



Perbandingan Perilaku Struktur Kolom Berjenjang dan Tidak Berjenjang Gedung FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Fernando Priatama¹, Sudirman Indra², Mohammad Erfan³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang

Email: nandotama99@gmail.com

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

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 karena terletak di zona subduksi antara Lempeng Indo-Australia dan Eurasia yang aktif secara tektonik (Irsyam et al., 2020). Kondisi ini menuntut perhatian khusus dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur, terutama bangunan pendidikan, agar mampu menghadapi potensi bencana secara aman dan berkelanjutan (Suharwanto & Nugroho, 2022).

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 konfigurasi ini dapat menyebabkan variasi dalam respons dinamik struktur terhadap beban lateral seperti gempa, yang berdampak pada keamanan dan efisiensi desain (Afrida & Trimurtiningrum, 2023; Nursani et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan studi perbandingan yang komprehensif untuk menentukan konfigurasi kolom yang paling efektif dalam menahan gaya seismik.

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 (BSN, 2019; SNI 1726:2019). Sistem ini juga memberikan fleksibilitas dalam desain arsitektural tanpa mengorbankan aspek keamanan struktural. Beberapa studi menunjukkan bahwa penerapan SRPMK secara konsisten dapat meningkatkan ketahanan struktur terhadap beban siklik serta memperpanjang umur layan bangunan (Putra et al., 2021; Lestari & Suwandi, 2023).

Dari tinjauan pustaka dan kondisi eksisting tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan dan urgensi yang jelas. Secara kebaruan, penelitian ini tidak hanya menganalisis perilaku umum struktur tahan gempa, tetapi juga secara spesifik membandingkan dua konfigurasi kolom berjenjang dan tidak berjenjang dalam konteks gedung pendidikan bertingkat di wilayah seismik tinggi. Belum banyak studi yang menyoroti pengaruh perubahan dimensi kolom secara vertikal terhadap perilaku dinamik bangunan beton bertulang menggunakan pendekatan numerik ETABS berbasis standar SNI terbaru. Secara urgensi, penelitian ini penting dilakukan karena hasilnya dapat menjadi referensi teknis dalam perencanaan bangunan bertingkat tahan gempa di Yogyakarta dan wilayah rawan gempa lainnya, sehingga mendukung penerapan prinsip bangunan aman gempa (earthquake-resilient building) di Indonesia.

