

Pengaruh Bentuk Kolom Terhadap Gaya Lateral Gempa Pada Gedung Landmark BSI Aceh

*Munirul Hady¹, Satria Maulana², Imransyah Idroes³

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala. Jalan Syech Abdurrauf No. 7
Kopelma Darussalam Banda Aceh 23111 Indonesia

^{2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandar Muda. Jalan Kampus Unida, Surien,
Kec. Meuraxa, Kota Banda Aceh, Aceh 23234 Indonesia.

ARTICLE INFORMATION

Received: September 05, 2024

Revised: March 15, 2025

Accepted: April 28, 2025

Available online: April 30, 2025

KEYWORDS

Spiral column, bound column, Spectrum Response, Etabs Student, SNI-1726- 2019, SNI-1727-2020.

*CORRESPONDENCE

E-mail: munirulhady@usk.ac.id

ABSTRACT

Indonesia's geographical position is located between the Indo-Australian, Eurasian and Pacific plates. Indonesia is located in the ring of fire, part of the Pacific ring of fire. This research refers to in SNI-1726-2019, SNI-1727-2020 and SNI-2847-2019, using the dynamic earthquake method (spectrum response) while maintaining the quality of the concrete, the quality of the spiral column steel is 16,443.05 tons smaller when the building is designed using tied columns amounting to 17,222.20 tons. Moment Diagram: design with tied column = 1103.04 kN-m and spiral column has a moment value of $M_3 = 1579.6145$ kN-m. Axial force: buildings with spiral columns have a value of -2284.6917 kN, and in tied column buildings have a value of -2767.472 . Maximum Lateral Displacement Per Floor: Buildings with tied columns have a displacement of 0.018mm and spiral column designs of 0.023mm. shear force: in a building with spiral columns which is -8.537 kN/m and tied columns is -154.53 kN/m it can be concluded that the building design with spiral columns offers better strength, stability and structural seal than the building design with bound columns

1. PENDAHULUAN

Indonesia salah satu negara dengan intensitas gempa bumi yang sangat tinggi [1]. Posisi geografis Indonesia yang terletak di antara lempeng Indo-Australia, Eurasia dan Pasifik. Selain itu, [2] Indonesia terletak di jalur gunung api (*ring of fire*) bagian dari cincin api Pasifik Kedua hal tersebut menjadi faktor utama penyebab tingginya intensitas gempa di Indonesia.

Adapun beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini antara lain yaitu kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada satu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan collapse atau runtuhnya lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (ultimate total collapse) atau runtuhnya seluruh struktur. Karena itu perlu dilakukan analisis perbandingan kolom spiral dan kolom terikat dalam menghadapi beban gempa pada bangunan bertingkat, mencakup aspek-aspek seperti respon struktural, momen inersia, dan dimensi kolom.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis mendalam terhadap perbandingan kolom spiral dan kolom terikat. Serta melihat pengaruh bentuk sebuah struktur kolom terhadap kemampuan menahan gaya lateral gempa terbesar pada gedung landmark BSI Aceh.

Manfaat dari penelitian ini antara lain yaitu untuk memberikan wawasan kepada praktisi konstruksi dan perancang struktur dalam menentukan tipe kolom yang sesuai untuk bangunan gedung bertingkat di daerah rawan gempa. Dan dapat bermanfaat sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

Ruang lingkup penulisan proposal penelitian ini adalah Penelitian ini mengacu pada pada SNI-1726-2019, [3] SNI-1727-2020 dan [4] SNI-2847-2019, dengan menggunakan metode gempa

dinamis (respons spektrum) dengan tetap mempertahankan mutu beton, mutu baja, dan luas tulangan yang di gunakan. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa hasil pengamatan langsung dilapangan tersebut meliputi : observasi dan dokumentasi lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan data pendukung data primer yang diperlukan dalam penelitian. Data sekunder dapat diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana diantaranya ialah gambar struktur bangunan meliputi gambar rencana (lantai, kolom, dan balok), mutu beton, dan mutu baja yang digunakan dalam pembangunan gedung landmark BSI Aceh. Selanjutnya untuk pemodelan dan menganalisis data menggunakan software ETABS Student. pemodelan kolom dilakukan menjadi 3, model 1 kolom kombinasi (kolom spiral dan terikat), model 2 kolom di ubah menjadi kolom spiral, dan model 3 kolom di ubah menjadi kolom terikat faktor-faktor dan kombinasi pembebanan untuk beban mati nominal [5], beban hidup nominal dan beban gempa nominal yang harus ditinjau adalah sebagai berikut:

$$U = 1,4 D \dots\dots\dots (2.1)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (L_r \text{ atau } R) + (L_r \text{ atau } 0,5W) \dots\dots\dots (2.3)$$

$$U = 1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L_r \text{ atau } R) \dots\dots\dots (2.4)$$

$$U = 0,9 D + 1,0 W \dots\dots\dots (2.5)$$

$$U = 1,2 D + E_h + L \dots\dots\dots (2.6)$$

$$U = 0,9 D - E_h \dots\dots\dots (2.7)$$

Untuk Persamaan (2.6) dan (2.7) dengan beban gempa diatur oleh SNI 1726 : 2019 pasal 7.4 faktor dan kombinasi pembebanan untuk beban mati nominal, beban hidup nominal, dan beban gempa nominal yaitu sebagai berikut :

$$(1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0L \pm 1,0E_x \pm 0,3E_y \dots\dots\dots (2.8)$$

$$(1,2 + 0,2 SDS) D + 1,0L \pm 0,3E_x \pm 1,0E_y \dots\dots\dots (2.9)$$

$$(0,9 - 0,2 SDS) D \pm 1,0E_x \pm 0,3E_y \dots\dots\dots (2.10)$$

$$(0,9 + 0,2 SDS) D \pm 0,3E_x \pm 1,0E_y \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

U = beban ultimit;

E_h = pengaruh beban seismik horizontal

D = beban mati;

SDS = Spektral desain periode pendek.

L = beban hidup;

Bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan [6], maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 3 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

- a) Untuk periode yang lebih kecil dari T₀, spektrum respons percepatan desain, S_a, harus diambil dari persamaan;

$$S_0 = S_{DS} \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{S} \right) \dots\dots\dots (2.12)$$

- b) Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan T₀ dan lebih kecil dari atau sama dengan T_s, spektrum respons percepatan desain, S_a, sama dengan S_{DS};

- c) Untuk periode lebih besar dari T_s tetapi lebih kecil dari atau sama dengan T_L, respons spektral percepatan desain, S_a, diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \dots\dots\dots (2.13)$$

- e) Untuk periode lebih besar dari T_L, respons spektral percepatan desain, S_a, diambil berdasarkan persamaan:

$$f) \quad S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode pendek;

S_{D1} = parameter respons spektral percepatan desain pada periode 1 detik;

T = periode getar fundamental struktur

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots (2.15)$$

$$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \dots\dots\dots (2.16)$$

T_S = peta transisi periode Panjang

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Untuk menganalisis struktur kolom pada gedung maka dilakukan analisis respon spektrum pada bangunan tersebut menggunakan perangkat lunak ETABS (*Extended Three Dimensional Analysis of Building Systems*) [7]. Dengan tetap mempertahankan mutu beton, mutu baja dan luas tulangan. Pemodelan kolom dibagi menjadi 3:

- a) Model 1, semua kolom pada gedung landmark BSI Aceh diubah menjadi kolom spiral seluruhnya
- b) Model 2, semua kolom pada gedung landmark BSI Aceh diubah menjadi kolom terikan seluruhnya

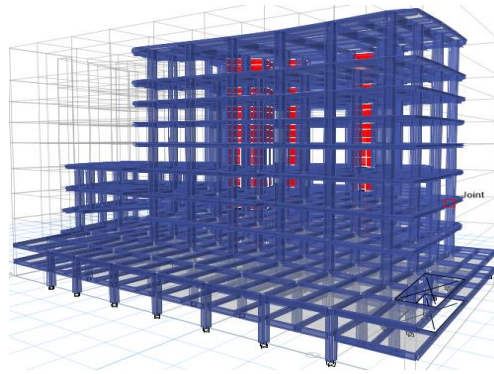
Perancangan model struktur baik truss maupun frame dengan perangkat lunak ETABS Student ini akan melalui 10 tahapan yaitu:

1. Samakan satuan
2. Buat model struktur
3. Definisikan material yang akan digunakan
4. Definisikan profil penampang yang digunakan
5. Aplikasikan profil pada struktur
6. Definisikan beban
7. Aplikasikan beban
8. Cek model struktur
9. Jalankan analisa
10. Cek hasil analisa

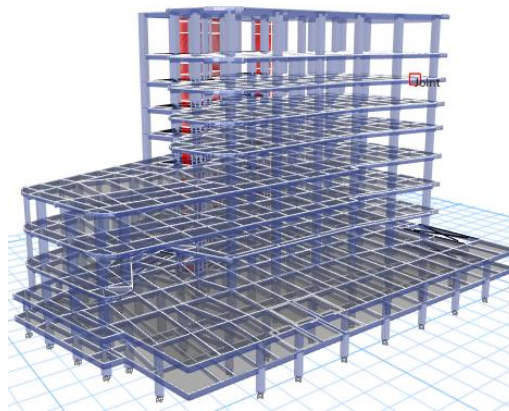
2.1.1 Pemodelan Struktur

Analisis struktur gedung Landmark BSI Aceh merupakan sebuah proses yang kompleks yang melibatkan pemodelan struktur dalam bentuk beton. Pendekatan ini bertujuan untuk memahami perilaku struktur gedung dalam berbagai situasi beban yang mungkin terjadi. Penggunaan teknologi komputer menjadi sebuah aspek kunci dalam melakukan analisis struktur [8]. Program khusus seperti ETABS menjadi sarana utama yang membantu dalam proses pemodelan dan analisis. Melalui penggunaan perangkat lunak ini, para insinyur dapat dengan lebih akurat memperkirakan respon struktur terhadap berbagai beban yang diberikan.

Selama tahap analisis, rencana perencanaan dan desain gedung dievaluasi secara cermat [9]. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa struktur yang direncanakan tidak hanya sesuai dengan standar keamanan dan ketahanan, tetapi juga mempertimbangkan efisiensi dan keefektifan dari desain tersebut. Setiap aspek dari struktur, mulai dari pondasi hingga atap, dianalisis dengan cermat untuk memastikan kesesuaian dan keandalan dalam jangka panjang [10], [11].



Gambar 1 Pemodelan gedung *landmark* BSI Aceh dengan kolom spiral menggunakan ETABS

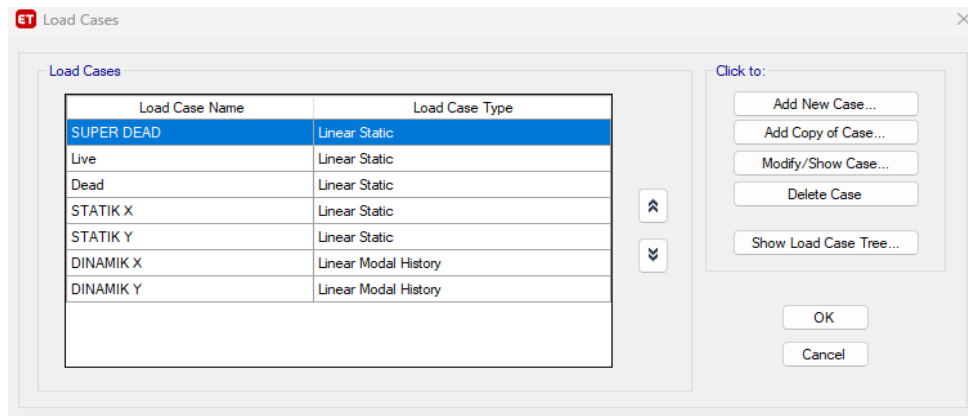


Gambar 2 Pemodelan gedung *landmark* BSI Aceh dengan kolom ikat menggunakan ETABS

Perencanaan gedung *landmark* BSI Aceh ini akan direncanakan menggunakan struktur beton bertulang. Data mutu material beton yang diperoleh dari hasil survei diperoleh untuk balok, dan plat lantai sebesar 25 Mpa (K.300) dan untuk mutu beton kolom yaitu sebesar 29.5 Mpa (K350). Sedangkan material baja tulangan balok, plat dan kolom menggunakan $f_y = 420$ Mpa (tulangan utama dan Sengkang/kait).

