

**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)

***Study of Redesign of Upper Structures With Dilatation And Without Dilatation Of Irregular Building Plans U Shape***

*(Case Study : Dormitory Building of SMAN 2 Taruna Bhayangkara, Genteng, Banyuwangi)*

**Eka Yunia Handayani<sup>1</sup>, Pujo Priyono<sup>2\*</sup>, Adhitya Surya Manggala<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [ekayunia6@gmail.com](mailto:ekayunia6@gmail.com)

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember\*<sup>\*</sup>Koresponden Author

Email : [pujopriyono@unmuhjember.ac.id](mailto:pujopriyono@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email : [m4ngg4la@gmail.com](mailto:m4ngg4la@gmail.com)

**Abstrak**

Dilatasi merupakan pemisah bangunan yang memiliki bentuk tidak beraturan menjadi bagian-bagian bangunan yang dapat berdiri sendiri, sehingga beban-beban yang diterima oleh struktur tidak menimbulkan kondisi kritis pada struktur bangunan tersebut. Gedung Asrama SMAN 2 Taruna Bhayangkara Genteng, merupakan bangunan tidak beraturan bentuk U menggunakan dilatasi dua kolom dengan jarak 5 cm. Berdiri di atas tanah dengan kelas situs tanah keras, dimungkinkan akan terjadi benturan antar kolom yang berdampingan apabila jarak dilatasi tersebut tidak tepat ketika terjadi gempa. Berdasarkan hal tersebut, penelitian akan dilakukan dengan meredesain struktur gedung menjadi pemodelan struktur tanpa dilatasi. Data yang digunakan berupa data sekunder berupa data mutu bahan dan dimensi pada perencanaan proyek gedung tersebut. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan program bantu SAP2000 Ver.19 kemudian dilakukan analisis. Hasil analisis berupa angka ratio kapasitas (PMM Ratio). Dilakukan perbandingan antara nilai ratio kapasitas antara pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan dilatasi. Didapat prosentase deviasi angka ratio paling tinggi, ditarik kesimpulan untuk pemodelan struktur gedung mana yang lebih aman dengan syarat nilai ratio ( $R < 1$ ).

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

**Abstract**

Dilatation is a separation of buildings that have an irregular shape into parts of the building that can stand alone, so that the loads received by the structure do not cause critical conditions in the building structure. The Dormitory Building of SMAN 2 Taruna Bhayangkara Genteng, is an irregular U-shaped building using two-column dilatation with a distance of 5 cm. Standing on the ground with a class of hard ground sites, it is possible that there will be collisions between columns side by side if the dilatation distance is not right when an earthquake occurs. Based on this, research will be carried out by designing the structure of the building into structural modeling without dilatation. The data used is in the form of secondary data in the form of material quality data and dimensions in the project planning of the building. Modeling was carried out using the SAP2000 Ver.19 auxiliary program and then analyzed. The results of the analysis are in the form of a capacity ratio (PMM Ratio). A comparison was made between the value of the capacity ratio between modeling without dilatation to modeling and dilatation. The highest percentage of the

deviation of the ratio number was obtained, conclusions were drawn for modeling which building structure is safer with the condition that the value ratio ( $R < 1$ ) is drawn.

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

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Salah satu adaptasi dari sistem struktur adalah dilatasi. Dilatasi dibuat untuk memisahkan bangunan yang memiliki bentuk tidak beraturan menjadi bagian-bagian bangunan yang dapat berdiri sendiri, sehingga beban-beban yang diterima oleh struktur tidak menimbulkan kondisi kritis pada struktur bangunan tersebut.

Gedung 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 kelas istus tanah keras, dengan adanya penerapan dilatasi tersebut, dimungkinkan akan terjadi benturan antar kolom yang berdampingan ketika terjadi gempa, jika jarak dilatasi tidak tepat.

Berdasarkan hal tersebut, akan dilakukan redesain struktur gedung dengan tanpa penerapan dilatasi. Hasil penelitian selanjutnya yaitu hasil analisis dengan program bantu SAP2000 Ver.19, didapat angka ratio kapasitas kolom.

### B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian 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 alternative penampang kolom apabila penerapan dilatasi dan tanpa dilatasi dapat membahayakan untuk struktur gedung tersebut?

