasi [9]. Setelah dilakukan pemberian alat pemisah elemen struktur maka dapat dianalisis bangunan mengalami benturan atau tidak dan juga dapat mengetahui tulangan yang ideal atau efektif digunakan pada bangunan tersebut [10].

Berdasarkan uraian latar belakang diatas dapat dirumuskan masalah analisis dilatasi pada bangunan rumah sakit limbangan dan menentukan tulangan yang efektif disekitar area dilatasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis jarak dilatasi yang aman digunakan yang mengacu pada beban time history Kabupaten Garut. Jarak Dilatasi direncanakan mengacu dari nilai perpindahan horizontal bangunan yang telah dipisah dengan struktur serta dapat diketahui penulangan yang efektif dipakai di daerah yang beresiko terjadinya gempa [11].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan kali ini termasuk kedalam penelitian dengan menggunakan metode kuantitatif karena pada dasarnya menggunakan teori yang ada sebagai acuan guna melakukan penelitian serta membuktikannya melalui percobaan sehingga di dapatlah hasil yang sudah sesuai dengan prosedur dari teori yang ada. Tahapan pada penelitian hal ini disajikan dalam bagan alir guna memperjelas langkah pengerjaannya, alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, sebagai berikut [6]:



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

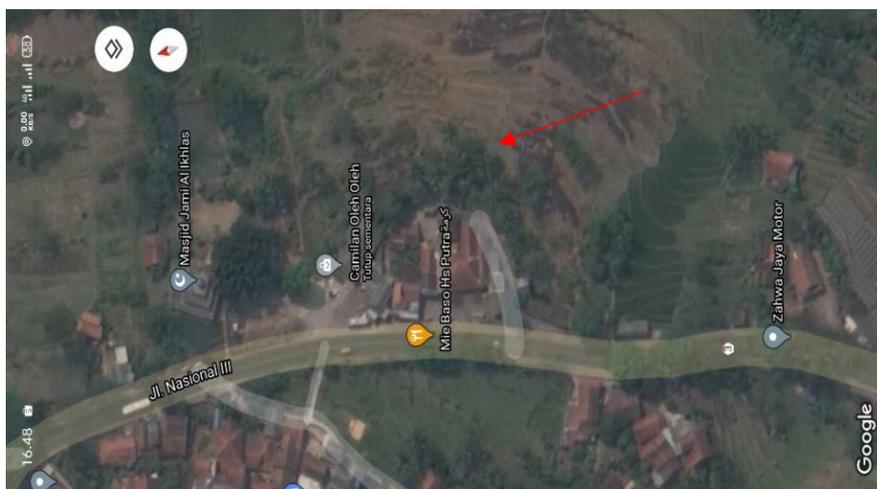
B. Tahapan penelitian

Studi literatur berisi pembahasan terkait dengan teori-teori yang berkaitan dengan dasar pemikiran penulisan Tugas Akhir. Tujuan dari study literatur agar analisis dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah.

1. *Preliminary design*
Dengan berpedoman terhadap dan SNI 2847:2019 Preliminary design ini bertujuan merancang dimensi elemen struktur.
2. Permodelan struktur
Permodelan struktur secara 3 dimensi menggunakan software rekayasa struktur yaitu ETABS model 1 adalah model ber layout T secara utuh sedangkan model 1c, 1b, dan model 1c dengan menggunakan dilatasi.
3. Menghitung dan menginput data pembebanan
Pembebanan struktur yang di hitung yaitu beban hidup, beban mati, hujan, angin, dan beban gempa. Kemudian pembebanan akan di input ke software Etabs dengan mengacu pada SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019.
4. Analisis Benturan Antar Bangunan
Benturan antar bangunan dijelaskan berdasarkan peraturan SNI 1726:2019.
5. Menentukan Jarak Dilatasi
Berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 bentang pemisahan struktur antara bangunan yang dipisah mampu diperhitungkan.
6. Desain Penulangan
Dengan berpedoman pada peraturan dari SNI 2847:2019. Perhitungan jumlah tulangan yang efektif digunakan terhadap balok dan kolom.
7. Kesimpulan dan Saran
Tahapan terakhir adalah melakukan penarikan kesimpulan hasil analisis struktur pada ke 3 pemodelan. Hasil efektivitas penggunaan dilatasi balok kanti lever pada proyek pembangunan rumah sakit limbangan dari penelitian di dapat kesimpulan dan beserta saran untuk penelitian berikutnya.

