

STUDI REDESAIN STRUKTUR ATAS DENGAN DILATASI DAN TANPA DILATASI TERHADAP DENAH GEDUNG TIDAK BERATURAN BENTUK U

*(Studi Kasus : Gedung Asrama SMAN 2 Taruna Bhayangkara – Genteng,
Banyuwangi)*

Eka Yunia Handayani
Dosen Pembimbing :

Ir. Pujo Priyono, MT. ; Adhitya Surya Manggala, ST., MT.

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia
Email : ekayunia6@gmail.com

RINGKASAN

Gedung SMAN 2 Taruna Bhayangkara, Genteng, Banyuwangi merupakan bangunan tidak beraturan berbentuk U yang dirancang dengan menggunakan sistem dilatasi dua kolom dengan jarak 5 cm pada titik kolom penghubung bangunan induk dan bangunan sayap. Berdiri di atas kelas situs tanah keras, maka penerapan dilatasi ini dimungkinkan akan mengakibatkan benturan antar dua kolom yang berdampingan saat terjadi gempa dan dikhawatirkan dapat mengakibatkan kerusakan struktural maupun nonstruktural apabila jarak dilatasi tersebut tidak tepat.

Berdasarkan hal tersebut, akan dianalisis pemodelan struktur gedung dengan penerapan dilatasi dan tanpa penerapan dilatasi menggunakan program bantu *SAP2000 Ver.19*. Didapatkan nilai ratio kapasitas (PMM Ratio) dengan penambahan beban gempa pada struktur. Hasil analisa menunjukkan bahwa, deviasi (%) pada pemodelan struktur gedung tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan dilatasi mengalami peningkatan sebesar 10,21% dengan angka ratio kapasitasnya sebesar 0,319 yang dapat diartikan bahwa penerapan tanpa dilatasi mungkin dapat membahayakan struktur gedung, namun dikarenakan angka tersebut masih di bawah angka 1, dimana syarat $R < 1$ untuk angka rati kapasitas.

Kata Kunci: Gedung SMAN 2 Taruna Bhayangkara Genteng, Dilatasi, Ratio Kapasitas

SUMMARY

The building of SMAN 2 Taruna Bhayangkara, Genteng, Banyuwangi is a U-shaped irregular building designed using a two-column dilatation system with a distance of 5 cm at the point of the connecting column of the main building and the wing building. Standing on a class of hard ground sites, the application of this dilatation is possible to cause collisions between two columns side by side during an earthquake and it is feared that it can cause structural and nonstructural damage if the dilatation distance is not right.

Based on this, building structure modeling will be analyzed with the application of dilatation and without the application of dilatation using the *SAP2000 Ver.19* auxiliary program. The capacity ratio value (PMM Ratio) is obtained by adding the earthquake load on the structure. The results of the analysis show that, the deviation (%) in the modeling of building structures without dilatation to modeling with dilatation has increased by 10.21% with a capacity ratio of 0.319 which can be interpreted to mean that the application without dilatation may be able to harm the building structure, but because the figure is still below number 1, where the requirement $R < 1$ for the rati capacity number.

Keywords: *SMAN Building 2 Cadet Bhayangkara Tile, Dilatation, Capacity Ratio*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gedung asrama SMAN 2 Taruna Bhayangkara Genteng merupakan bangunan tidak beraturan berbentuk U yang dirancang dengan menggunakan sistem dilatasi dua kolom pada titik penghubung bangunan sayap dan bangunan induk. Berdiri di atas tanah yang tergolong tanah keras. Dengan penerapan adanya dilatasi dua kolom ini, dimungkinkan akan terjadi benturan antar kolom yang berdampingan jika terjadinya gempa dan mengakibatkan kerusakan struktural maupun nonstruktural apabila jarak pemisah antar kolom yang berdekatan tersebut tidak tepat.