### C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Meredesain struktur gedung tanpa penerapan dilatasi pada gedung tidak beraturan.
2. Menghitung perbandingan pengaruh kinerja kolom ketika diterapkan dilatasi dan ketika tanpa penerapan dilatasi berdasarkan hasil analisis yang didapat.
3. Mendesain alternative penampang kolom apabila penerapan dilatasi dan tanpa dilatasi

### D. Batasan Masalah

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

1. Peraturan gempa yang digunakan yaitu Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019).
2. Peraturan struktur yang digunakan yaitu Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2019).
3. Peraturan pembebanan dan kombinasi pembebanan yang digunakan yaitu Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (PPPURG 1987 dan SNI 1727-2020).
4. Pemodelan dan analisis struktur dilakukan dengan program bantu SAP2000 Ver.19.
5. Tidak mendesain struktur pondasi.
6. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya.

### E. Manfaat Penelitian

Memperbandingkan kinerja struktur kolom berdasarkan hasil ratio kapasitas (PMM Ratio) dari pemodelan gedung dengan penerapan dilatasi dan tanpa dilatasi terhadap beban-beban yang diterima oleh struktur menggunakan *output* program bantu SAP2000.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi Gedung

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

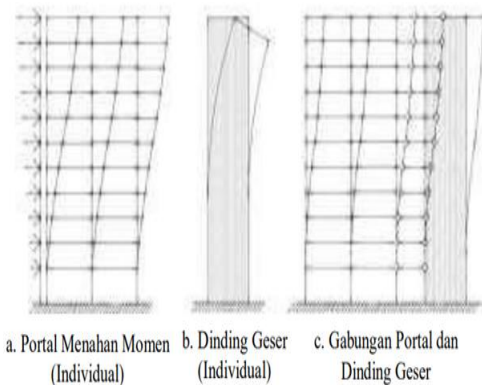
- a. Klasifikasi gedung berdasarkan ketinggian menurut Peraturan Menteri Tahun 2007, sebagai berikut :
  1. Bangunan gedung bertingkat tinggi dengan jumlah lantai lebih dari delapan lantai.
  2. Bangunan gedung bertingkat sedang dengan jumlah lantai lima sampai dengan delapan lantai.
  3. Bangunan gedung bertingkat rendah dengan jumlah satu lantai sampai dengan empat lantai.
- b. Klasifikasi gedung berdasarkan konfigurasi horizontal dan vertikal :

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

  1. Struktur gedung beraturan  
Pengaruh gempa rencana pada struktur gedung dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen.
  2. Struktur gedung tidak beraturan  
Pengaruh gempa rencana pada struktur gedung menggunakan analisa respon dinamik, analisis respon dinamik menggunakan 2 metode, yaitu analisis respon spectrum dan analisis respon dinamik riwayat gempa (*time history*).

### B. Sistem Struktur Bangunan

Sistem struktur dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem vertikal dan sistem horizontal. Sistem vertikal mencakup sistem struktur lateral yang dapat meningkatkan nilai kekakuan dan kekuatan komponen vertikal. Sedangkan sistem horizontal mencakup pengaku-pengaku horizontal berupa lantai dan sistem *deck framing* yang biasa disebut dengan diafragma horizontal (Majore, 2015).



**Gambar 1.** Perilaku Sistem Gabungan Penahan Gaya Lateral

Sumber : Juwana, 2005

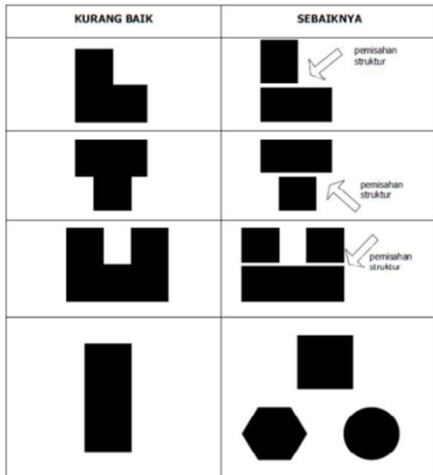
Dalam SNI 1726-2019, telah ditentukan sub-sistem dari struktur gedung terdapat 7 klasifikasi, yang diuraikan sebagai berikut :