C. Lokasi Penelitian

Studi ini mengambil lokasi Proyek pembangunan Rumah Sakit Limbangan karena Rumah Sakit Limbangan berada pada daerah rawan gempa dan sering terjadi longsor sehingga mempengaruhi kekuatan struktur tersebut. Rumah Sakit Limbangan terletak di Desa Banen, Kecamatan Blubur limbangan, Kabupaten Garut yang dapat dilihat pada Gambar dibawah ini;

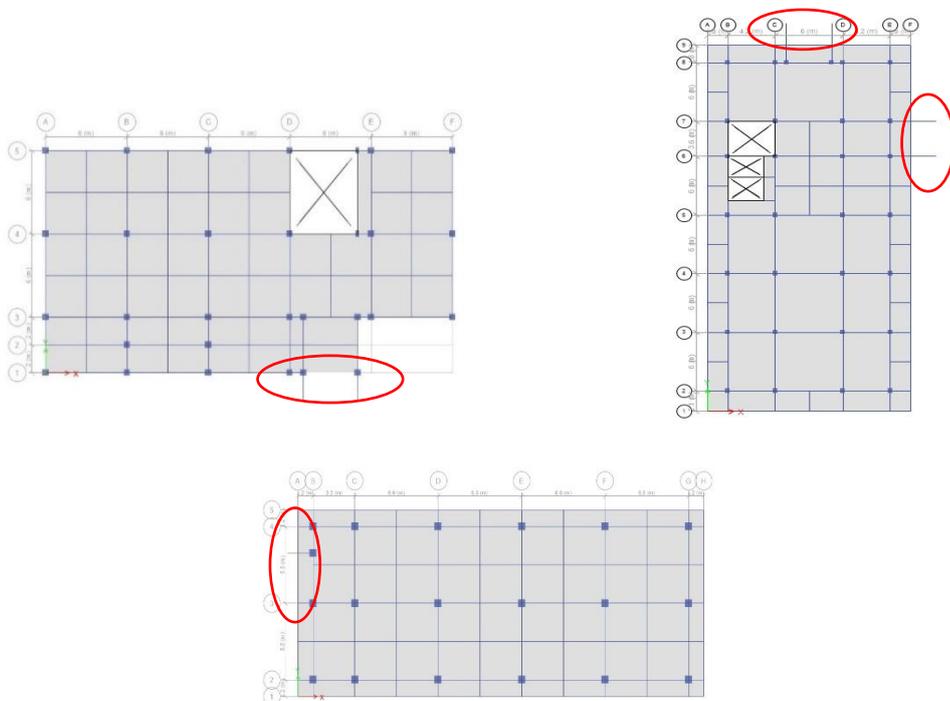


Gambar 2: Peta Lokasi Studi

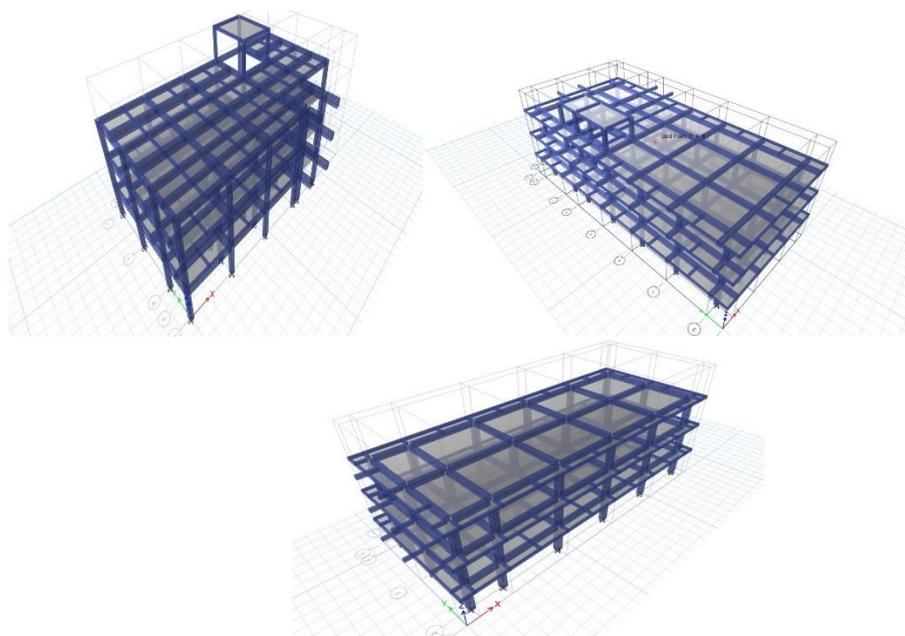
III. HASIL DAN DISKUSI

A. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur di modelkan menggunakan program rekayasa struktur yaitu Etabs versi 2016. Penelitian ini dimodelkan bangunan berlayout T secara terpisah untuk lebih jelas nya dapat dilihat pada gambar di bawah ini;