Berdasarkan penelitian ini, akan dihasilkan hasil redesain gedung bertingkat dua lantai pada bangunan tidak beraturan berbentuk U dengan tanpa penerapan dilatasi pada elemen kolom gedung tersebut. Hasil penelitian selanjutnya yaitu hasil dari analisis kekuatan kolom dua desain gedung, didapat angka ratio kapasitas kolom (PMM Ratio) dan kemudian dapat ditarik kesimpulan untuk mendapatkan desain struktur kolom mana yang lebih kuat antara desain gedung dengan penerapan dilatasi atau tanpa dilatasi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana meredesain struktur gedung tanpa penerapan dilatasi pada gedung tidak beraturan bentuk U?
2. Bagaimana menghitung perbandingan pengaruh kinerja kolom ketika diterapkan dilatasi dan ketika tanpa penerapan dilatasi berdasarkan hasil analisis yang didapat?
3. Bagaimana mendesain alternatif penampang kolom apabila penerapan dilatasi dan tanpa dilatasi dapat membahayakan untuk struktur gedung tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Meredesain struktur gedung tanpa penerapan dilatasi pada gedung tidak beraturan bentuk U.
2. Menghitung perbandingan pengaruh kinerja kolom ketika diterapkan dilatasi dan ketika tanpa penerapan dilatasi berdasarkan hasil analisis yang didapat.
3. Mendesain alternatif penampang kolom apabila penerapan dilatasi dan tanpa dilatasi dapat membahayakan untuk struktur gedung tersebut.

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya permasalahan dan keterbatasan penulis, perlu adanya batasan – batasan masalah, yang diuraikan sebagai berikut :

1. Bangunan yang akan dianalisis adalah bangunan tidak beraturan berbentuk U dan fungsi gedung merupakan gedung asrama..
2. Peraturan gempa yang digunakan yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2019).
3. Peraturan struktur yang digunakan yaitu Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019).
4. Peraturan pembebanan dan kombinasi pembebanan yang digunakan yaitu Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (PPPURG 1987 dan SNI 1727:2020).
5. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dengan program bantu SAP2000 v.19..
6. Tidak mendesain struktur pondasi.
7. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Gedung

Gedung dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori berdasarkan tinggi dan konfigurasi. Klasifikasi gedung dapat diuraikan sebagai berikut :

- a. Klasifikasi gedung berdasarkan ketinggian menurut Peraturan Menteri Tahun 2007, sebagai berikut :

1. Bangunan gedung bertingkat tinggi dengan jumlah lantai lebih dari 8 (delapan) lantai;
2. Bangunan gedung bertingkat sedang dengan jumlah lantai 5 (lima) lantai sampai dengan 8 (delapan) lantai; dan
3. Bangunan gedung bertingkat rendah dengan jumlah lantai 1 (satu) lantai sampai dengan 4 (empat) lantai.

- b. Klasifikasi gedung berdasarkan konfigurasi horizontal dan vertikal.

Pembagian ketidakberaturan gedung diatur dalam SNI 1726-2002. Adapun penggolongannya adalah sebagai berikut :

1. Struktur gedung beraturan :

Struktur gedung beraturan harus memenuhi ketentuan SNI 03-1726-2002 Pasal 4.2.1. pengaruh

gempa rencana struktur gedung dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga dapat menggunakan analisa statik ekuivalen.

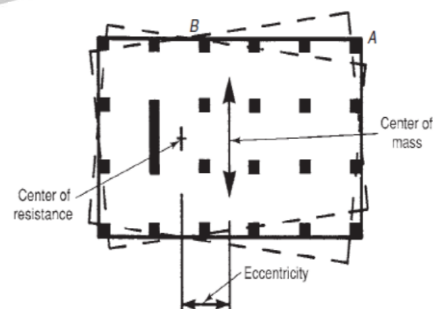
2. Struktur gedung tidak beraturan :

Struktur gedung yang tidak memenuhi syarat struktur gedung beraturan yang terdapat pada SNI 03-1726-2002 Pasal 4.2.1 menggunakan beban dinamik, sehingga menggunakan analisa respon dinamik. Analisis respon dinamik menggunakan 2 metode, yaitu analisis respon spektrum dan analisis respon dinamik riwayat gempa (*time history*).

Untuk meningkatkan kekakuan lateral, sistem struktur horizontal (penahan beban lateral) yang biasa digunakan antara lain : portal penahan momen (*Momen Resisting Frames*), rangka pengaku (*Braced Frames*), dan dinding geser (*Shear Wall*). Portal penahan momen terdiri dari komponen (subsistem) horizontal berupa balok dan komponen vertikal berupa kolom yang dihubungkan secara kaku (*rigid joints*).

Kekuatan portal tergantung pada dimensi balok dan kolom, serta proporsional terhadap jarak lantai ke lantai dan jarak kolom ke kolom.