1. Sistem dinding penumpu
  2. Sistem rangka gedung
  3. Sistem ganda
  4. Sistem interaksi dinding geser dan rangka
  5. Sistem rangka ruang
  6. Sistem kolom kantilever
- Sedangkan untuk sistem rangka, dalam SNI 1726-2019 diklasifikasikan menjadi 4, yaitu sebagai berikut :
1. Rangka bresing
  2. Rangka bresing konsentris (RBK)
  3. Rangka bresing eksentris (RBE)
  4. Rangka pemikul momen (RPM)
- Menurut Juwana (2005), tujuan dari desain bangunan tahan gempa adalah mencegah terjadinya kegagalan struktur dan terjadinya korban jiwa, dengan kriteria standar yaitu :
- a. Tidak terjadi kerusakan sama sekali apabila terjadi gempa ringan
  - b. Diizinkan terjadi kerusakan arsitektural tanpa adanya kerusakan structural apabila terjadi gempa sedang.
  - c. Diizinkan terjadi kerusakan structural maupun non-structural pada gempa kuat,

namun kerusakan yang terjadi tidak sampai menyebabkan bangunan runtuh.

**C. 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.



**Gambar 2.** Pemisahan Struktur Pada Bangunan Tidak Beraturan

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

Schodek (1998:530) mengungkapkan bahwa gaya lateral akibat gempa, tentu saja mempunyai sifat inersial, jadi berkaitan langsung dengan setiap massa gedung tersebut. Lokasi massa yang tidak simetris dapat menyebabkan gaya-gaya pada massa tersebut, menimbulkan momen torsi pada gedung yang pada akhirnya dapat meruntuhkan gedung. Struktur beraturan mengalami gaya torsi yang kecil, sehingga jenis struktur ini lebih dikehendaki dibandingkan struktur tidak beraturan.

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 dirancang saling berdekatan harus mempunyai jarak pemisah yang cukup, sehingga dapat dengan bebas bergetar pada

ragam alaminya, tanpa saling bertumbukan. Namun apabila jarak pemisah tersebut tidak tepat, maka dapat terjadi kerusakan yang serius.

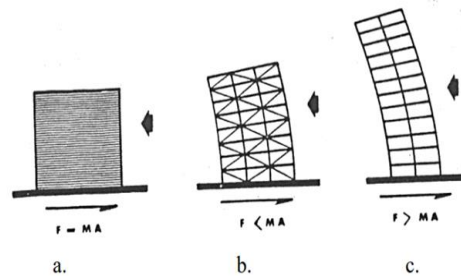
**D. Jenis-Jenis Dilatasi**

Menurut Juwana (2005:53), dalam penerapannya di lapangan terdapat beberapa bentuk pemisahan bangunan yang umum digunakan, diantaranya :

1. Dilatasi dengan dua kolom
2. Dilatasi dengan balok kantilever
3. Dilatasi dengan balok gerber
4. Dilatasi dengan konsol

**E. Struktur Bangunan Tahan Gempa**

Umumnya bangunan direncanakan terhadap gaya gravitasi dengan faktor keamanan yang memadai. Sebaliknya, gaya gempa menyerang pada titik-titik lemah pada struktur yang kekuatannya tidak memadai dan akan langsung menyebabkan keruntuhan atau kegagalan (Muto, 1993).



**Gambar 3.** Perilaku Bangunan Ketika Terjadi Gempa

Sumber : Schueller, 2011

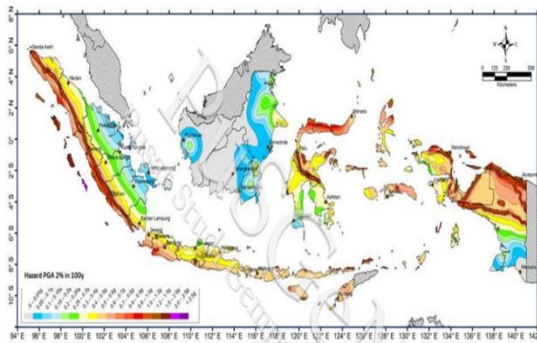
Menurut Pedoman Teknis Rumah dan Bangunan Gedung Tahan Gempa (2006), bahwa taraf keamanan minimum untuk bangunan gedung dan rumah tinggal yang masuk dalam kategori bangunan tahan gempa, yaitu yang memenuhi ketentuan sebagai berikut :

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.