Gambar 3: layout model 1a, 1b, 1c



Gambar 4: Pemodelan struktur untuh bangunan ber-layout T Model 1a, 1b, 1c

B. Karakteristik bangunan

1. Tinggi lantai 1-3 : 4 m
2. Dimensi elemen struktur
 - Balok utama : 600 mm x 40 mm
 - Balok anak dan balok kantilever : 400 mm x 200 mm
 - Kolom bangunan 1c : 550 mm x 550 mm
 - Kolom bangunan 1a, 1b : 450 mm x 450 mm
3. Dimensi pelat lantai : 120mm
4. Spesifikasi material
 - Mutu baja : 390 MPa
 - Mutu beton (kolom, balok, pelat) : 30 Mpa

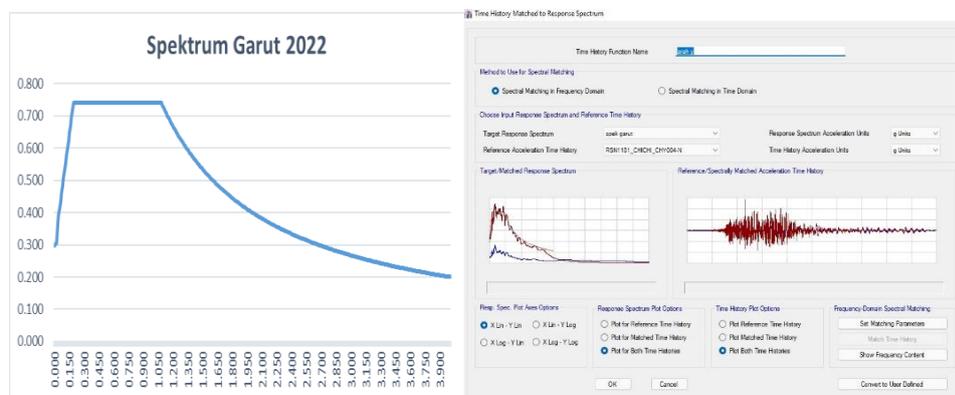
C. Pembebanan

1. Beban Gravitasi
 - a. Beban mati
 Nilai beban mati tergantung pada berat jenis dari material yang di pakai. Berikut berat jenis material yang di pakai dalam perhitungan baban mati:

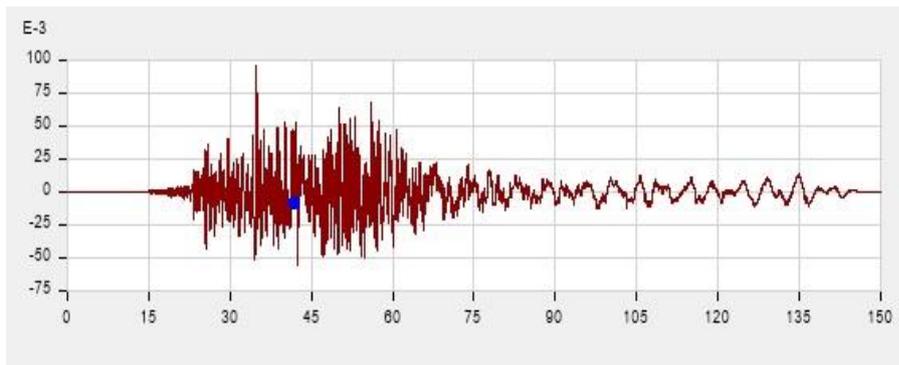
Tabel 1: Beban mati yang bekerja pada struktur bangunan

Tipe Beban	Besar beban
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Dinding dari pasangan setengah bata (lestari, 2019)	250 kg/m ²
Dinding partisi	20 kg/m ²
Plafond (termasuk rangka plafond dan penggantung)	20 kg/m ²
Instalasi MEP (Mekanikal, Elektrikan, Plumbing)	25 kg/m ²
Adukan semen	21 kg/m ²
Water proofing	14 kg/m ²
Penutup lantai (keramik)	24 g/m ²

- b. Beban hidup
 Baban hidup pada penelitian ini digunakan beban hidup bangunan perkantoran yaitu 250 kg/m² yang diterapkan untuk setiap lantai dak beton beban hidup yang digunakan senilai 96 kg /m². Perhitungan beban hidup ini berpedoman pada SNI 1727 2020 [12].
- c. Beban gempa



Gambar 5: Pendekatan Respons Spektrum terhadap Time History



Gambar 6: Time History untuk Kota Garut Kelas SE (Tanah Lunak)

D. Kategori Desain Seismik

Kategori desain seismik dapat di lihat di peraturan SNI 1726-2019 sebagai berikut;

Table 2: desain spectra Garut Indonesia

Nilai	Variable	Nilai	Variable
PGA	0.362	PSA	0.367
S_S	1.119	S_{MS}	1.255
S_1	0.4578	S_{M1}	1.2
C_{as}	0.995	S_{DS}	0.722
C_{ri}	0.939	S_{D1}	0.64
F_{PGA}	1.015	T_o	0.191
F_A	0.9	T_S	0.956
F_V	2.4		

Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek SDS diketahui 0,722 sehingga berdasarkan tabel kategori resiko di SNI 1726 diperoleh bahwa bangunan ini berada pada Resiko IV dan KDS D.

E. Periode Struktur dan Jarak pemisah struktur

1. Periode struktur

Dari hasil Analisa menggunakan Software Etabs di peroleh Periode alami struktur dan displacement sebagai berikut:

Tabel 3: Periode Struktur

mode	Periode Struktur		
	Periode (Sec)		
	Model 1a	Model 1b	Model 1c
1	0.602	0.555	0.515
2	0.547	0.476	0.478
3	0.516	0.75	0.42
4	0.378	0.278	0.164
5	0.287	0.274	0.154
6	0.277	0.242	0.135
7	0.183	0.178	0.088
8	0.167	0.173	0.085
9	0.162	0.154	0.076

Periode Struktur			
mode	Periode (Sec)		
	Model 1a	Model 1b	Model 1c
10	0.105	0.151	0.054
11	0.1	0.145	0.05
12	0.094	0.131	0.044

Pada prinsipnya, periode struktur adalah getar struktur atau produk dari massa dan kekakuan, yang mana tidak bisa didapat jika struktur belum selesai dirancang. Tabel di atas menunjukkan rekap antara hasil dari software ETABS dan perhitungan manual seperti bangunan 1a dengan hasil T (ETABS) 0.602 dan hasil perhitungan manual 0.611 nilai dari ETABS tidak lebih dari nilai perhitungan manual sehingga bisa dikatakan sesuai dengan yang di tetapkan.

