PERBANDINGAN PERILAKU STRUKTUR KOLOM BERJENJANG DAN TIDAK BERJENJANG GEDUNG FMIPA UNIVERSITAS GADJAH MADA YOGYAKARTA

Fernando Priatama[1], Sudirman Indra,[2], dan Mohammad Erfan[3]

[123)] *Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jl. Bend. Sigura-Gura No. 2, Malang*
Email: nandotama99@gmail.com

ABSTRACT

Yogyakarta is located in a high seismic risk zone, making earthquake-resistant structural design essential especially for multi-story educational buildings like the FMIPA UGM facility. This study compares two structural configurations: stepped columns and non-stepped columns, using the Special Moment Resisting Frame System (SMRFS) in accordance with SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, and SNI 2847:2019. Structural analysis was conducted using ETABS software to evaluate key parameters such as fundamental period, base shear force, and inter-story drift. The results reveal that the stepped column configuration yields a shorter vibration period, lower base shear, and reduced inter-story drift compared to the non-stepped column structure. The maximum drift occurs on the 10th floor, with a difference of 19.19% in the X direction and 16.2% in the Y direction. These findings suggest that stepped columns enhance structural efficiency and seismic performance in multi-story buildings. Moreover, the stepped configuration may reduce structural damage and improve occupant comfort during seismic events. This research contributes valuable insights to the development of earthquake-resistant design strategies in disaster-prone regions, offering practical recommendations for engineers and designers seeking to optimize structural resilience and safety.

Keywords: Coloumn, Building Structural Behavior, Earthquake-Resistant Structure

ABSTRAK

Yogyakarta merupakan wilayah dengan tingkat risiko gempa yang tinggi, sehingga perencanaan struktur bangunan harus memperhatikan ketahanan terhadap beban seismik. Gedung FMIPA UGM sebagai fasilitas pendidikan bertingkat memerlukan sistem struktur yang mampu merespons gaya gempa secara efektif. Penelitian ini membandingkan dua konfigurasi struktur kolom berjenjang dan kolom tidak berjenjang dengan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai ketentuan SNI 1726:2019, SNI 1727:2020, dan SNI 2847:2019. Analisis dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS untuk mengevaluasi parameter seperti periode getar, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai. Hasil menunjukkan bahwa struktur dengan kolom berjenjang memiliki periode getar yang lebih pendek, gaya geser dasar yang lebih rendah, serta simpangan antar lantai yang lebih kecil dibandingkan struktur dengan kolom tidak berjenjang. Simpangan maksimum terjadi pada lantai 10, dengan selisih sebesar 19,19% pada arah X dan 16,2% pada arah Y. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan kolom berjenjang dapat meningkatkan efisiensi struktur dan performa seismik bangunan bertingkat. Selain itu, konfigurasi kolom berjenjang juga berpotensi mengurangi kerusakan struktural dan meningkatkan kenyamanan penghuni saat terjadi gempa. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan desain struktur tahan gempa di wilayah rawan bencana.

Kata kunci: kolom, perilaku struktur gedung, struktur tahan gempa

1. PENDAHULUAN

Yogyakarta dikenal luas sebagai Kota Pelajar karena menjadi pusat pendidikan yang menampung ribuan mahasiswa dari berbagai penjuru Indonesia. Suasana akademik yang kental berpadu dengan budaya lokal yang ramah dan inklusif, menjadikan Yogyakarta tempat ideal untuk menimba ilmu sekaligus membentuk karakter. Selain itu, biaya hidup yang relatif terjangkau dan lingkungan yang kondusif turut memperkuat daya tarik kota ini sebagai destinasi pendidikan unggulan di Indonesia. Namun, perlu disadari bahwa Yogyakarta juga berada di wilayah yang tergolong rawan gempa. Kondisi ini menuntut perhatian khusus dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur, terutama bangunan pendidikan, agar mampu menghadapi potensi bencana secara aman dan berkelanjutan.