Menurut Purwono (2003), pembagian wilayah gempa dibagi menjadi 6 zona wilayah, dengan sistem struktur gedung yang disesuaikan, diuraikan sebagai berikut :

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 4.** Peta Percepatan Puncak Batuan Dasar Untuk Probabilitas Terlampaui 2% dalam 100 Tahun

Sumber : Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut :

1. Gambar arsitektural dan gambar struktur

Data gambar meliputi gambar denah, gambar tampak, gambar potongan dan gambar detail struktur yang akan digunakan untuk merencanakan dimensi komponen struktur.

2. Mutu bahan

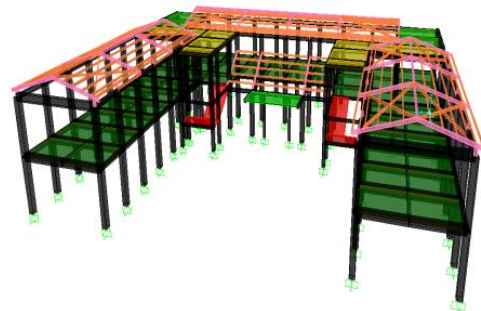
Data yang diperlukan meliputi mutu bahan seperti kuat tekan beton ( $f_c'$ ), kuat leleh baja tulangan ( $f_y$ ), modulus elastisitas beton ( $E_c$ ), modulus elastisitas baja ( $E_s$ ), jenis dan mutu baja tulangan dan data dimensi komponen struktur.

#### B. Pemodelan Geometri Struktur

Struktur yang ditinjau adalah elemen struktur kolom gedung berlantai 2 (dua), menggunakan struktur beton bertulang. Pemodelan struktur menggunakan SAP2000 V19. Tinggi kolom yaitu 7,6 meter dari lantai satu hingga lantai dua.

Pada tahap pemodelan ini, digunakan dua alternatif yaitu dengan dilatasi (DD) dan tanpa dilatasi (TD), dimana pada kedua alternatif ini akan dilakukan analisis untuk memperbandingkan hasil dari kinerja kolom dari dua pemodelan. Pada perencanaan menggunakan dilatasi, digunakan jenis dilatasi dua kolom. Dilatasi jenis ini dipilih karena paling umum digunakan penerapannya dalam perencanaan struktur bangunan tidak beraturan.

Dilatasi ditempatkan pada pertemuan antara bangunan induk dan sayap kanan dan kiri sehingga digunakan dilatasi pada tiga tempat yaitu pada As A, As C, As 5, As I, As K, As 3, As 4 dan As 5, membagi bangunan menjadi 3 blok. Karena kekakuan antara bangunan pada bagian ini berbeda, periode alaminya juga berbeda. Kondisi tersebut dapat menimbulkan ketidakserasian defleksi pada pertemuan bangunan.



**Gambar 5.** Pemodelan Struktur Gedung Pada Program SAP2000

Sumber : Data Perencanaan, 2021

**C. Pembebanan Struktur**

Penggunaan beban dan kombinasi pembebanan yang ada mengikuti peraturan yang ada pada SNI 1727:2020 dan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung Tahun 1987, meliputi :

- a. Beban mati, terdiri dari berat sendiri material komponen struktur, beban mati tambahan yang meliputi dinding, penutup lantai, plafond dan komponen pelengkap gedung lainnya yang bersifat tetap atau tidak berpindah-pindah.
- b. Beban hidup, terdiri dari beban hidup yang bekerja pada lantai sesuai fungsi dari bangunan tersebut. Beban-beban tidak tetap seperti partisi ringan yang dapat dipindahkan dan pergerakan orang yang menggunakan fasilitas sesuai fungsi dari bangunan tersebut.
- c. Beban gempa yang digunakan sesuai SNI 1726:2019, dimana gempa yang digunakan merupakan gempa dinamik, karena bangunan mempunyai ketidakberaturan horizontal. Analisis respon dinamik yang digunakan adalah analisis respon spektrum.

