

Respon Struktur Bangunan Terhadap Perbedaan Kapasitas Kolom Pada Antar Tingkat dan Pengaruh Gaya Gempa

Fazrial Ridha Ghifari*, Liliana, Frieda

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya, Kalimantan Tengah Indonesia

*Koresponden email: fazrialrg@gmail.com

Diterima: 24 Juli 2025

Disetujui: 31 Juli 2025

Abstract

The difference in column capacity between levels in multi-story buildings can significantly affect the overall structural behavior in response to seismic loads. This study aims to analyze the structural response of a building due to different column capacities at each floor to earthquake forces. The object of the study is the High Prosecutor's Office Building of Central Kalimantan Province, which features columns with varying dimensions and reinforcement quantities on each level. The analysis was conducted using the dynamic spectrum response method based on SNI 1726:2019, focusing on column behavior and its impact on the structure. The results of the study indicate that differences in column capacity lead to an imbalance in force distribution, particularly in the lower-level columns, which bear greater loads. Columns with lower capacity on the upper floors reduce vertical stiffness, which triggers stress concentrations at the connections. Consequently, there is an increase in inter-level drift that could exceed permissible limits. Additionally, structures with uneven column capacity tend to violate the strong column-weak beam principle, resulting in a higher risk of damage. Therefore, uniform or increasing column capacity downwards is necessary to maintain structural stability.

Keywords: *column capacity, building structure, earthquake force, dynamic response*

Abstrak

Perbedaan kapasitas kolom antar tingkat pada bangunan bertingkat dapat memengaruhi perilaku struktur secara keseluruhan terhadap beban gempa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis respon struktur bangunan akibat perbedaan kapasitas kolom di setiap lantai terhadap gaya gempa. Objek studi adalah Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah, yang memiliki konfigurasi kolom dengan dimensi dan jumlah tulangan berbeda pada tiap tingkat. Analisis dilakukan menggunakan metode dinamik *spectrum response* berdasarkan SNI 1726:2019, dengan fokus pada perilaku kolom dan dampaknya terhadap struktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan kapasitas kolom menyebabkan ketidakseimbangan distribusi gaya, terutama pada kolom tingkat bawah yang menerima beban lebih besar. Kolom dengan kapasitas yang lebih rendah di lantai atas menurunkan kekakuan vertikal dan memicu konsentrasi tegangan di sambungan. Akibatnya, terjadi peningkatan simpangan antar tingkat yang berpotensi melewati batas izin. Selain itu, struktur dengan kapasitas kolom tidak seragam cenderung tidak memenuhi prinsip *strong column weak beam*, sehingga memiliki risiko kerusakan lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan kapasitas kolom yang seragam atau meningkat ke bawah untuk menjaga stabilitas struktur.

Kata kunci: *kapasitas kolom, struktur bangunan, gaya gempa, respon dinamik*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara dengan tingkat kerawanan gempa bumi yang sangat tinggi karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik besar: Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik, yang membentuk zona seismik aktif bernama Cincin Api Pasifik (*Ring of Fire*). Sekitar 80%–90% gempa besar dunia terjadi di wilayah ini [1]. Meskipun Kalimantan Tengah termasuk dalam wilayah gempa rendah (zona 1), peristiwa gempa seperti yang terjadi di Kalimantan Selatan pada Februari 2024 (Magnitudo 4,7) tetap berdampak hingga ke Palangka Raya menunjukkan bahwa wilayah berisiko rendah tetap harus memperhatikan desain struktur bangunan terhadap gempa [2].

Tingginya bangunan dan beban lateral akibat gempa merupakan faktor penting dalam analisis struktur. Beban gempa dapat menyebabkan pergeseran lateral (*displacement*) dan simpangan antar tingkat (*interstory drift*) yang berlebihan, dan bila melebihi batas kapasitas struktur, dapat menyebabkan keruntuhan (*collapse*) [3]. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan dan analisis mendalam terhadap struktur bangunan agar tetap aman dalam menghadapi beban gempa. Perencanaan struktur tahan gempa hanya ditentukan oleh zona seismik wilayah, tetapi juga oleh keseragaman dan kapasitas elemen struktural,

terutama kolom, yang merupakan elemen utama dalam menahan beban vertikal dan lateral [4]. Dalam bangunan bertingkat, perbedaan kapasitas struktur kolom antar tingkat dapat menjadi faktor krusial yang mempengaruhi performa struktur secara keseluruhan ketika menerima beban gempa. Pada dasarnya, kolom harus didesain dengan kapasitas yang cukup dan proporsional antar tingkat untuk menjaga kestabilan dan kekakuan vertikal struktur. Ketidakkonsistenan dalam dimensi penampang atau jumlah tulangan pada kolom antar lantai dapat menyebabkan ketidakseragaman kekakuan (*stiffness irregularity*), yang berujung pada fokus deformasi dan konsentrasi tegangan pada lantai tertentu. Hal ini meningkatkan risiko kegagalan lokal (*local failure*) atau bahkan keruntuhan progresif (*progressive collapse*) selama kejadian gempa [5].

Penelitian ini mengambil studi kasus pada Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah, yang memiliki lima lantai dan tinggi bangunan sekitar 30 meter. Keunikan gedung ini terletak pada perbedaan kapasitas kolom pada setiap lantai, baik dari segi dimensi maupun jumlah tulangan longitudinal. Fenomena ini menyebabkan distribusi gaya internal yang tidak merata, serta memengaruhi perilaku struktur saat menerima gaya lateral akibat gempa. Dalam konteks ini, penting untuk meninjau kembali kapasitas struktur kolom pada tiap tingkat, terutama terhadap beban aksial, momen lentur, dan gaya geser. Perbedaan kapasitas kolom tersebut dapat menyebabkan penurunan kekuatan tekan, tarik, dan kekakuan kolom, serta memicu perubahan pola distribusi beban lateral, yang berdampak pada respons dinamis bangunan secara keseluruhan [6].