Bangunan sebaiknya dirancang beraturan, jika tidak maka perlu jarak antara pusat massa, titik dimana beban gempa bekerja pada lantai, dan pusat kekakuan diminimalkan. Jika terjadi eksentrisitas seperti yang tergambar pada gambar 2.1, bangunan akan mengalami defleksi torsional seperti yang terlihat, sehingga kolom pada titik A akan mengalami gaya geser yang lebih besar dari kolom di titik B. Lokasi dari pusat kekakuan dipengaruhi oleh elemen pengaku struktural dan nonstruktural. Tidak beraturan torsi terjadi ketika drift maksimum antar tingkat pada salah satu ujung bangunan, lebih dari 1,2 kali dari drift rata-rata pada lantai yang sama (Wight dan Macgregor 2012:1034).

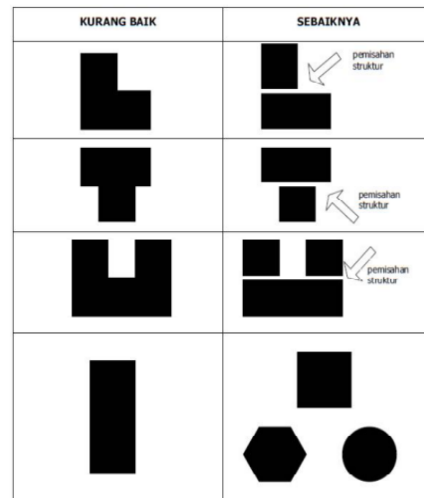


Gambar 2.1 Eksentrisitas dari Gaya Gempa
Sumber : Wight dan Macgregor (2009:824)

2.2 Pemisahan Bangunan (Dilatasi)

Dilatasi merupakan sistem pemisahan bangunan yang sering diterapkan pada bangunan tidak beraturan, yang dimaksudkan untuk menghindari keretakan pada bangunan yang ditimbulkan oleh beban vertikal dan beban horizontal. Misalnya efek gempa bumi, kondisi tanah yang labil dan pergeseran tanah.

Dilatasi baik digunakan pada pertemuan antara bangunan yang rendah dengan bangunan yang tinggi, antara bangunan induk dengan bangunan sayap, dan bagian bangunan lain yang mempunyai kelemahan geometris. Di samping itu, bangunan yang sangat panjang tidak dapat menahan deformasi akibat penurunan fondasi dan gempa, karena keseluruhan gaya yang sangat besar pada dimensi bangunan yang panjang, dan menyebabkan timbulnya retakan atau keruntuhan struktural. Oleh karena itu, suatu bangunan yang besar perlu dibagi menjadi beberapa bangunan yang lebih kecil, dimana setiap bangunan dapat bereaksi secara kompak dan kaku dalam menghadapi pergerakan bangunan yang terjadi (Juwana 2005:51).



Gambar 2.3 Pemisahan Struktur pada Bangunan Tidak Beraturan

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 29/PRT/M/2006

Konfigurasi tidak simetris dapat menyebabkan kerusakan yang pada umumnya terjadi pada pojok-pojok bangunan, pemisahan massa gedung tersebut atas bagian-bagian yang lebih kecil akan memungkinkan masing-masing bagian gedung bergetar sendiri-sendiri pada saat mengalami beban gempa. Gedung yang didesain saling berdekatan harus mempunyai jarak pemisah yang cukup, sehingga dapat dengan bebas bergetar pada ragam alaminya, tanpa saling bertumbukan.

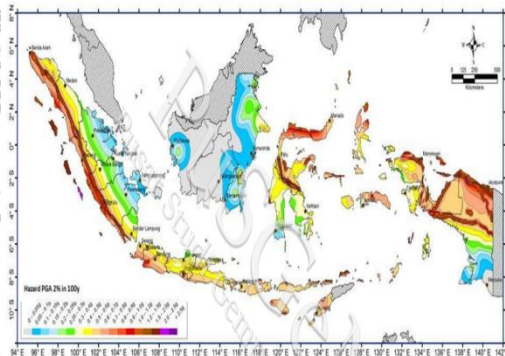
2.3 Struktur Bangunan Tahan Gempa

Menurut Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa (2006), bahwa taraf keamanan minimum untuk bangunan gedung dan rumah tinggal yang masuk dalam kategori bangunan tahan gempa, yaitu yang memenuhi ketentuan berikut :

1. Bila terkena gempa bumi sedang, bangunan tersebut boleh rusak pada elemen-elemen non struktural, tetapi tidak boleh rusak pada elemen-elemen struktural.
2. Bila terkena gempa bumi yang sangat kuat, bangunan tersebut tidak boleh runtuh baik sebagian maupun seluruhnya, bangunan tersebut tidak boleh mengalami kerusakan yang tidak dapat diperbaiki, bangunan tersebut boleh mengalami kerusakan tetapi kerusakan yang terjadi harus dapat diperbaiki dengan cepat sehingga dapat berfungsi kembali.