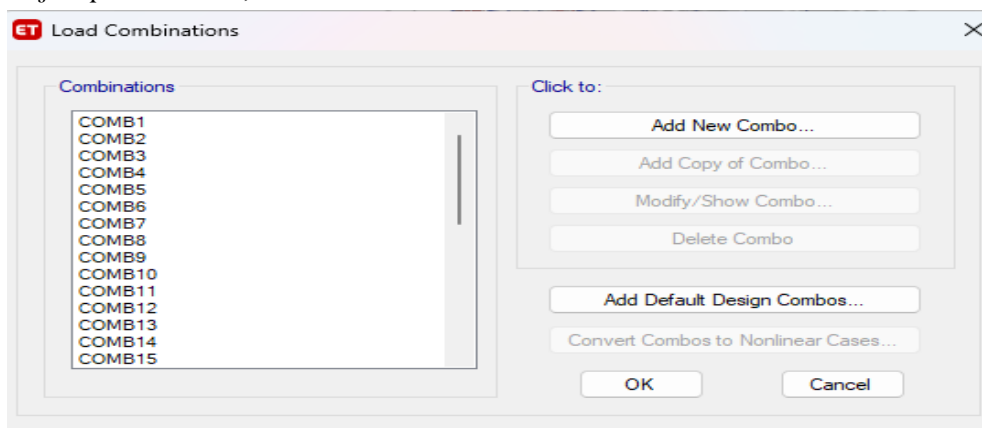
- Modulus Elastisitas Baja : 200.000 MPa
- Berat Jenis Baja : 7850 kg/m³

Pembebanan yang dimasukkan pada program ETABS Versi Student adalah beban berdasarkan kondisi lapangan berupa beban mati elemen struktur (dead load), beban hidup (dead load) berupa luasan berdasarkan tinjauan fungsional bangunan, beban variabel (sementara) berupa beban Intensitas sebagai fungsi waktu, yaitu beban angin dan beban gempa (earthquake load) yang ditinjau terhadap beban gempa dinamik time history. Beban mati struktur telah dihitung secara otomatis pada software ETABS versi Student dengan memberikan faktor pengali berat sendiri sama dengan 1, sedangkan beban hidup dan beban gempa memiliki faktor pengali sama dengan 0 karena dimasukkan secara manual, pada ETABS versi Student Input dan load data



Gambar 3. Pembebanan *Load Cases*

Pada penelitian ini kombinasi pembebanan mengikuti peraturan SNI 1726:2019. Untuk memperoleh beban ultimit dari beban-beban yang mungkin akan terjadi pada struktur, maka dilakukan kombinasi beban terfaktor.



Gambar 4. Kombinasi pembebanan *Load Cases*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Perbandingan Berat Total Gedung

Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat dari output aplikasi ETABS Student di dapat berat total keseluruhan dari bangunan Gedung landmark BSI Aceh. Adalah

Tabel 3.1 berat Gedung dengan kolom terikat/persegi

berat Gedung dengan kolom terikat/persegi	berat Gedung dengan kolom spiral/bulat
168.892,07 kN	161.251,25 kN

Dari tabel 3.1 dan tabel 3.2 dapat diketahui bahwa perbandingan berat total keseluruhan bangunan Gedung Landmark BSI Aceh yang menggunakan kolom spiral lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan kolom ikat. Yaitu gedung dengan kolom spiral memiliki berat sebesar 16443048.34 kg dan gedung dengan kolom terikat memiliki berat sebesar 17222194.98 kg dari kedua perbandingan di atas berat gedung memiliki selisih berat sebesar 779146.64 kg.