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perbedaan kapasitas kolom antar tingkat terhadap respon dinamik struktur, seperti displacement, interstory drift dan menganalisis pengaruh perbedaan kapasitas tersebut menurunkan kinerja struktur secara signifikan dan apakah masih memenuhi kriteria keamanan berdasarkan standar SNI 1726:2019. Untuk mencapai tujuan tersebut, digunakan metode analisis dinamis spectrum response, karena mampu memodelkan perilaku struktur yang lebih representatif terhadap beban gempa [7]. Analisis dilakukan dengan mempertahankan variasi kapasitas struktur kolom di tiap lantainya.

Dengan teknik pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang pentingnya keseragaman kapasitas kolom antar lantai, serta menjadi rujukan bagi perencanaan struktur gedung bertingkat agar lebih aman terhadap beban gempa, khususnya pada wilayah yang mulai menunjukkan indikasi aktivitas seismik meskipun secara historis tergolong zona gempa rendah.

2. Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian yang diteliti ialah berada di Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi tersebut berada di Jalan Imam Bonjol No. 10, Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah, yang berdiri di daerah pusat Kota Palangka Raya dengan ukuran tanah $\pm 1.201,97\text{ m}^2$, di koordinat $2^{\circ}12'50''\text{ S}$, $113^{\circ}55'11''\text{ E}$.

Bangunan gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah ini diketahui memiliki 5 lantai dengan bentuk bangunan tersebut tergolong irreguler, karena berbentuk persegi panjang. Gedung ini menjadi lokasi objek penelitian yang sangat cocok untuk dianalisis terhadap beban gempa, karena jenis kolom utama yang digunakan ialah kolom persegi panjang dengan ukuran 400 mm x 600 mm, dengan elevasi ketinggian gedung yang tinggi dan tingkatan antar lantai yang cukup jauh, serta kapasitas struktur kolom yang berbeda pada antar lantai.



Gambar 1. Lokasi Objek Penelitian Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah

Sumber: Gambar Rencana DED Gedung Kejati Kalteng

Peralatan Analisis

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) yang bernama SAP2000. SAP2000 merupakan sebuah aplikasi komputer yang diproduksi oleh Computer and Structures, Inc. Yang dapat membantu menghitung dan menentukan kekuatan struktur suatu bangunan dengan mudah dan efisien, serta dapat mengolah data kesimpulan perhitungan. Sehingga perangkat lunak ini sangat membantu peneliti untuk melakukan penelitian tugas akhir [8].

Disisi lain, penulis juga menggunakan aplikasi komputer tambahan yang dapat mengolah data perhitungan, yaitu Microsoft Excel. Program tersebut dapat mengolah hasil data menjadi lebih sistematis, dengan adanya baris dan kolom yang dapat membuat pembaca *engineer* ataupun yang non-*struktural engineer* dapat memahami arti dan makna dari hasil perhitungan dari SAP2000 [9].

Penulis juga menggunakan sebuah website yang disediakan pihak Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Indonesia yaitu <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>, untuk mengambil data percepatan gempa sesuai kategori wilayah atau tempat yang disesuaikan dari kasus yang ditentukan penulis.

Data Penelitian

Data yang diperlukan dari penelitian ini, ialah data sekunder DED yang didapatkan dari konsultan perencana dan kontraktor pelaksana pada proyek Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah tersebut, meliputi data-data struktur seperti data detail kolom, detail balok, detail plat lantai, dll, untuk mendukung kebutuhan analisis struktur. Data detail kolom dan balok, serta denah dari bangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. Data Detail Balok

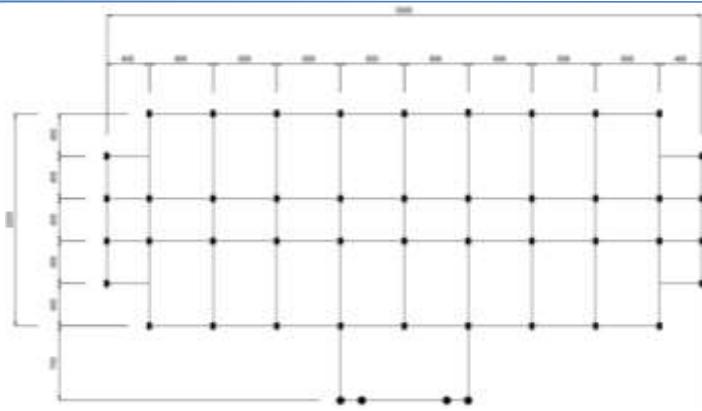
Tingkatan	Dimensi	Tumpuan				Lapangan			
		Tulangan Atas	Tulangan Samping	Tulangan Bawah	Tulangan Sengkang	Tulangan Atas	Tulangan Samping	Tulangan Bawah	Tulangan Sengkang
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Tingkat 1	400 x 600	7D19	2D19	5D19	φ10 - 200	5D19	2D19	5D19	φ10 - 200
Tingkat 2	400 x 600	7D19	2D19	5D19	φ10 - 200	5D19	2D19	5D19	φ10 - 200
Tingkat 3	400 x 600	7D19	2D19	5D19	φ10 - 200	5D19	2D19	5D19	φ10 - 200
Tingkat 4	400 x 600	7D19	2D19	5D19	φ10 - 200	5D19	2D19	5D19	φ10 - 200
Tingkat 5	400 x 500	4D190	2D19	4D19	φ10 - 200	4D19	2D19	4D19	φ10 - 200

Sumber: Rencana DED Gedung Kejati Kalteng

Tabel 2. Data Detail Kolom

Tingkatan	Dimensi	Tulangan	Tulangan	Tulangan	Tulangan
		Atas	Samping	Bawah	Sengkang
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
Tingkat 1	400 x 600	4D19	8D19	4D19	φ8 - 200
Tingkat 2	400 x 600	4D19	8D19	4D19	φ8 - 200
Tingkat 3	400 x 600	4D19	8D19	4D19	φ8 - 200
Tingkat 4	400 x 600	3D19	6D19	3D19	φ8 - 200
Tingkat 5	400 x 600	3D19	4D19	3D19	φ8 - 200