Pembagian wilayah gempa dibagi menjadi sebagai berikut (Purwono, 2003) :

1. Wilayah gempa 1 dan 2 (resiko gempa rendah), desain menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa dan dinding struktur dengan beton biasa.
2. Wilayah gempa 3 dan 4 (resiko gempa sedang), dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah dan Sistem Dinding Struktur Biasa (SDSB) dengan beton tanpa detailing khusus.
3. Wilayah gempa 5 dan 6 (resiko gempa tinggi), dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus dengan beton khusus.



Gambar 2.8 Peta Percepatan Puncak Batuan Dasar Untuk Probabilitas terlampaui 2% dalam 100 Tahun
Sumber : Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017

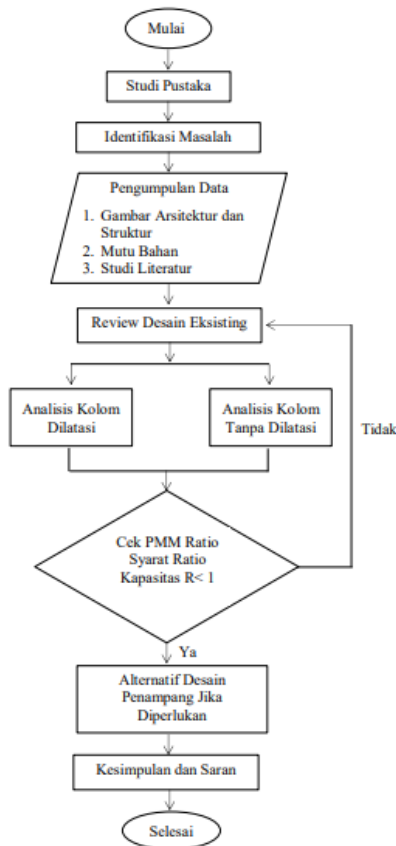
2.4 Pembebanan

Dalam melakukan analisis desain suatu struktur, diperlukan adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur (Schodek, 1998).

Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung Tahun 1987, diuraikan mengenai pengertian beban-beban yang bekerja pada struktur sebagai berikut :

1. Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut.
2. Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung tersebut, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap.
3. Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara.
4. Beban gempa ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa yang terjadi. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka gaya-gaya di dalam struktur yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa.
5. Beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan fondasi, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

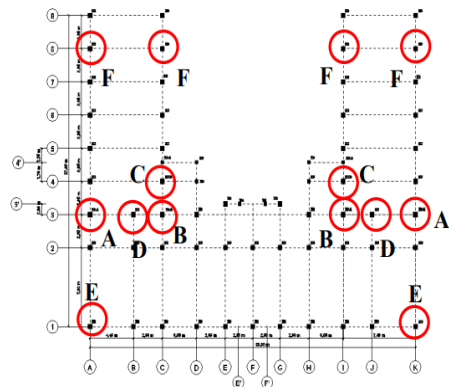


Gambar 3.1 Flowchart

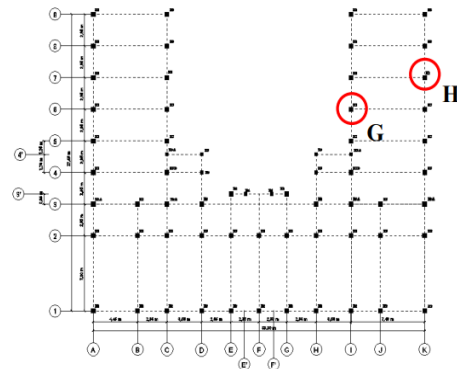
IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dari dua pemodelan gedung dengan dilatasi dan tanpa dilatasi berupa angka ratio kapasitas (PMM Ratio) dari elemen struktur kolom.