Gedung Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) UGM merupakan salah satu bangunan bertingkat yang memiliki fungsi vital sebagai pusat

kegiatan akademik. Dalam perencanaan struktur bangunan tersebut, pemilihan sistem struktur yang mampu memberikan performa optimal terhadap beban gempa menjadi sangat penting. Salah satu aspek yang memengaruhi perilaku struktur adalah konfigurasi kolom, khususnya antara kolom berjenjang dan tidak berjenjang. Kolom berjenjang memiliki dimensi penampang yang berubah secara vertikal, yang dapat memengaruhi distribusi kekakuan dan gaya internal, sedangkan kolom tidak berjenjang memiliki dimensi seragam sepanjang tinggi bangunan. Perbedaan ini berpotensi menghasilkan respons struktur yang berbeda terhadap beban lateral seperti gempa yang berdampak pada keamanan dan efisiensi desain, sehingga perlu dilakukan studi perbandingan secara menyeluruh.

Dalam konteks wilayah seismik seperti Yogyakarta, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dipilih sebagai sistem struktur utama dalam perencanaan Gedung FMIPA UGM. SRPMK dirancang untuk memiliki daktilitas tinggi dan kemampuan disipasi energi yang baik, sehingga mampu mempertahankan kestabilan struktur saat terjadi gempa besar. Sistem ini juga memungkinkan fleksibilitas dalam desain arsitektural tanpa mengorbankan aspek keamanan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan struktur bangunan di wilayah rawan gempa, seperti Yogyakarta, harus mengacu pada prinsip-prinsip desain tahan gempa yang diatur dalam SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Menurut Chopra (2012), respons dinamik struktur sangat dipengaruhi oleh konfigurasi elemen vertikal, termasuk kolom, yang berperan dalam menahan gaya lateral akibat gempa. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) menjadi salah satu sistem yang direkomendasikan untuk bangunan bertingkat karena memiliki daktilitas tinggi dan kapasitas disipasi energi yang baik.

Kolom berjenjang merupakan konfigurasi di mana dimensi kolom berubah secara bertahap antar lantai, bertujuan untuk menyesuaikan kebutuhan kekuatan dan kekakuan struktur. Studi oleh Mazzolani & Piluso (1996) menunjukkan bahwa perubahan dimensi kolom dapat memengaruhi distribusi gaya dalam struktur dan perilaku simpangan antar lantai. Sebaliknya, kolom tidak berjenjang memiliki dimensi seragam dari bawah hingga atas, yang dapat menyederhanakan proses konstruksi namun berisiko menghasilkan simpangan yang lebih besar pada lantai atas.

Dinamika struktur adalah studi tentang respons struktur terhadap beban yang berubah terhadap waktu, seperti gempa bumi, angin, atau getaran mesin. Dalam konteks bangunan bertingkat, analisis dinamik sangat penting untuk memastikan bahwa struktur mampu menahan gaya inersia yang timbul akibat percepatan tanah saat gempa.

Beberapa parameter utama dalam dinamika struktur meliputi :

1. Periode getar

Waktu yang dibutuhkan struktur untuk menyelesaikan satu siklus getaran bebas. Struktur yang lebih fleksibel memiliki periode lebih panjang, sedangkan struktur kaku memiliki periode lebih pendek.

2. Gaya geser dasar

Gaya total yang ditransfer dari struktur ke pondasi akibat percepatan seismik. Besarnya dipengaruhi oleh massa struktur, percepatan tanah, dan faktor reduksi gempa.

3. Simpangan antar lantai

Perbedaan perpindahan antar lantai yang menjadi indikator deformasi dan potensi kerusakan. Nilai drift yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan non-struktural atau bahkan keruntuhan lokal.

Perencanan perbandingan perilaku struktur ini menggunakan perangkat lunak ETABS dan mengacu pada ketentuan dalam SNI yang berlaku, meliputi beban mati dan beban hidup (SNI 1727:2020), beban gempa (SNI 1726:2019), Analisis gempa menggunakan pembebanan dinamik berupa respon spektrum sesuai SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa, yang disesuaikan dengan lokasi bangunan. Selain itu, pemodelan struktur juga berpedoman pada SNI 2847:2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Data Perencanaan