Sumber: Rencana DED Gedung Kejati Kalteng



Gambar 2. Denah Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah
Sumber: Olahan Penulis

Metode Penelitian

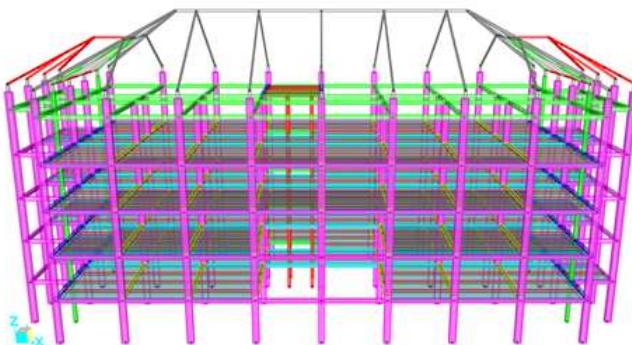
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah analisis dan perhitungan kapasitas struktur pada Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah. Metode yang digunakan pada analisis respon dinamik bangunan terhadap beban gempa dinamik adalah *response spectrum*. *response spectrum* memiliki keunggulan yaitu mendapatkan hasil yang paling mendekati kondisi eksisting bangunan jika terkena beban gempa, dan merupakan salah satu metode linear bagi analisis dinamik pada bangunan terhadap beban gempa kerusakan bangunan pada saat bangunan tersebut terkena beban gempa dinamik[10].

Kemudian, akan dilakukan perhitungan kapasitas struktur kolom pada antar lantai pada grid yang mengalami gaya terbesar. Untuk menunjukkan pengaruh perbedaan kapasitas struktur kolom yang berbeda pada antar lantai di gedung tersebut yang terkena beban gempa dinamik. Analisis dilakukan dengan mengacu pada peraturan sebagai berikut:

- SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung” [11].
- SNI 1727:2020 “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain”[12].
- SNI 2847:2019 “Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan” [13].
- PPIUG 1987 (Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1987) [14].

Permodelan Struktur

Permodelan struktur merupakan sebuah langkah membuat model struktur dengan aplikasi SAP2000 untuk Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah. Memodelkan struktur ialah memodelkan ukuran – ukuran dan kapasitas struktur kolom, balok, ketebalan plat lantai, dll, sesuai dengan gambar DED pada gedung tersebut. Permodelan struktur dilakukan sebagai berikut:



Gambar 3. Permodelan Struktur Bangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah
Sumber: Penulis

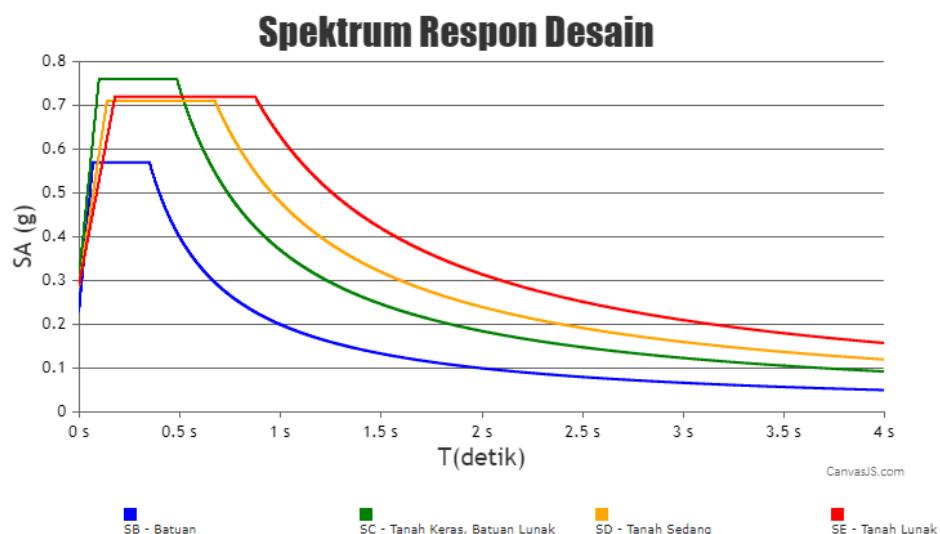
Analisis Pembebanan

Pembebanan dalam struktur bangunan ini mengacu pada peraturan SNI dan PPIUG 1987. SNI merupakan sebuah standar peraturan-peraturan perencanaan pembangunan konstruksi di Indonesia. Untuk standar pembebanan pada gedung ini digunakan SNI 1727:2020 “Beban Desain Minimum dan Kriteria

Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain” dan PPIUG 1987. Berdasarkan kriteria peraturan tersebut, gedung ini tergolong dengan kriteria fungsional untuk perkantoran. Maka, kombinasi beban serta penginputan jenis beban digolongkan berdasarkan kriteria fungsional bangunan gedung tersebut.

Untuk beban gempa mengacu pada peraturan SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”. Data percepatan gempa dynamic pada gedung ini mengacu kepada gempa yang memiliki kekuatan yang sama dengan yang berpotensi terjadi di Kota Banjarmasin. Gempa yang diacu tentunya diambil pada wilayah dengan intensitas gempa $\geq 7,0$ magnitudo, dengan mengambil data tersebut di website <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>.