METODE

Berisi 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

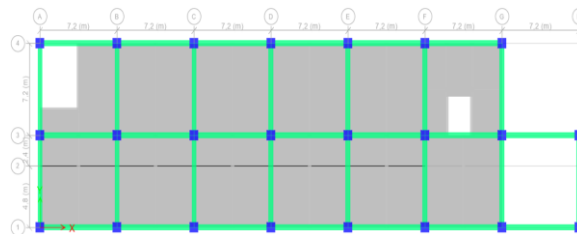
Data Kolom Berjenjang

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

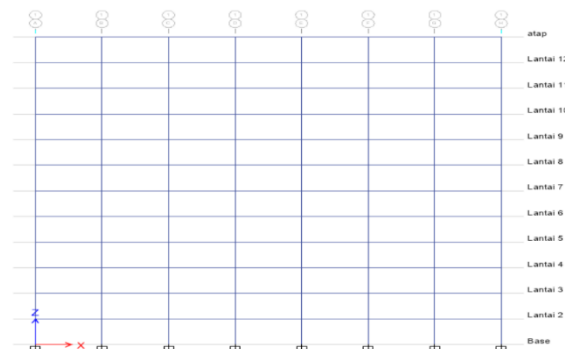
Data Kolom Tidak Berjenjang

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

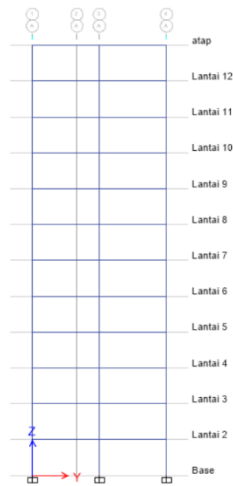
Data geometrik Gedung FMIPA UGM



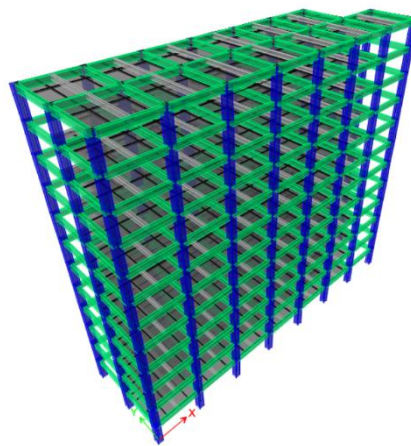
Gambar 1. Denah Tipikal Gedung



Gambar 2. Potongan Memanjang

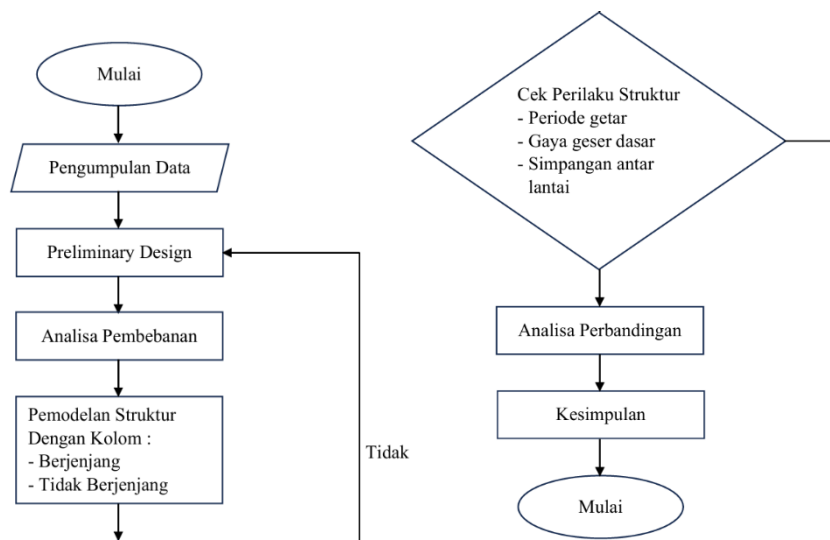


Gambar 3. Potongan melintang



Gambar 4. Tampak 3D

Bagan Alir



Gambar 5. Potongan melintang

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.

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

Gambar 6. Tabel Periode getar struktur

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.

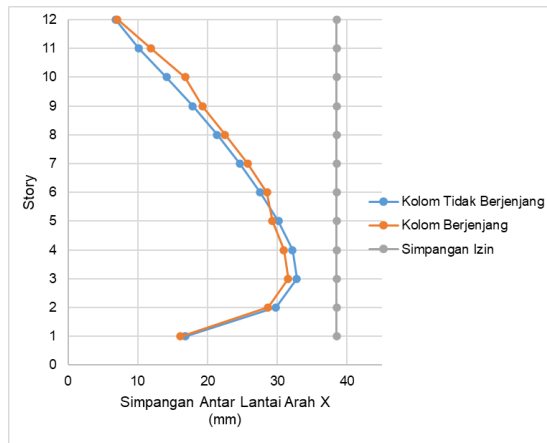
Variasi	Arah	Gaya Geser Dasar (kN)
Kolom Berjenjang	X	4785,570
	Y	4599,839
Kolom Tidak Berjenjang	X	4920,853
	Y	4749,94