2. Jarak pemisah atau displacement

Displacement adalah simpangan struktur yang di ukur dari dasar lantai atau utuh satu bangunan.

Tabel 4: Displacement bangunan akibat gempa arah x

Lantai	Displacement Bangunan 1 a			Displacement Bangunan 1 b			Displacement Bangunan 1 c		
	63.6	47.9	35.2	63.6	47.9	35.2	63.6	47.9	35.2
Lt atap	11.621	8.634	6.069	7.942	22.548	-19.984	7.974	6.936	-0.678
Lt 2	8.835	6.139	4.381	1.106	2.178	-29.161	5.849	4.885	-0.589
Lt 1	4.149	2.669	1.916	0.462	0.831	-13.048	2.56	2.045	-0.313
Lt dasar	0	0	0	0	0	0	0	0	0

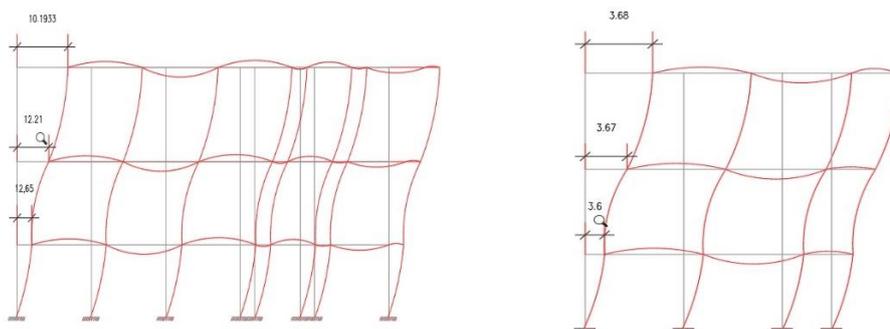
Tabel 5: Displacement bangunan akibat gempa arah y

Lantai	Displacement Bangunan 1 a			Displacement Bangunan 1 b			Displacement Bangunan 1 c		
	63.6	47.9	35.2	63.6	47.9	35.2	63.6	47.9	35.2
Lt atap	2.472	7.639	13.168	32.258	8.611	-39.446	1.456	6.001	12.432
Lt 2	1.852	2.066	3.781	6.027	6.701	-17.828	1.552	6.932	9.173
Lt 1	1.083	1.028	2.058	2.721	5.876	-2.988	0.408	1.783	4.081
Lt dasar	0	0	0	0	0	0	0	0	0

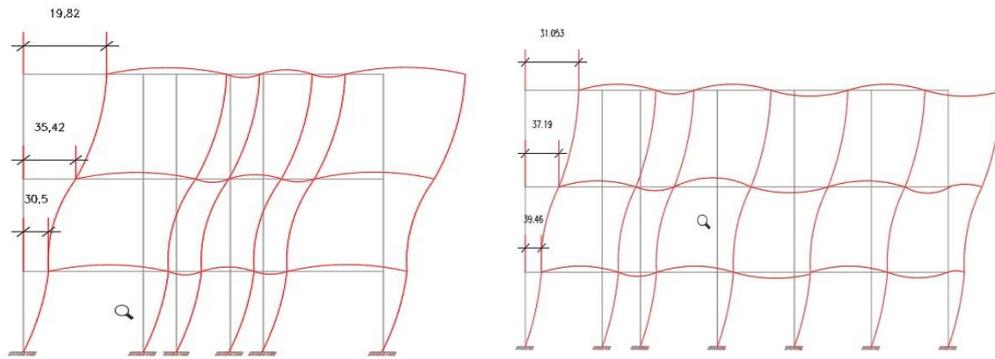
Kedua tabel di atas menunjukkan displacement bangunan akibat beban gempa arah x dan arah y. Dari kedua tabel di atas dapat disimpulkan bahwa tidak ada bangunan yang melebihi jarak dilatasi yang direncanakan yaitu 10 cm yang mana nilai terbesar terdapat pada displacement bangunan 1b Lt atap detik ke 35.2 sebesar 39.44 akibat gempa arah y.