Pada penelitian kali ini, dipilih gempa berkekuatan 7,6- 7,9 magnitudo yang melanda lepas pantai dekat Kepulauan Tanimbar, Maluku, Indonesia. Karena, menurut CBC Indonesia (2024) gempa tersebut merupakan gempa bumi terkuat yang terjadi di Indonesia pada tahun 2023. Gempa tersebut menyebabkan 8 rumah roboh dan 84 bangunan lainnya mengalami kerusakan di Kepulauan Tanimbar. Data spectrum response design dari gempa tersebut dapat dilihat sebagai berikut:



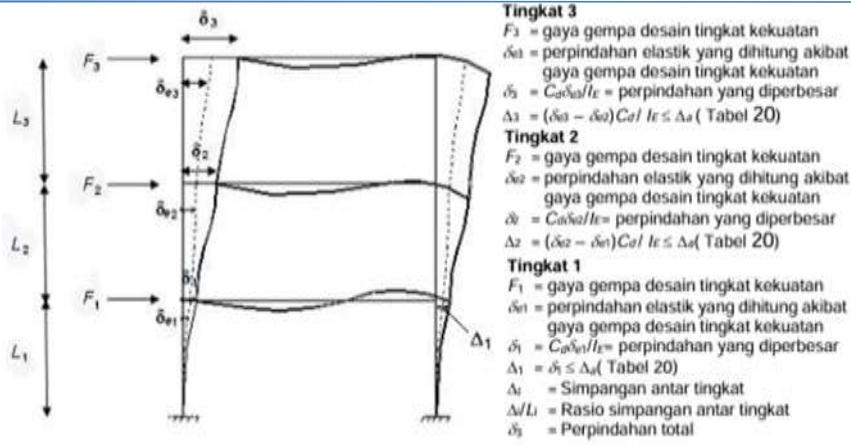
Gambar 4. Spectrum Response Design pada Gempa Kepulauan Tanimbar

Sumber: <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>

Untuk kombinasi pembebanan dilakukan menggunakan 18 kombinasi pembebanan yang sesuai pada SNI 1726:2019 “Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung”.

Analisis Respon Dinamik

Analisis respon dinamik ditentukan melalui simpangan antar tingkat yang bertujuan untuk mengetahui kinerja struktur gedung dalam menahan kestabilan struktur dan kenyamanan para penghuni, mencegah kerusakan non-struktural, dan meminimalisir retak beton yang terjadi. Dalam menentukan simpangan antar tingkat desain wajib dihitung sebagai diferensiasi simpangan pada pusat massa di tingkat atas dan di bawah tingkat yang ditinjau. Penentuan simpangan antar tingkat dapat dilihat pada **Gambar 4.** berikut ini:



Gambar 5. Penentuan Simpangan Antar Tingkat

Sumber: SNI 1726:2019

Rasio dari simpangan antar lantai wajib dihitung sebagai selisih terbesar dari defleksi pada titik-titik di atas dan di bawah tingkat yang letaknya segaris vertikal dan di sepanjang satu bagian tepi struktur. Simpangan antar tingkat dapat ditentukan sebagai berikut:

$$\Delta_1 = \frac{\left(\frac{\delta_1 C_d}{I_e}\right)}{H}$$

$$\Delta_2 = \frac{\left(\frac{(\delta_1 - \delta_2)C_d}{I_e}\right)}{H}$$

Analisis Kapasitas Kolom

Analisis kapasitas kolom merupakan proses untuk menentukan kemampuan maksimum suatu kolom dalam menahan beban-beban yang bekerja padanya sebelum mengalami kegagalan. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menganalisis kapasitas ini adalah metode diagram interaksi. Dalam menentukan kapasitas struktur kolom terdapat tiga bagian yaitu momen lentur, gaya aksial, dan gaya geser, untuk penentuan lebih lanjutnya dapat dilihat sebagai berikut:

a. Kapasitas Momen Lentur Kolom

Pada perhitungan kapasitas aksial dan lentur elemen kolom harus dilakukan perhitungan berdasarkan kondisinya yaitu kondisi seimbang ($C=C_b$), kondisi tarik ($C < C_b$), dan kondisi tekan ($C > C_b$). Pada perhitungan kapasitas momen lentur dapat ditentukan sebagai berikut:

$$M_n = \sum F_s d_s + C_c d_c$$

b. Kapasitas Aksial Kolom

Pada perhitungan kapasitas aksial elemen kolom dapat ditentukan perhitungan sebagai berikut:

$$P_n = \sum F_s + C_c$$

c. Kapasitas Geser Kolom

Pada perhitungan kapasitas geser elemen kolom dapat ditentukan perhitungan sebagai berikut:

$$V_n = V_s + V_c$$

Analisis Kapasitas Balok

Analisis kapasitas balok adalah proses untuk menentukan kemampuan maksimum balok dalam menahan beban lentur dan/atau gaya geser sebelum mengalami keruntuhan. Analisis ini melibatkan evaluasi terhadap mutu material (beton dan baja tulangan), dimensi penampang, serta distribusi dan jumlah tulangan yang digunakan. Dalam menentukan kapasitas struktur balok terdapat dua bagian yaitu momen lentur dan gaya geser, untuk penentuan lebih lanjutnya dapat dilihat sebagai berikut:

a. Kapasitas Momen Lentur Balok

Pada perhitungan kapasitas lentur elemen balok dapat ditentukan perhitungan sebagai berikut:

$$M_n = A_s f_y (d - \frac{1}{2} \alpha)$$

b. Kapasitas Geser Balok

Pada perhitungan kapasitas geser elemen balok harus dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$V_n = V_s + V_c$$

Analisis Strong Column Weak Beam

Bagian struktur yang menahan momen dan gaya aksial (kolom) yang disebabkan beban gempa, serta beban aksial terfaktor melebihi $A_g f_c' / 10$ harus memenuhi persyaratan dimensi penampang terkecil, diukur searah dengan garis lurus yang melewati titik pusat/titik berat geometris penampang, tidak kurang dari 300 mm dan perbandingan antara ukuran terkecil penampang terhadap ukuran dalam arah tegak lurusnya kurang dari 0,4.

Berdasarkan SNI 2847:2019 Pasal 18.7.3, kuat lentur dari suatu kolom harus memenuhi persyaratan berikut:

$$\Sigma M_{nc} + \Sigma M_{nb} \geq 1,2$$

3. Hasil dan Pembahasan
Analisis Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 1726:2019 Pasal 7.8.6. Gaya dari beban gempa akan menimbulkan simpangan pada struktur dalam arah horizontal. Pada tahapan perencanaan struktur, maka simpangan antar lantai tingkat (*story drift*) wajib diperiksa secara rutin untuk keamanan struktur, mencegah penurunan fungsi elemen-elemen non-struktur, dan untuk menjaga kenyamanan para pengguna bangunan. Dalam menentukan simpangan antar lantai di tingkat desain (Δ) wajib dihitung perbedaan defleksi/lendutan pada pusat massa di tingkat paling atas dan tingkat paling bawah yang ditinjau.