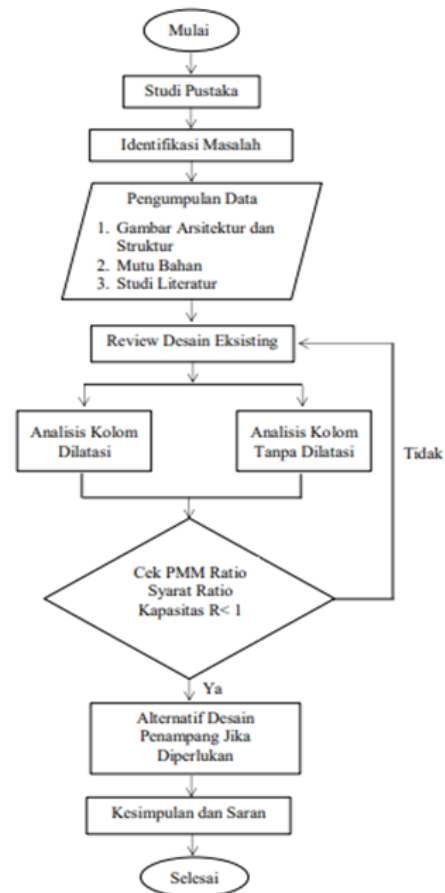
Tahapan yang digunakan untuk beban gempa dinamik menggunakan respon spektrum sesuai SNI 1726:2019, yaitu :

1. Menentukan Kategori Risiko Bangunan
2. Menentukan Faktor Keutamaan Gempa ( $I_e$ ).
3. Menentukan Klasifikasi Kelas Situs Tanah
4. Menentukan nilai parameter respon spektral percepatan gempa terpetakan periode pendek ( $S_s$ ) dan periode 1 detik ( $S_1$ ).
5. Menentukan nilai Koefisien Situs ( $F_a$ ) dan ( $F_v$ )
6. Menghitung nilai parameter spektral desain untuk periode pendek ( $S_{Ds}$ ) dan periode 1 detik ( $S_{D1}$ ).
7. Menentukan Kategori Desain Seismik (KDS)

Kategori desain seismik dapat dilihat pada Tabel, berdasarkan nilai ( $S_{Ds}$ ) dan ( $S_{D1}$ ) yang didapat dan kategori sisiko bangunan.

8. Setelah itu didapat Sistem Penahan Gaya Seismik dan Koefisien Modifikasi Respons (R). Nilai koefisien modifikasi respons dan kategori desain seismik inilah yang akan dimasukkan pada program SAP2000.

**D. Bagan Alir Penelitian**



**Gambar 6.** Flowchart Penelitian  
 Sumber : Data Perencanaan, 2021

**4. ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Komponen struktur yang terdapat pada bangunan ini meliputi balok, kolom dan pelat. Langkah pertama adalah pendimensian dari komponen struktur bangunan berdasarkan perencanaan pada kondisi eksisting ke dalam program SAP2000 Ver.19.

### A. Mutu Bahan

Mutu Beton :

- Kolom = K300 ( $f_c' = 24,9$  MPa)
- Balok = K250 ( $f_c' = 21$  MPa)
- Pelat = K250 ( $f_c' = 21$  MPa)

Mutu Baja :

- Ø (polos) →  $f_y = 280$  MPa  
 D (ulir) →  $f_y = 420$  MPa

Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ ) yang digunakan berdasarkan rumus berikut :

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

- Mutu beton  $f_c' 21$  MPa :

$$E_c = 4700\sqrt{21}$$

$$E_c = 21538,11 \text{ MPa}$$

- Mutu beton  $f_c' 25$  MPa :

$$E_c = 4700\sqrt{25}$$

$$E_c = 23500 \text{ MPa}$$

- Modulus Elastisitas Baja ( $E_s$ ) yang digunakan :

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

### B. Dimensi Elemen Struktur

Elemen struktur gedung meliputi kolom, balok, pelat. Menggunakan beton bertulang berbentuk persegi, dengan selimut beton 40 mm. Berikut merupakan uraian dimensi elemen struktur :

**Tabel 1.** Dimensi Kolom

Nama Kolom	Dimensi (mm)	Lantai	Tulangan Pokok (mm)	Tulangan Sengkang (mm)
K2	400 x 400	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K2A	400 x 400	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K2B	400 x 400	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K3	300 x 300	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K3A	300 x 300	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K3B	300 x 300	Lt.1 s.d Lt.2	8 D19	D13 – 100
K4	200 x 200	Lt.1	4 Ø12	Ø10 – 150