F. Simpangan antar lantai

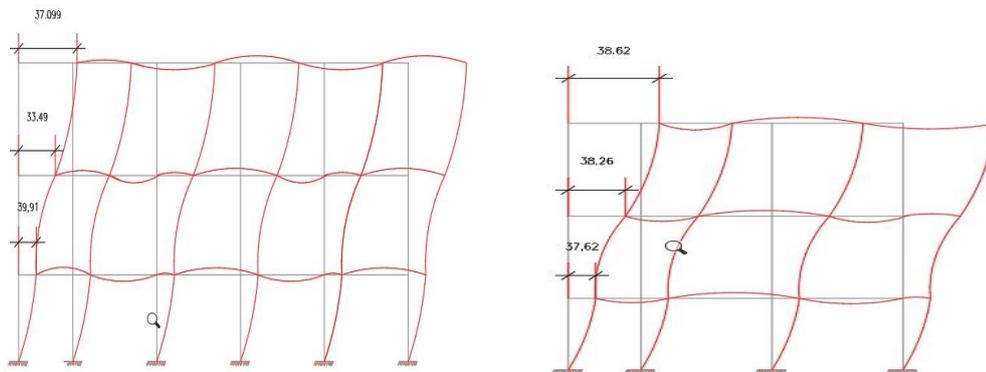
Peraturan gempa SNI 1726 2019 menjelaskan bahwa simpangan antar lantai tingkat desain ditentukan berdasarkan penentuan simpangan antar lantai, parameter respon ragam, atau harus lebih kecil dari simpangan izin.



Gambar 7: Simpangan antar lantai bangunan 1a arah x dan y



Gambar 8: Simpangan antar lantai bangunan 1b arah x dan y



Gambar 9: Simpangan antar lantai bangunan 1c arah x dan y

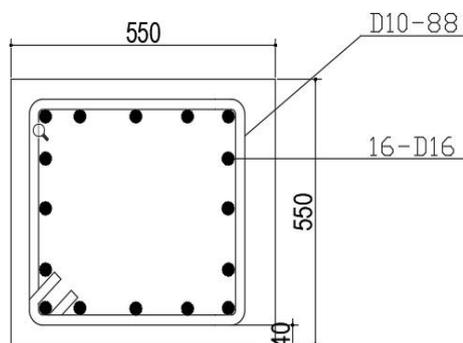
Dari gambar diatas tidak ada lantai yang melebihi simpangan izin yaitu sebesar 40mm baik dari bangunan 1a, 1b, dan 1c yang mana ketentuan tersebut sesuai dengan SNI 1726-2019.

G. Desain Elemen Struktur Disekitar Dilatasi

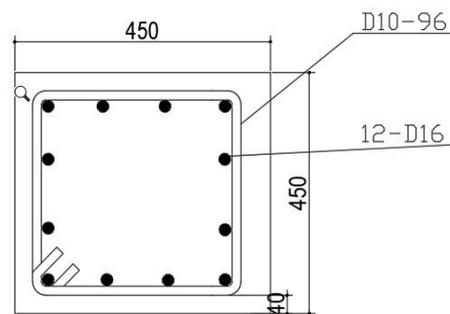
Untuk menentukan tulangan balok dan kolom sekitar area dilatasi di perlukan gaya dalam yang di dapatkan dari program analisis struktur ETABS