Pada penentuan simpangan antar lantai ini, dilakukan terhadap kedua arah yaitu X dan Y. Perhitungan lebih lanjut dari simpangan antar lantai dan kontrolnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Simpangan Antar Tingkat arah X

Lantai	Elevasi (mm)	Simpangan antar tingkat (Δx)	Simpangan antar tingkat izin (Δa)	kontrol ($\Delta x < \Delta a$)
		(mm)	(mm)	
Lantai 6	21000	15,864	84,000	Memenuhi
Lantai 5	16800	28,944	84,000	Memenuhi
Lantai 4	12600	43,025	84,000	Memenuhi
Lantai 3	8400	51,105	84,000	Memenuhi
Lantai 2	4200	35,382	84,000	Memenuhi
Lantai 1	0	0,000	0,000	Memenuhi

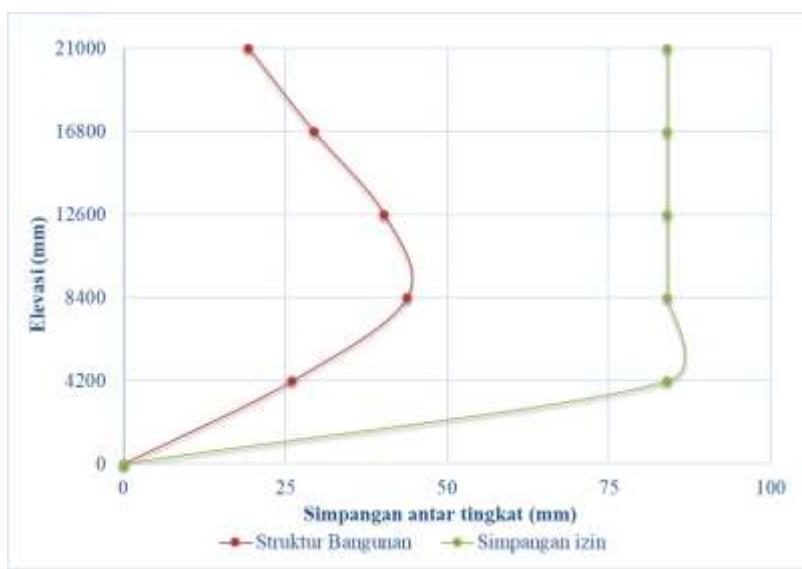
Sumber: Analisis data (2025)

Tabel 4. Simpangan Antar Tingkat arah X

Lantai	Elevasi (mm)	Simpangan antar tingkat (Δx)	Simpangan antar tingkat izin (Δa)	kontrol ($\Delta x < \Delta a$)
		(mm)	(mm)	
Lantai 6	21000	12,505	84,000	Memenuhi
Lantai 5	16800	19,608	84,000	Memenuhi
Lantai 4	12600	28,575	84,000	Memenuhi
Lantai 3	8400	33,492	84,000	Memenuhi
Lantai 2	4200	22,928	84,000	Memenuhi
Lantai 1	0	0,000	0,000	Memenuhi

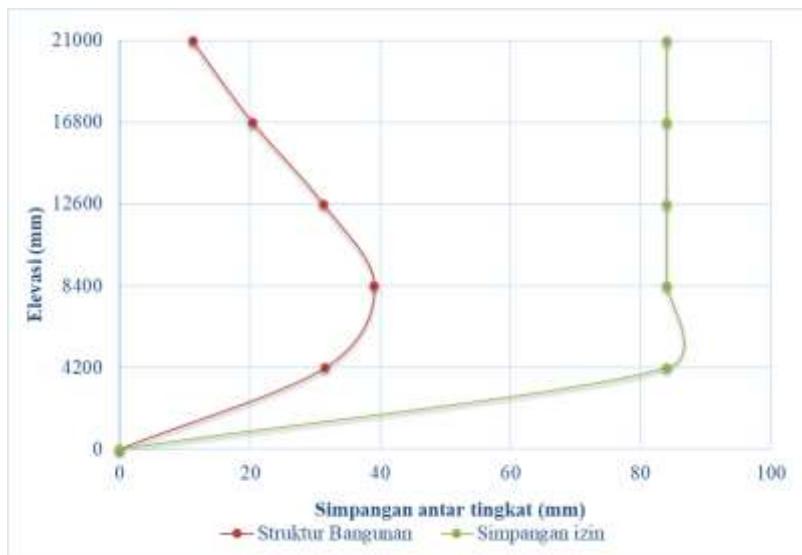
Sumber: Analisis data (2025)

Dari **Tabel 4** di atas, dapat diolah grafik simpangan antar tingkat beserta kontrolnya pada bangunan Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah sebagai berikut:



Gambar 6. Grafik Simpangan Antar Tingkat arah X

Sumber: Analisis data (2025)



Gambar 7. Grafik Simpangan Antar Tingkat arah Y

Sumber: Analisis data (2025)

Gambar 7 di atas menunjukkan bahwa simpangan antar tingkat yang terjadi pada sebuah struktur tersebut telah memenuhi nilai simpangan izin ($\Delta_x < \Delta_a$), sehingga simpangan antar tingkat tidak akan berpengaruh besar hingga menimbulkan keruntuhan (*collapse*) pada setiap lantai. Namun, nilai-nilai simpangan antar tingkat yang besar meskipun masih memenuhi kontrol akan berbanding lurus terhadap kerusakan yang terjadi, sehingga pengaruhnya terhadap kerusakan juga akan mengikuti nilai simpangan antar tingkat yang terjadi.