Sumber : Data Perencanaan, 2021

**Tabel 2.** Dimensi Balok

Letak Lantai	Tipe	Dimensi (mm)
Lantai 2	B1	300 x 500
	B2	200 x 300

	B3	200 x 300
Atap	B1A	300 x 500
	B2A	200 x 300

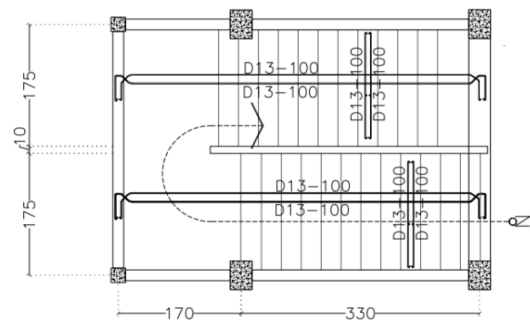
Sumber : Data Perencanaan, 2021

**Tabel 3.** Tebal Plat Lantai

Letak Pelat	Tulangan	Ketebalan (mm)
Lantai 1	Ø12 - 150	70
Lantai 2	Ø12 - 150	150
Lantai Atap	Ø12 - 150	120
Lantai Atap	Ø12 - 150	200

Sumber : Data Perencanaan, 2021

Pada Gedung Asrama SMAN 2 Taruna Bhayangkara, digunakan jenis tangga beton bertulang dimulai dari lantai 1 sampai lantai 2. Semua tangga berbentuk U dan diletakkan di sisi kanan dan kiri bangunan induk. Menggunakan mutu beton  $f_c' 21$  MPa, dengan ketebalan plat tangga yaitu 12 cm.



**Gambar 6.** Dimensi Tangga

Sumber : Data Perencanaan, 2021

### C. Pembebanan Struktur

Dalam analisis struktur gedung tersebut, banyak digunakan asumsi dan idealisasi yang diterapkan dalam memberikan dan penyaluran beban-beban yang bekerja pada struktur, ini dilakukan agar pola pembebanan yang rumit akibat tipe dan desain struktur bisa menjadi lebih sederhana, namun tanpa mengurangi besaran dari beban-beban yang bekerja.

Adapun asumsi-asumsi pembebanan yang digunakan dapat didefinisikan sebagai berikut :

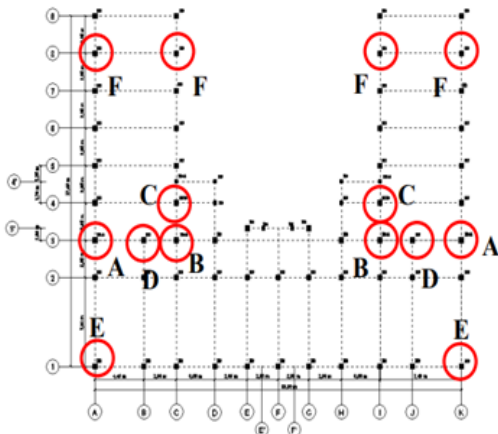
- Beban-beban yang bekerja pada struktur hanya meliputi beban mati, beban hidup dan beban gempa.
- Berat sendiri dari komponen struktur pada kolom, balok dan pelat dihitung oleh program SAP2000 V.19.

3. Beban pelat yang dimasukkan dalam SAP2000 V.19 berupa beban mati tambahan akibat beban plafond, mekanikal elektrik dan plumbing (MEP), dan beban hidup dari fungsi masing-masing lantai.
4. Beban mati tambahan yang dimasukkan dalam SAP2000 V.19 berupa beban mati akibat berat dinding sesuai posisi pada denah.
5. Untuk beban tangga diasumsikan bertumpu pada balok tumpuannya, sehingga tidak digambar pada portal struktur bangunan.
6. Tumpuan pada program SAP2000 V.19 diasumsikan sebagai tumpuan jepit.

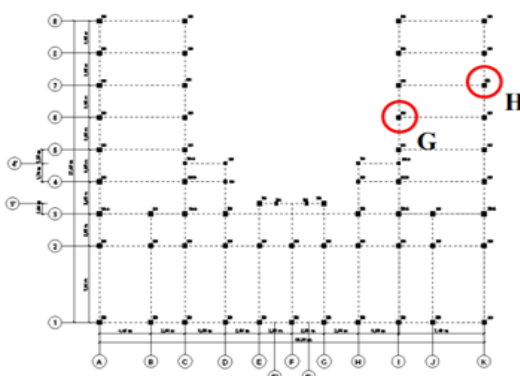
**D. Analisis dan Pembahasan**

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 7.** Pembagian Blok Kolom dengan Peningkatan dan Penurunan Angka Ratio Kapasitas Kolom Signifikan  
 Sumber : Data Perencanaan, 2021