1. Penulangan kolom 550mm x 550mm dan 450mm x 450mm

TULANGAN KOLOM 550 X 550



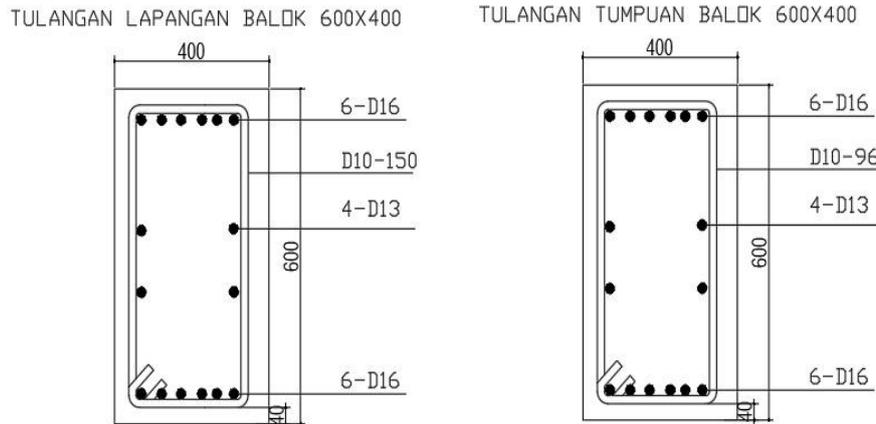
TULANGAN KOLOM 450 X 450



Gambar 10: Penulangan kolom 550mm x 550mm dan 450mm x 450mm

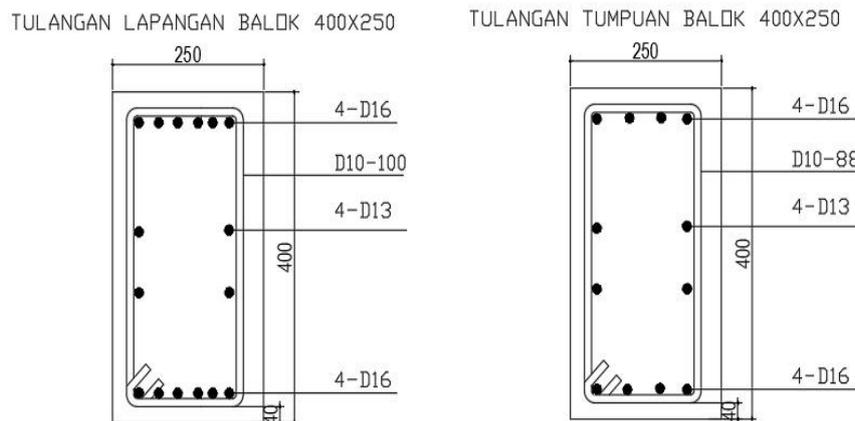
Untuk penulangan kolom 550mm x 550mm didapat dari perhitungan dan output gaya dalam dari ETABS didapat untuk tulangan pokok 16-d16 dan untuk sengkang didapat d16-88mm. Untuk 450mm x 450mm didapat tulangan pokok 12-d16 dan untuk sengkang d10-96

2. Penulangan balok 600mmx 400mm dan balok kantilever 400mm x 250mm



Gambar 11: Penulangan balok 600mmx 400mm

Untuk penulangan penulangan balok 600mmx 400mm didapat dari perhitungan dan output gaya dalam dari ETABS didapat untuk tulangan pokok 18-d16 dan untuk sengkang didapat d10-150mm tulangan lapangan. untuk tulangan tumpuan pokok 18-d16 dan untuk sengkang d10-96.