1. Nama Gedung	: Gedung FMIPA UGM
2. Lokasi Gedung	: Bulak Sumur, Sleman, Daerah Istimewa Yokyakarta.
3. Jumlah lantai	: 12 + Atap
4. Panjang Gedung	: 50,4 m
5. Lebar Gedung	: 14,4 m
6. Tinggi Gedung	: 46,2 m

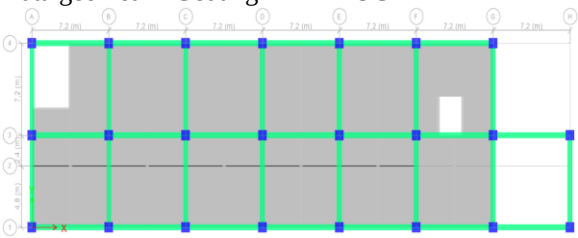
Data Kolom Berjenjang

1. Kolom (lt.1-lt.5)	: 800 x 800 mm
2. Kolom (lt.6-lt.9)	: 700 x 700 mm
3. Kolom (lt.10-lt.12)	: 700 x 700 mm
4. Balok Induk	: 400 x 800 mm
5. Balok Anak	: 300 x 500 mm

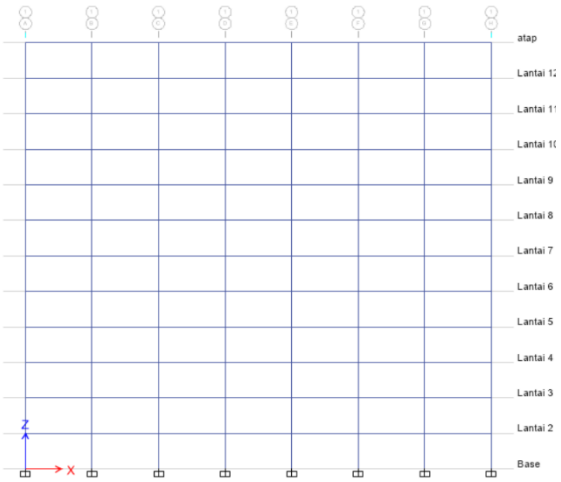
Data Kolom Tidak Berjenjang

1. Kolom (lt.1-lt.5)	: 800 x 800 mm
2. Balok Induk	: 400 x 800 mm
3. Balok Anak	: 300 x 500 mm

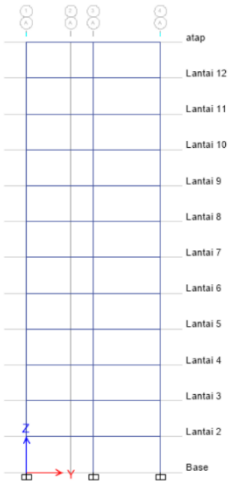
Data geometrik Gedung FMIPA UGM



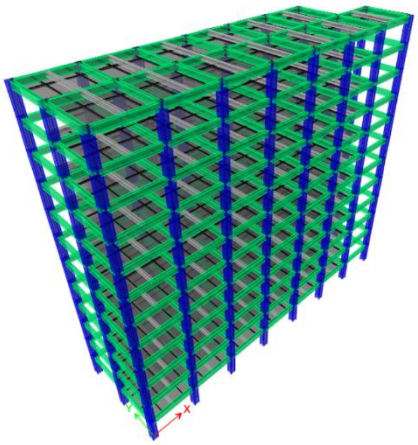
Gambar 1. Denah tipikal gedung



Gambar 2. Potongan memanjang

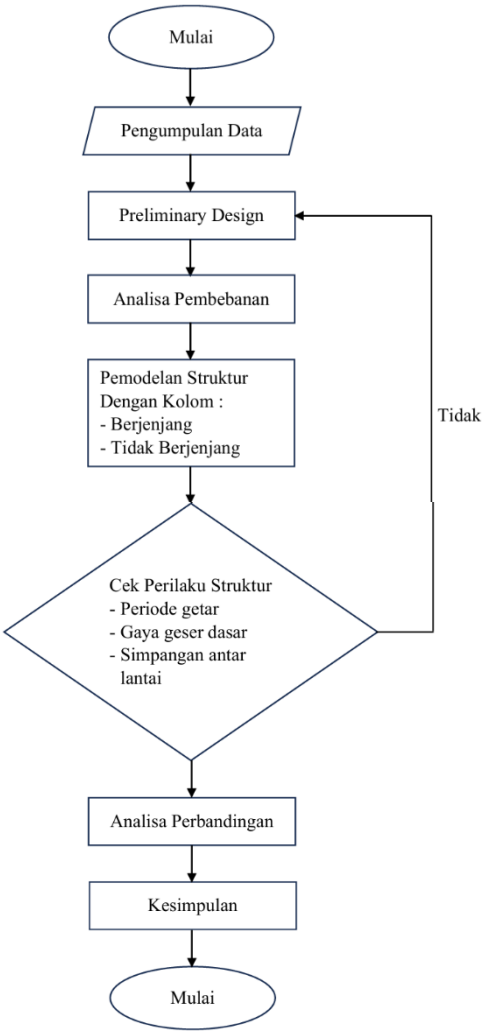


Gambar 3. Potongan melintang



Gambar 4. Tampak 3D

Bagan Alir



Gambar 5. Potongan melintang

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Periode Getar

Periode getar merupakan salah satu parameter utama dalam analisis dinamik struktur, yang mencerminkan tingkat kekakuan dan fleksibilitas bangunan terhadap beban gempa. Semakin besar nilai periode getar, semakin fleksibel struktur tersebut, dan sebaliknya, semakin kecil nilai periode getar menunjukkan struktur yang lebih kaku.

Tabel 1. Periode getar struktur

Variasi	Periode (detik)
Kolom Berjenjang	2,166
Kolom Tidak Berjenjang	2,178