**Gambar 8.** Pembagian Blok Kolom dengan Peningkatan Angka Ratio Kapasitas Kolom Paling Tinggi

Sumber : Data Perencanaan, 2021

**Tabel 4.** Perbandingan PMM Ratio

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-08/IBC2009					
Blok	Frame Text	PMM Ratio Perbandingan		$\frac{(b-a)}{a}$	Deviasi (%)
		Dilatasi	Tanpa Dilatasi		
		(a)	(b)		
A	23	0,17056	0,163622	-0,040674955	-4,07%
	33	0,154095	0,167732	0,088500887	8,85%
B	26	0,174896	0,138082	-0,210490806	-21,05%
	30	0,155767	0,140288	-0,09936989	-9,94%
C	40	0,249447	0,164463	-0,340688284	-34,07%
	44	0,249617	0,163373	-0,345504003	-34,55%
D	25	0,134027	0,174738	0,303752229	30,38%
	32	0,134027	0,174954	0,305363845	30,54%
E	1	0,486504	0,426818	-0,122683472	-12,27%
	11	0,486503	0,42761	-0,121053724	-12,11%
F	63	0,366483	0,425325	0,160558607	16,06%
	64	0,366521	0,425171	0,160018116	16,00%
	65	0,36658	0,556922	0,519237274	51,92%
	66	0,366579	0,557235	0,520095259	52,01%

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil analisis dari output SAP2000 didapat pembahasan sebagai berikut :

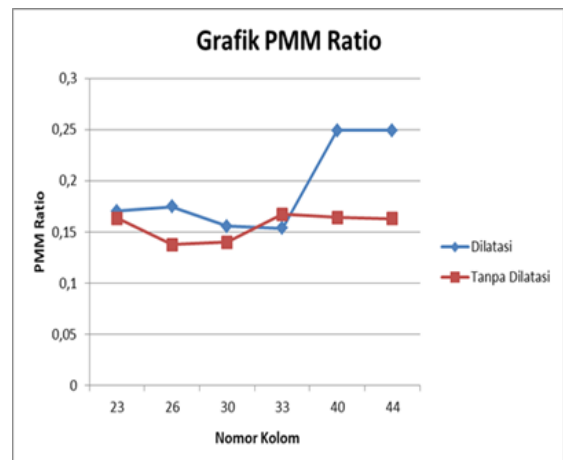
1. Pada blok A, dimana merupakan titik antar kolom dilatasi mengalami penurunan dan peningkatan ratio kekuatan kolom tidak signifikan pada pemodelan tanpa dilatasi terhadap pemodelan dengan penerapan dilatasi. Pada frame 23 sebesar -4,07% dan frame 33 sebesar 8,85%.
2. Pada blok B, dimana merupakan titik 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 9.** Grafik Ratio Kapasitas Kolom dengan Dilatasi dan Tanpa Dilatasi  
Sumber : Hasil Perhitungan, 2022



**Gambar 10.** Grafik Deviasi Ratio Kapasitas Kolom dengan Dilatasi dan Tanpa Dilatasi  
Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Gambar 9 dan Gambar 10 menunjukkan perbandingan angka peningkatan dan penurunan ratio kapasitas letak dimana kolom dilatasi.

## 5. PENUTUP

### A. 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.

### B. Saran

Saran dari penulis yang dapat disampaikan sebagai berikut :

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.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2019. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2020. *Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*, SNI 1727:2020. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

- Dipohusodo, Istimawan. 1993. *Struktur Beton Bertulang*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Matondang, Zulkifli dan Rachmat Mulyana. 2012, *Konstruksi Bangunan Gedung*. Unimed Press, Medan.
- Mughnie, Hidayat. 2014. *Analisis Bangunan Asimetris Terhadap Tinjauan Dilatasi Akibat Gaya Horizontal, Tugas Akhir Teknik Sipil*. Universitas Muhammadiyah Jakarta, 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*. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nawy, Edward G. 1998. *Beton Bertulang*. PT Refika Aditama, Bandung.
- Poerbo, Hartono. 2000. *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi*. Djambatan, Jakarta.
- Priyono, Pujo. 2021. *Desain dan Analisis Struktur Beton Bertulang I*. CV. Revka Prima Media, Surabaya.
- Priyono, Pujo. 2019. *Struktur Beton Tahan Gempa*. Diktat Kuliah Edisi ke-2, Jember.
- 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*. Universitas Andalas, Padang.