Gambar 12: balok kantilever 400mm x 250mm

Untuk penulangan balok kanti lever 400mm x 250mm didapat dari perhitungan dan output gaya dalam dari ETABS didapat untuk tulangan pokok 12-d16 dan untuk sengkang didapat d10-100mm tulangan lapangan. untuk tulangan tumpuan pokok 12-d16 dan untuk sengkang d10-88mm.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan berdasarkan peraturan gempa SNI 1726-2019 perioda yang diperoleh dari ketiga model struktur berada antara batas atas dan batas bawah perioda yang di syaratkan dimana batas bawah perioda yang disyaratkan sebesar 0.436 detik dan batas atas perioda yang disyaratkan sebesar 0,611 detik. Adapun nilai perioda yang didapatkan pada bangunan 1a adalah sebesar 0.602 detik, 0.555 detik untuk bangunan 1b, dan untuk bangunan 1c adalah 0.515 detik. Dari hasil analisis bangunan yang di dapat untuk bangunan 1a, 1b, dan 1c didapatkan perpindahan elastic antara ke 3 bangunan yang berbeda arah gerak pada detik ke 63.6 untuk bangunan 1a di dapat 11.61 mm, untuk bangunan 1b di dapat 7.94mm, dan untuk 1c 7.97mm. Dengan hal tersebut dapat di simpulkan bahwa total perpindahan tidak melebihi jarak dilatasi yang sebelumnya telah direncanakan yaitu 10 cm maka dilatasi yang direncanakan sebelumnya telah efektif di gunakan di daerah yang sangat beresiko terkena gempa tinggi.

Dari perhitungan penulangan yang mengacu pada SNI 2847-2013 dan SNI 2847-2019 di peroleh tulangan longitudinal pada bangunan 1a dan 1b dengan kolom 450mm x 450mm didapat 12D16 dan untuk kolom 550mm x 550mm pada bangunan 1c didapat 16D16. Untuk tulangan balok 600mmx 400mm didapat longitudinal tumpuan atas 6D16, tengah 4D13, bawah 6D16 dan untuk sengkang tumpuan D10-96mm, untuk lapangan D10-150mm, untuk balok kantilever tulangan longitudinal tumpuan dan lapangan atas 4D 16, tengah 4D13, bawah 4D16. Untuk sengkang tumpuan D10-88mm dan lapangan D10-100mm.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka saran yang dapat disampaikan perencanaan dapat dilanjutkan dengan pemodelan yang lain seperti bangunan berlayout H agar mendapatkan simpangan yang bervariasi. Perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan software analisis struktur yang lain seperti SAP 2000. Perencanaan dapat dilakukan dengan menggunakan peraturan gempa yang lain seperti peraturan yang ada di luar negara.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Prihandoyo, "Evaluasi Pengaruh Dilatasi pada Gedung Baja Empat Lantai Terhadap Beban Gempa menggunakan Metode Statik Pushover," 2014.
- [2] B. S. Nasional and B. S. Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung," 2012.
- [3] J. Teknik, S. Fakultas, T. Universitas, and S. Ageng, "ANALISIS PERILAKU STRUKTUR GEDUNG LAB TERPADU UNTIRTA BERDASARKAN PERATURAN SNI 1726 : 2012," vol. 7, no. 1, 2018.
- [4] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain," 2013.
- [5] A. Perbandingan, E. Penggunaan, P. Proyek, G. Parkir, B. Kampus, and B. U. Airlangga, *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*. 2021.
- [6] G. Turuallo and U. Tadulako, "Analisis Struktur Baja Tahan Gempa dengan Sistem SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) Berdasarkan SNI 1729 : 2015 dan SNI," no. September, 2020, doi: 10.22487/renstra.v1i2.24.
- [7] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung," 2013.
- [8] "PENGARUH DILATASI TERHADAP PERILAKU STRUKTUR GEDUNG R. SOEGONDO FAKULTAS ILMU BUDAYA UNIVERSITAS GADJAH MADA NUR KHOLIQ P C N, Dr. Ing. Ir. Djoko Sulistyono," p. 333704, 2016.
- [9] T. History, "Studi Perbandingan Pembebanan Gempa Statik Ekuivalen dan Dinamik Time History pada Gedung Bertingkat di Yogyakarta," vol. 18, no. 2, pp. 190–199, 2015.
- [10] *Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*. 1983.
- [11] R. Fauziah, "Studi Perbandingan pembebanan gempa static ekuivalen dan dinamik time history pada gedung bertingkat di yogyakarta," p. 12, 2017.
- [12] "Analisa Simpangan Pada Struktur Gedung 10 lantai Menggunakan SNI 03-1726-2002 dan RSNI 03-1726-2019," *Soelarso, Zulmahdi*, p. 10, 2015.