Gambar 7. Tabel Gaya geser dasar

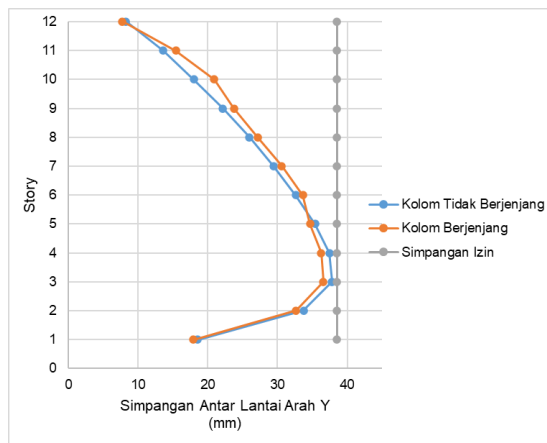
Gambar diatas menunjukkan gaya geser dasar pada arah sumbu X dan Y untuk struktur dengan kolom berjenjang lebih kecil dibandingkan struktur dengan kolom tidak berjenjang.

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 8. Grafik Simpangan Antar Lantai Arah X



Gambar 9. 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.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap perbandingan perilaku struktur kolom berjenjang dan tidak berjenjang pada Gedung FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta menggunakan perangkat lunak ETABS, diperoleh beberapa temuan penting. Struktur dengan konfigurasi kolom berjenjang menunjukkan kinerja yang lebih baik terhadap beban gempa dibandingkan dengan kolom tidak berjenjang. Hal ini terlihat dari nilai periode getar yang lebih pendek, gaya geser dasar yang lebih rendah, serta simpangan antar lantai yang lebih kecil pada arah X dan Y. Kondisi tersebut menandakan bahwa struktur dengan kolom berjenjang memiliki kekakuan yang lebih tinggi dan kemampuan yang lebih baik dalam menahan deformasi akibat beban lateral, sehingga dapat meningkatkan stabilitas dan kenyamanan bangunan saat terjadi gempa. Temuan ini memperkuat bukti bahwa variasi dimensi kolom secara vertikal dapat meningkatkan efisiensi desain serta performa seismik struktur beton bertulang, khususnya pada bangunan bertingkat di wilayah seismik tinggi seperti Yogyakarta.

Namun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Analisis yang dilakukan masih bersifat numerik dengan pendekatan linier elastis, sehingga belum sepenuhnya menggambarkan perilaku struktur pada kondisi non-linier saat terjadi gempa besar. Selain itu, faktor-faktor lain seperti pengaruh deformasi inelastik, ketidakberaturan massa, dan efek interaksi tanah-struktur belum dipertimbangkan secara mendalam. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya disarankan agar dilakukan analisis non-linier pushover atau time-history guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap kapasitas daktilitas dan disipasi energi struktur. Penelitian lanjutan juga dapat mengkaji variasi konfigurasi kolom lainnya atau mengintegrasikan sistem peredam energi (*base isolator* dan *viscous damper*) guna mengoptimalkan ketahanan struktur terhadap beban seismik. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan desain bangunan bertingkat yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan di wilayah rawan gempa di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrida, S. N., & Trimurtiningrum, R. (2023). Perbandingan perilaku struktur baja sistem rangka bresing eksentris tipe Two Story-X dan Inverted-V. *Jurnal Infomanpro*, 12(1), 66–74.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain*. Jakarta: BSN.
- Irsyam, M., Hendriyawan, H., & Widodo, D. (2020). Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia 2019. *Jurnal Geoteknik Indonesia*, 7(2), 45–58.
- Lestari, D. P., & Suwandi, A. H. (2023). Evaluasi kinerja sistem rangka pemikul momen khusus pada struktur beton bertulang terhadap beban gempa kuat. *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, 9(1), 12–21.
- 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*, 18(2), 77–86.
- Putra, A. G., Ramadhan, F., & Yusuf, M. (2021). Analisis kapasitas disipasi energi sistem SRPMK pada bangunan tinggi menggunakan ETABS. *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, 10(3), 90–98.
- Suharwanto, E., & Nugroho, A. (2022). Mitigasi risiko kegempaan pada bangunan pendidikan di wilayah Yogyakarta. *Jurnal Infrastruktur dan Bangunan*, 8(2), 55–65.