3.2. Analisis Modal

Analisis modal digunakan untuk melihat partisipasi massa ragam efektif yang besarnya harus lebih besar dari 90 %, nilai ini didapat langsung dari aplikasi Etabs student dengan memilih pada display table, nilai- nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3.2. *Modal Load Participation Ratios*

Type Gedung	Item Type	Item	Static (%)	Dynamic (%)
Kolom ikat	Acceleration	U _x	99.98	92.22
		U _y	99.98	92.52
Kolom spiral	Acceleration	U _x	99.73	95.78
		U _y	99.65	95.89

Berdasarkan tabel 4.3 dan tabel 4.4, menunjukkan bahwa nilai partisipasi massa ragam efektif pada gedung untuk arah X sebesar 95.78% dan untuk arah Y sebesar 95.89 % untuk gedung dengan menggunakan kolom spiral dan nilai partisipasi massa ragam efektif pada gedung dengan kolom terikat, untuk arah X sebesar 92,22 % dan untuk arah Y sebesar 92,52%. Dari hasil ini sudah memenuhi ketentuan batas SNI 1726:2019 yaitu faktor partisipasi massa ragam efektif minimum sebesar 90 %. Dapat disimpulkan bahwa gedung dengan kolom spiral lebih baik di karenakan nilai partisipasi massa ragam lebih besar dengan selisih 3.56% untuk arah X dan selisih 3.37% untuk arah Y

3.3. Displacement Lateral Maksimum

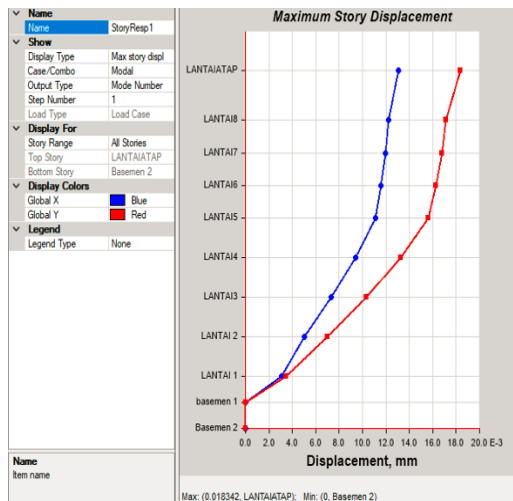
Nilai Displacement lateral maksimum yang terjadi pada setiap lantai arah x dan y adalah sebagai berikut:

tabel 3.3 Nilai *displacement* lateral maksimum dalam arah x dan y

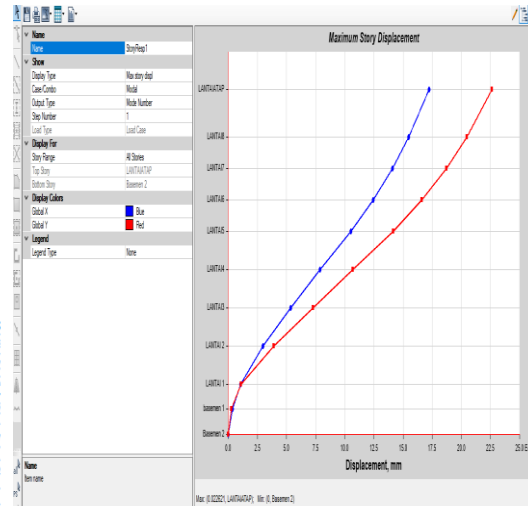
Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
Kolom ikat	m	mm	mm
Lantai atap	45.15	0.013	0.018
Lantai8	38.85	0.012	0.017
Lantai7	34.75	0.012	0.016
Lantai6	30.65	0.011	0.016
Lantai5	26.55	0.011	0.015
Lantai4	21.55	0.009	0.013
Lantai3	16.55	0.007	0.010
Lantai 2	11.55	0.005	0.007
Lantai 1	6.55	0.003	0.003
basemen 1	3.3	0.00	0.00
Basemen 2	0	0.00	0.00