Analisis dilakukan dengan membagi bangunan menjadi beberapa blok dimana perletakan kolom yang mengalami peningkatan dan penurunan deviasi (%) angka ratio kapasitas ketika menghilangkan jarak dilatasi terhadap penerapan dilatasi.



Gambar 4.1 Pembagian Blok Kolom dengan Peningkatan dan Penurunan Angka Ratio Kolom Signifikan

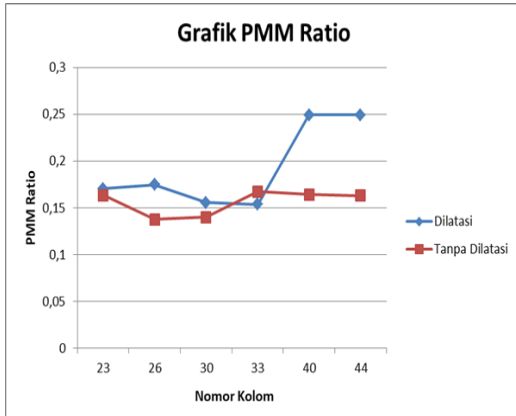


Gambar 4.1 Pembagian Blok Kolom dengan Peningkatan Angka Ratio Kapasitas Paling Tinggi

Berdasarkan output hitungan dari program SAP2000 V.19 didapat analisis dan pembahasan sebagai berikut :

1. Pada blok A, dimana merupakan titik antar kolom dilatasi mengalami penurunan dan peningkatan ratio kekuatan kolom tidak signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 23 sebesar -4,07% dan frame 33 sebesar 8,85%.

2. Pada blok B, dimana merupakan titik antar kolom dilatasi mengalami penurunan ratio kekuatan kolom cukup signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 26 sebesar -21,05% dan frame 30 sebesar -9,94%.
 3. Pada blok C, dimana merupakan titik antar kolom dilatasi mengalami penurunan cukup signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 40 sebesar -34,07% dan frame 44 sebesar -34,55%. Hal ini bisa menguntungkan, karena dapat menghemat penggunaan kolom.
 4. Pada blok D, merupakan titik kolom di antara titik-titik kolom dilatasi yang mengalami peningkatan ratio kekuatan kolom cukup signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 25 sebesar 30,38% dan frame 32 sebesar 30,54%. Hal ini bisa membahayakan, namun masih bisa diterima karena angka rasionya sebesar 0,303752229 dan 0,305363845 masih di bawah angka 1. Angka ratio 1 menandakan akan terjadi keruntuhan pada gedung.
 5. Pada blok E, merupakan titik kolom luar daerah kolom dilatasi yang mengalami penurunan ratio kekuatan kolom cukup signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 1 sebesar -12,27% dan frame 11 sebesar -12,11%, hal ini dapat menjadi menguntungkan karena dapat menghemat penggunaan kolom.
 6. Pada blok F, merupakan titik-titik kolom di luar daerah kolom dilatasi yang mengalami peningkatan ratio kekuatan kolom sangat signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap penerapan dilatasi. Pada frame 63 sebesar 16,06%, frame 64 sebesar 16,00%, frame 65 sebesar 51,92% dan frame 66 sebesar 52,01%. Secara keseluruhan kolom mengalami peningkatan dimana dapat membahayakan, namun masih bisa diterima karena angka rasionya masih di bawah 1.
 7. Pada blok G, merupakan titik kolom dengan angka ratio kapasitas sebesar 1,1362, deviasi sebesar 113,62%. Angka tersebut lebih dari angka 1, maka dapat membahayakan struktur gedung tersebut.
 8. Pada blok H, merupakan titik kolom dengan angka ratio kapasitas sebesar 1,1973, deviasi sebesar 119,73%. Angka tersebut lebih dari 1, maka dapat membahayakan struktur gedung tersebut.
- Untuk ratio kapasitas, syarat $R < 1$.
- Dari hasil analisis yang diperoleh angka ratio kapasitas rata – rata pada kolom dengan tanpa penerapan dilatasi terhadap penerapan dilatasi sebesar 10,21%, ini berarti bahwa menghilangkan dilatasi pada sistem struktur gedung dapat membahayakan struktur gedung tersebut.