Analisis Kapasitas Kolom

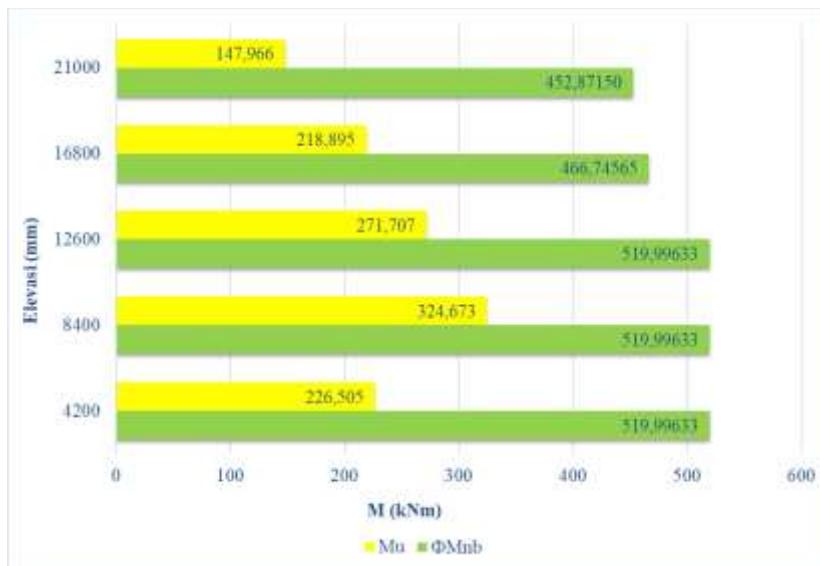
Analisis kapasitas struktur kolom yang dianalisis ialah berupa kapasitas momen lentur, kapasitas aksial, dan kapasitas geser pada model bangunan. Untuk kapasitas momen lentur kolom dilakukan menggunakan metode diagram interaksi kolom, perhitungan serta grafik kapasitas struktur kolom dapat dilihat sebagai berikut:

a. Kapasitas Momen Lentur Kolom

Tabel 5. Kapasitas Maksimum Momen pada Kolom

Tingkatan	Elevasi (mm)	ΦM_{nb} (kNm)	M_u (kNm)
Tingkat 1	4200	519,9963	226,505
Tingkat 2	8400	519,9963	324,673
Tingkat 3	12600	519,9963	271,707
Tingkat 4	16800	466,7456	218,895
Tingkat 5	21000	452,8715	147,966

Sumber: Analisis data (2025)



Gambar 8. Grafik Kapasitas Maksimum Momen pada Kolom

Sumber: Analisis data (2025)

Berdasarkan perhitungan dan grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa untuk kapasitas momen dari pengaruh perbedaan kapasitas struktur kolom pada antar tingkat terhadap beban gempa tidaklah berpengaruh dominan, dikarenakan distribusi beban gempa yang semakin berkurang terhadap elevasi yang tinggi dan kapasitas momen dari setiap struktur kolom juga baik dalam menahan beban gempa yang terjadi (memenuhi persyaratan).

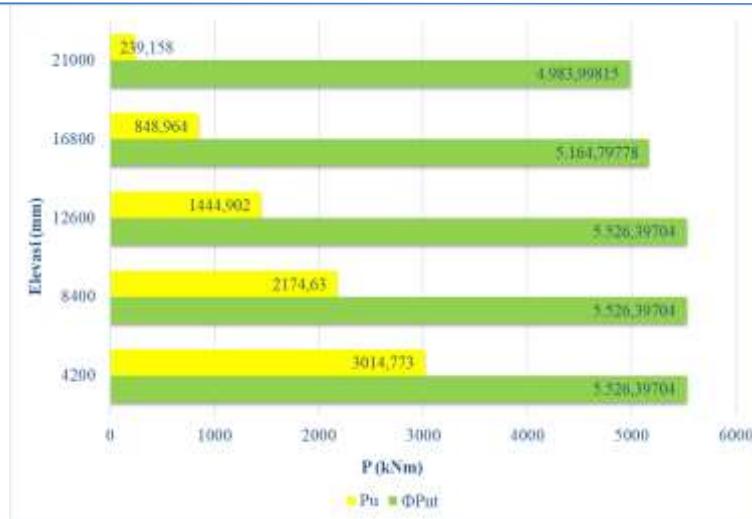
b. Kapasitas Aksial Kolom

Kapasitas maksimum aksial pada kolom menunjukkan bahwa distribusi beban lateral gempa yang terjadi masih dapat ditahan oleh kapasitas struktur kolom pada setiap lantainya, sehingga tidak berpengaruh dominan dan kapasitas aksial dari setiap struktur kolom juga baik dalam menahan beban gempa yang terjadi (memenuhi persyaratan).

Tabel 6. Kapasitas Maksimum Aksial pada Kolom

Tingkatan	Elevasi (m)	ΦP_{nt} (kN)	P_u (kN)
Tingkat 1	4200	5526,397	3014,773
Tingkat 2	8400	5526,397	2174,63
Tingkat 3	12600	5526,397	1444,902
Tingkat 4	16800	5164,7978	848,964
Tingkat 5	21000	4983,9982	239,158

Sumber: Analisis data (2025)



Gambar 9. Grafik Kapasitas Maksimum Aksial pada Kolom

Sumber: Analisis data (2025)

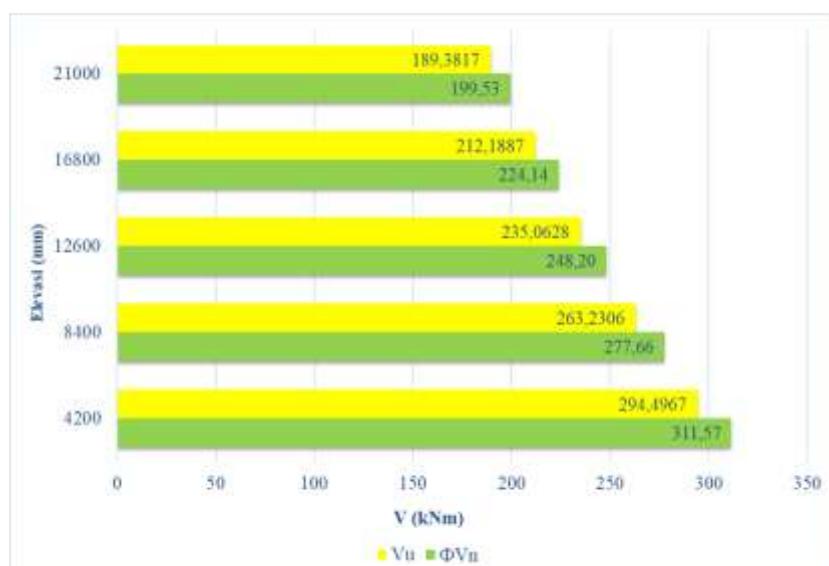
c. Kapasitas Geser Kolom

Kapasitas maksimum geser kolom menunjukkan bahwa pengaruh dari distribusi beban gempa pada setiap lantai mempengaruhi kapasitas geser tersebut namun masih dalam batas aman, karena kapasitas geser dari setiap struktur kolom masih dapat menahan beban gempa yang terjadi (memenuhi persyaratan).