Story	Elevation	X-Dir	Y-Dir
Kolom spiral	m	mm	mm
Lantai atap	45.15	0.017	0.023
Lantai8	38.85	0.015	0.020
Lantai7	34.75	0.014	0.019
Lantai6	30.65	0.012	0.017
Lantai5	26.55	0.011	0.014
Lantai4	21.55	0.008	0.011
Lantai3	16.55	0.005	0.007
Lantai 2	11.55	0.003	0.004
Lantai 1	6.55	0.001	0.001
basemen 1	3.3	0.001	0.001
Basemen 2	0	0	0

Berdasarkan nilai displacement Lateral Maksimum pada tabel 4.3 dapat digambarkan grafik displacement pada gedung dengan kolom terikat dan gedung dengan kolom spiral, kombinasi dalam arah X dan Y sebagai berikut:



Gambar 3.1 diagram *displacement* lateral maksimum kolom terikat

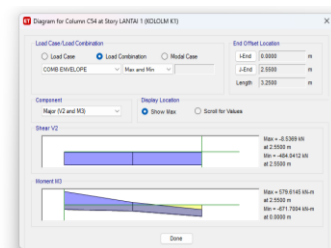
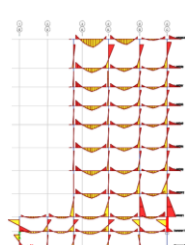


Gambar 3.2 *displacement* lateral maksimum kolom spiral

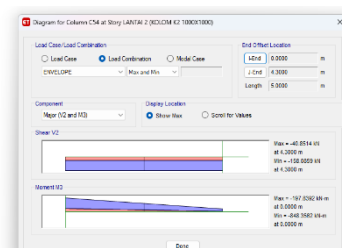
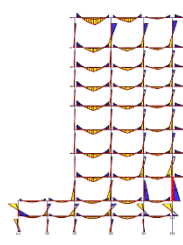
Pada lantai Basement II, Basement I, I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII displacement lateral maksimum dalam arah X pada gedung dengan kolom terikat adalah 0 mm, 0 mm, 0.003 mm, 0.005 mm, 0.007 mm, 0.009 mm, 0.011 mm, 0.011mm, 0.012 mm dan 0.013 mm secara berurutan, dan untuk gedung dengan kolom spiral adalah 0 mm, 0.001 mm, 0.001 mm, 0.003 mm, 0.005 mm, 0.008 mm, 0.011 mm, 0.012 mm, 0.014 mm, 0.015 mm, dan 0.017 mm. Ini menunjukkan bahwa gedung dengan kolom terikat cenderung memiliki displacement lateral maksimum yang lebih rendah dalam arah X daripada gedung dengan kolom spiral pada setiap lantai.

Sementara itu, untuk displacement lateral maksimum dalam arah Y, pada lantai Basement II, Basement I, I, II, III, IV, V, VI, VII, dan VIII, pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai 0 mm, 0 mm, 0.003 mm, 0.007 mm, 0.010mm, 0.013247404 mm, 0.015 mm, 0.016 mm, 0.016 mm, 0.017 mm, dan 0.018 mm, sedangkan kolom spiral memiliki nilai 0 mm, 0.001 mm, 0.001 mm, 0.004 mm, 0.007 mm, 0.011 mm, 0.014 mm, 0.017 mm, 0.019 mm, 0.020 mm dan 0.023 mm. Hal ini menunjukkan bahwa, dalam arah Y, gedung dengan kolom terikat juga cenderung memiliki displacement lateral maksimum yang lebih rendah dari gedung dengan kolom spiral.