Gambar 4.2 Grafik Ratio Kapasitas Kolom dengan Dilatasi dan Tanpa Dilatasi



Gambar 4.2 Grafik Deviasi Ratio Kapasitas Kolom dengan Dilatasi dan Tanpa Dilatasi

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk meredesain gedung tanpa dilatasi dilakukan pemodelan gedung dengan menghilangkan jarak dilatasi antar kolom yang berdampingan yaitu sejarak 5 cm menjadi satu kolom yang saling berhubungan antara bangunan sayap dan bangunan induk. Letak titik kolom dilatasi pada As A, As C, As 5, As I, As K, As 3, As 4 dan As 5. Berdasarkan Kategori Desain Seismik (KDS), perencanaan ketahanan terhadap gempa struktur didesain dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
2. Hasil dari output SAP2000 berupa data PMM ratio, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil prosentase rata-rata peningkatan nilai kekuatan penampang struktur kolom tanpa dilatasi terhadap penerapan dilatasi mengalami kenaikan signifikan sebesar 10,21%, kenaikan secara signifikan tersebut mungkin dapat membahayakan, namun karena nilai ratio kapasitasnya sebesar

0,102129231 dan angka tersebut masih di bawah angka 1, maka masih bisa diterima untuk pemodelan struktur dengan menghilangkan dilatasi antar kolom.

3. Berdasarkan pemodelan gedung dengan dilatasi dan tanpa dilatasi menggunakan parameter jumlah tulangan dan dimensi kolom yang sama didapat angka rata-rata ratio kapasitas yang berbeda yaitu sebesar 0,282931586 untuk pemodelan dengan dilatasi dan 0,318694047 untuk pemodelan tanpa dilatasi. Angka ratio kapasitas tersebut masih diterima karena syarat $R < 1$, maka pendesainan alternatif penampang kolom tidak perlu dilakukan.

5.2 Saran

1. Pada daerah rawan gempa, bangunan tidak beraturan sangat beresiko terjadi kerusakan akibat terjadinya gempa. Oleh karena itu, bangunan-bangunan yang memiliki bentuk tidak beraturan, memanjang dan ketinggian yang tidak sama sebaiknya dirancang dengan struktur gedung beraturan. Penerapan pemisahan bangunan

(dilatasi) bisa menjadi alternatif dengan jarak dilatasi yang masuk dalam kategori aman. Adapun jika gedung dirancang menjadi satu kesatuan, harus dilakukan pengkajian dan perhitungan yang cermat sesuai aturan-aturan yang berlaku dalam pendesainan struktur gedung.

2. Penelitian lebih lanjut terhadap pemisahan bangunan (dilatasi) mungkin perlu dilakukan pada bangunan dengan bentuk yang rumit lainnya, seperti T, H, Z dan bangunan yang memiliki tingkat yang berbeda yang berada pada wilayah rawan gempa.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2019. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional,
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional,
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional,

Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Dipohusodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.

Matondang, Zulkifli dan Rachmat Mulyana. 2012, *Konstruksi Bangunan Gedung*. Medan : Unimed Press.

Mughnie, Hidayat. 2014. *Analisis Bangunan Asimetris Terhadap Tinjauan Dilatasi Akibat Gaya Horizontal, Tugas Akhir Teknik Sipil*. Jakarta : Universitas Muhammadiyah Jakarta.

Muntafi, Yunalia dan Muhammad Rizky Hardio Putra. 2017. *Analisis Gaya Dalam dan Simpangan Antar Lantai Gedung Asimetris Tahan Gempa Dengan Variasi Dilatasi, Tugas Akhir Teknik Sipil dan Perencanaan*. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.

Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang*. Bandung : PT Refika Aditama.

Poerbo, Hartono. 2000. *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi*. Djambatan, Jakarta.

Priyono, Pujo. 2021. *Desain dan Analisis Struktur Beton Bertulang I*. Surabaya : CV. Revka Prima Media.

Priyono, Pujo. 2019. *Struktur Beton Tahan Gempa*. Jember : Diklat Kuliah Edisi ke-2.

Schodek, Daniel L. 1999. *Struktur*. Bandung : PT Eresco,

Sunaryati, Jati dan Suci Lestari. 2019. *Analisis Jarak Dilatasi bangunan Berlayout L dan Perhitungan Penulangan*

Elemen Balok dan Kolom Di Sekitar Dilatasi, Tugas Akhir Teknik Sipil. Padang : Universitas Andalas.