Tabel 7. Kapasitas Maksimum Geser pada Kolom

Tingkatan	Elevasi (m)	ΦVn (kN)	Vu (kN)
Tingkat 1	4200	311,5651	294,4967
Tingkat 2	8400	277,6571	263,2306
Tingkat 3	12600	248,1979	235,0628
Tingkat 4	16800	224,1431	212,1887
Tingkat 5	21000	199,5285	189,3817

Sumber: Analisis data (2025)



Gambar 10. Grafik Kapasitas Maksimum Geser pada Kolom

Sumber: Analisis data (2025)

Analisis Kapasitas Balok

Karena balok tidak dipengaruhi oleh gaya lateral dari gempa sehingga analisis kapasitas struktur balok yang dianalisis berupa kapasitas momen lentur dan kapasitas geser pada kedua model bangunan dengan tujuan sebagai validasi dari SCWB. Untuk perhitungan kapasitas struktur balok dapat dilihat sebagai berikut:

a. Kapasitas Momen Lentur Balok

Tabel 8. Kapasitas Maksimum Momen pada Balok

Tingkatan	Tumpuan (negatif)	lapangan (negatif)	Lapangan (positif)	Tumpuan (Positif)
	ΦM_n	ΦM_n	ΦM_n	ΦM_n
	(kNm)	(kNm)	(kNm)	(kNm)
Tingkat 1	319,2102	240,6588	240,6588	240,6588
Tingkat 2	319,2102	240,6588	240,6588	240,6588
Tingkat 3	319,2102	240,6588	240,6588	240,6588
Tingkat 4	319,2102	240,6588	240,6588	240,6588
Tingkat 5	157,1067	157,1067	157,1067	157,1067

Sumber: Analisis data (2025)

b. Kapasitas Geser Balok

Tabel 9. Kapasitas Maksimum Geser pada Balok

Tingkatan	Tumpuan lapangan	
	ΦV_n	ΦV_n
	(kN)	(kN)
Tingkat 1	184,8654	184,8654
Tingkat 2	184,8654	184,8654
Tingkat 3	184,8654	184,8654
Tingkat 4	184,8654	184,8654
Tingkat 5	150,6627	150,6627

Sumber: Analisis data (2025)

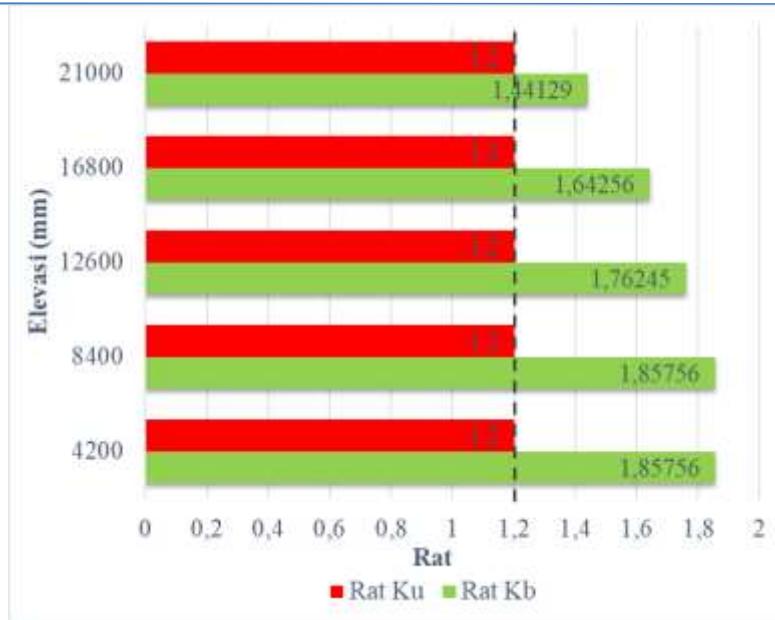
Analisis Strong Column Weak Beam (SCWB)

Strong column weak beam ialah salah satu langkah untuk menganalisis kekuatan sebuah bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), yang berarti kolom harus memiliki kapasitas struktur yang lebih kuat, minimal lebih besar 20% dibandingkan kapasitas struktur pada balok. Perhitungan lebih lanjut mengenai *strong column weak beam* dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 10. Strong Column Weak Beam

Tingkatan	Elevasi (mm)	Rat kb	Rat ku	Keterangan
Tingkat 5	21000	1,44129	1,2	Memenuhi
Tingkat 4	16800	1,64256	1,2	Memenuhi
Tingkat 3	12600	1,76245	1,2	Memenuhi
Tingkat 2	8400	1,85756	1,2	Memenuhi
Tingkat 1	4200	1,85756	1,2	Memenuhi

Sumber: Analisis data (2025)


Gambar 11. Grafik Strong Column Weak Beam

Sumber: Analisis data (2025)

Berdasarkan perhitungan dan grafik *Strong Column Weak Beam* di atas, dapat dilihat bahwa setiap tingkatkan memenuhi prinsip dari *Strong Column Weak Beam* yang menjadi persyaratan sebuah struktur bangunan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Karena itu, struktur bangunan dapat menahan beban gempa yang terjadi, meskipun dipengaruhi perbedaan kapasitas struktur kolom yang berbeda pada setiap antar tingkatannya.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan kapasitas kolom antar lantai dalam bangunan bertingkat dapat memengaruhi kinerja struktur secara signifikan terhadap beban gempa. Studi kasus dilakukan pada Gedung Kejaksaan Tinggi Provinsi Kalimantan Tengah yang memiliki variasi ukuran dan tulangan kolom pada tiap lantai. Dari hasil analisis dinamik menggunakan metode *response spectrum* sesuai SNI 1726:2019, diperoleh bahwa simpangan antar tingkat (*interstory drift*) pada semua lantai masih memenuhi batas aman, namun nilai simpangan yang besar tetap dapat meningkatkan potensi kerusakan, khususnya pada elemen non-struktural. Kapabilitas momen lentur, aksial, dan geser kolom masih berada dalam batas kapasitas yang aman terhadap gaya gempa, menunjukkan kolom masih mampu menahan beban secara efisien.