Hasil pemodelan struktur Gedung FMIPA UGM menggunakan perangkat lunak ETABS menunjukkan perbedaan nilai periode getar antara dua konfigurasi kolom yang dianalisis. Struktur dengan kolom berjenjang menghasilkan periode getar yang lebih pendek dibandingkan struktur dengan kolom tidak berjenjang. Hal ini menunjukkan bahwa kolom berjenjang memberikan kontribusi terhadap peningkatan kekakuan global struktur, terutama karena penyesuaian dimensi kolom secara vertikal yang lebih adaptif terhadap distribusi beban.

Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar (base shear) merupakan respons total struktur terhadap beban gempa lateral yang bekerja pada dasar bangunan. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh massa struktur, kekakuan lateral, dan periode getar. Berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019, gaya geser dasar dari analisis dinamik harus minimal sama dengan 100% gaya geser dasar dari analisis statik ekuivalen. Apabila syarat ini belum tercapai, maka diperlukan penyesuaian melalui faktor skala yang dihitung dari ordinat spektrum respons. Nilai gaya geser dasar yang disajikan dalam tabel merujuk pada mode bentuk pertama, karena mode ini paling merepresentasikan respons awal struktur terhadap beban gempa dan menghindari efek torsional yang umumnya muncul pada mode-mode berikutnya. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh konfigurasi kolom belum memenuhi ambang tersebut, sehingga dilakukan peningkatan gaya geser dasar menggunakan faktor koreksi yang telah ditentukan.

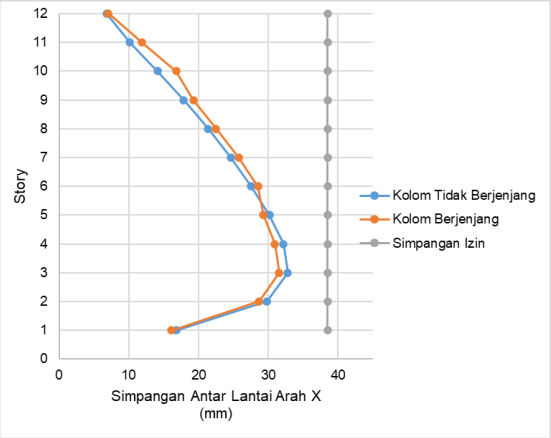
Tabel 2. Gaya geser dasar

Variasi	Arah	Gaya Geser Dasar (kN)
Kolom Berjenjang	X	4785,570
	Y	4599,839
Kolom Tidak Berjenjang	X	4920,853
	Y	4749,94