Struktur bangunan memenuhi prinsip “Strong Column – Weak Beam” (SCWB), artinya kekuatan kolom lebih besar daripada balok. Ini adalah kunci penting agar mekanisme keruntuhan tidak terjadi di kolom (yang lebih krusial bagi kestabilan struktur). Meskipun struktur lolos kriteria desain gempa, ketidakteraturan kapasitas kolom antar lantai berisiko menyebabkan konsentrasi tegangan dan ketidakseimbangan distribusi beban, yang dapat berdampak pada performa jangka panjang struktur.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sangat banyak kepada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya atas dukungan terhadap penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pendamping penulis yang telah banyak membantu dalam pengumpulan data dan penyusunan laporan penelitian, penyemangat dalam segala dilema penelitian, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

6. Singkatan

SNI	Standar Nasional Indonesia
DED	<i>Detailed Engineering Design</i>
PPIUG	Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung
SRPMK	Sistem Rangka Pemikul Momen
SCWB	<i>Strong Column Weak Beam</i>

7. Referensi

- [1] L. Irawan, L. H. Hasibuan, and F. Fauzi, "Analisa Prediksi Efek Kerusakan Gempa Dari Magnitudo (Skala Richter) Dengan Metode Algoritma Id3 Menggunakan Aplikasi Data Mining Orange," *J. Teknol. Inf. J. Keilmuan dan Apl. Bid. Tek. Inform.*, vol. 14, no. 2, pp. 189–201, 2020, doi: 10.47111/jti.v14i2.1079.
- [2] F. Krisdianto, "Analisis Stabilitas Pada Tubuh Bendungan Dengan Irisan Fellenius Dan Debit Rembesan Dengan Metode Casagrande Menggunakan Software Geostudio," 2021, [Online]. Available: <https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/36134>
- [3] Skolnik, Derek A., and John W. Wallace. "Critical assessment of interstory drift measurements." *Journal of structural engineering* 136.12 (2010): 1574-1584.
- [4] R. Randi, Deded Eka Sahputra, and Nanda, "Analisis Struktur Tahan Gempa Pada Office Building Di Spam (Sistem Penyediaan Air Minum) Pekanbaru-Kampar Kapasitas 1000 Liter/Detik Dengan Pushover Analysis," *Civ. Eng. Collab.*, vol. 9, pp. 13–19, 2024, doi: 10.35134/jcivil.v9i1.71.
- [5] Y. P. A. Rumbyarso and G. Pribadi, "Analisis Perbandingan Kinerja Struktur Tahan Gempa Pada Wilayah Berbeda Dengan Metode Respon Spektrum (Studi Kasus : Apartemen 19 Lantai)," *J. Tek. Sipil dan Bangunan*, vol. 1, no. 2, pp. 69–72, 2024.
- [6] D. Zebua and L. S. Budi Wibowo, "Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Simpangan Lateral Gedung Beton Bertulang," *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 7–11, 2023, doi: 10.25139/jprs.v6i1.4901.
- [7] T. Irawan, R. Anggrainy, and M. Agustini, "Pengaruh Gaya Gempa Terhadap Bangunan Ruko 2 Lantai Menggunakan Metode Statik Ekuivalen," *Bear. J. Penelit. dan Kaji. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 2, p. 100, 2024, doi: 10.32502/jbearing.v9i2.9091.
- [8] R. Andika and T. Roesdiana, "Interpretation of SAP2000 Analysis Results Using the Design Response Spectrum Method in Earthquake Resistance in the Structural Performance of High-Story Buildings According to SNI 1726:2019," *J. World Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 196–213, 2025, doi: 10.58344/jws.v4i2.1294.
- [9] N. P. Artiwi, "Kinerja Ruas Jalan Taman - Keganteran Sebagai Fungsi Aksesibilitas Dan Mobilitas Wilayah," *J. Sustain. Civ. Eng.*, vol. 3, no. 02, 2021, doi: 10.47080/josce.v3i02.1430.
- [10] M. Syarif, S. Astika, and A. Viddy, "Study on the Application of Earthquake Resistant Standards (SNI 1726: 2019) Against Building in Yogyakarta City," pp. 148–153, 2023, doi: 10.5220/0011729600003575.
- [11] Z. Al Jauhari, A. K. Nur, R. A. Fitrah, and S. Apriwelni, "Comparative study of SNI 1726 : 2012 and SNI 1726 : 2019 guidelines for response spectrum 2D method (study case : GKT II building of Bengkalis State Polytechnic)," vol. 05004, pp. 1–7, 2021.
- [12] Windarta, M. A. T., D. J. Jaya, and S. Widodo. "Comparative study on using of SNI 1726-2012 and SNI 1726-2019 for calculating of internal force magnitude of lecture building in DI Yogyakarta Province." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 708. No. 1. IOP Publishing, 2021.
- [13] Y. Prima and A. Rumbyarso, "Perencanaan Struktur Bangunan Atas (Upper Structure) Gedung Stie Bank Bpd Jateng Kota Semarang," *J. Teknokris*, vol. 24, no. 1, pp. 1–7, 2021.
- [14] A. Andi, B. Mahendra, and M. Ridwan, "Perencanaan Konstruksi Bangunan Gedung Enam Lantai," *Akselerasi J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 66–73, 2023.