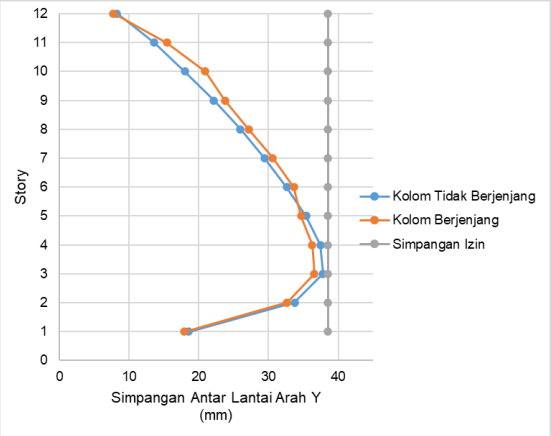
Tabel diatas menunjukkan gaya geser dasar pada arah sumbu X dan Y untuk struktur dengan kolom berjenjang lebih kecil dibandingkan struktur dengan kolom tidak berjenjang.

Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai (inter-story drift) merupakan indikator penting dalam menilai kenyamanan dan keamanan struktur terhadap deformasi lateral. Nilai simpangan yang melebihi batas dapat menyebabkan kerusakan non-struktural dan mengganggu fungsi bangunan. Sebelum dilakukan perbandingan antar konfigurasi kolom, perlu dipastikan terlebih dahulu bahwa nilai simpangan antar lantai pada masing-masing model tidak melebihi batas maksimum yang diizinkan sesuai ketentuan peraturan. Hal ini bertujuan untuk menjamin bahwa seluruh konfigurasi yang dianalisis berada dalam kondisi aman dan layak untuk dibandingkan secara teknis.



Gambar 6. Grafik simpangan antar lantai arah X



Gambar 7. Grafik simpangan antar lantai arah Y

Berdasarkan grafik di atas, baik simpangan antar lantai arah x maupun arah y menunjukkan bahwa struktur gedung dengan kolom berjenjang memiliki nilai simpangan antar lantai yang lebih kecil dibandingkan dengan struktur gedung yang menggunakan kolom tidak berjenjang.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa kedua permodelan struktur dengan kolom berjenjang dan tidak berjenjang memiliki perbedaan kinerja yang signifikan. Ditinjau dari periode getar struktur, model dengan kolom tidak berjenjang menunjukkan periode sebesar 0,55% lebih besar dibandingkan dengan model kolom berjenjang. Selain itu, nilai gaya geser dasar pada arah X dan arah Y untuk struktur dengan kolom tidak berjenjang masing-masing lebih besar sebesar 2,83% dan 3,26% dibandingkan struktur dengan kolom berjenjang. Simpangan antar lantai terbesar terjadi pada lantai 10 pada struktur dengan kolom tidak berjenjang, dengan selisih simpangan antar kedua model sebesar 19,19% pada arah X dan 16,2% pada arah Y.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan konfigurasi kolom berjenjang mampu meningkatkan efisiensi struktur serta performa seismik pada bangunan bertingkat. Selain memberikan respons dinamik yang lebih baik, struktur dengan kolom berjenjang juga berpotensi mengurangi tingkat kerusakan struktural dan meningkatkan kenyamanan penghuni selama terjadinya gempa. Dengan demikian, penggunaan kolom berjenjang menjadi alternatif desain yang efektif dalam perencanaan struktur tahan gempa, khususnya di wilayah dengan tingkat risiko seismik tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. (2019). SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). SNI 2847-2019. tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Badan Standarisasi Nasional. (2020). SNI 1727-2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Afrida, S. N., & Trimurtiningrum, R. (2023). Perbandingan Perilaku Struktur Baja Sistem Rangka Bresing Eksentris Tipe Two Story-X Dan Inverted-V. Jurnal Infomanpro, Vol.12 No.1/2023 page 66-74.

Nursani, R., Huseinny, M. S. A, & Suwandy, A. H. (2022). Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan Kolom Komposit Dan Kolom Non Komposit. Jurnal TEKNIK-SIPIL, 2022.