3.4. diagram momen



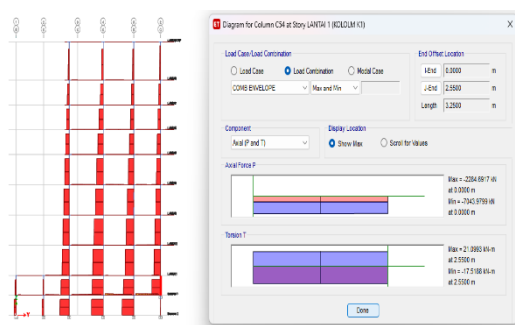
Gambar 3.3 diagram momen kolom spiral



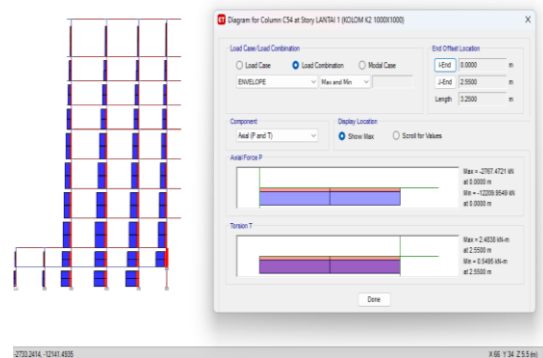
Gambar 3.4 diagram momen kolom ikat

Berdasarkan Gambar 3.4 dan Gambar 3.5 dapat dilihat bahwa perbandingan nilai shear V2 antara struktur baja dan beton bertulang menunjukkan perbedaan yang signifikan. Nilai shear pada gedung dengan kolom terikat yaitu Max = -40,8514 kN dan Min = -158,0859 kN, sementara pada gedung dengan kolom spiral nilai shear V2 yaitu Max = -8,5369 kN dan nilai Min = 484,0412. Perbedaan tersebut terjadi akibat respons struktur terhadap gaya lateral, seperti angin dan gempa. Dan untuk nilai moment M3 pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai sebesar Max = -197,8392 kN-m dan Min = -848,3562 kN-m. Sedangkan untuk gedung dengan kolom spiral memiliki nilai moment M3 yaitu Max = 579,6145 kN-m, dan Min = -671,7004 kN-m.

3.5. gaya aksial



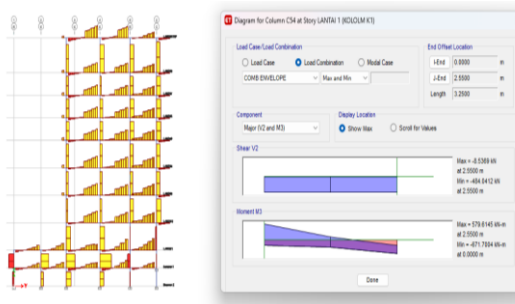
Gambar 3.6 gaya aksial pada gedung dengan kolom spiral



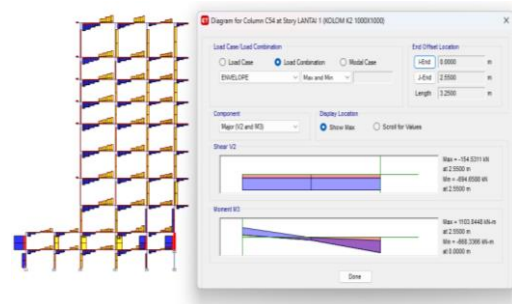
Gambar 3.7 gaya aksial pada gedung dengan kolom ikat

Pada Gambar 3.6 dan Gambar 3.7 memperlihatkan perbandingan gaya aksial yang terjadi antara gedung dengan kolom spiral dan kolom terikat. Gaya aksial adalah salah satu komponen penting dalam mengevaluasi kekuatan dan stabilitas struktural. Gaya aksial yang terjadi pada gedung dengan kolom spiral memiliki nilai sebesar Max = -2284,6917 N/m² dan Min = -7043,9799 N/m². Sementara itu, gaya aksial yang bekerja pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai Max = -2767,4721 N/m² dan Min = -12209,9549 N/m².

3.5. gaya geser



Gambar 3.8 gaya geser pada gedung dengan kolom spiral

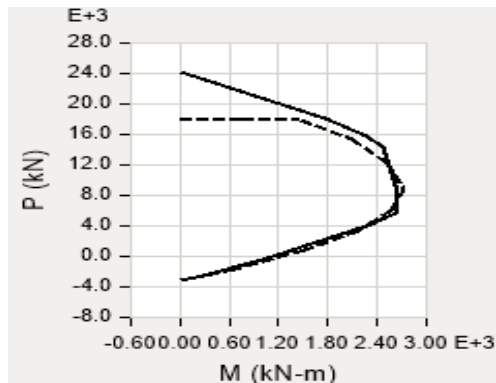


Gambar 3.9 gaya geser pada gedung dengan kolom ikat

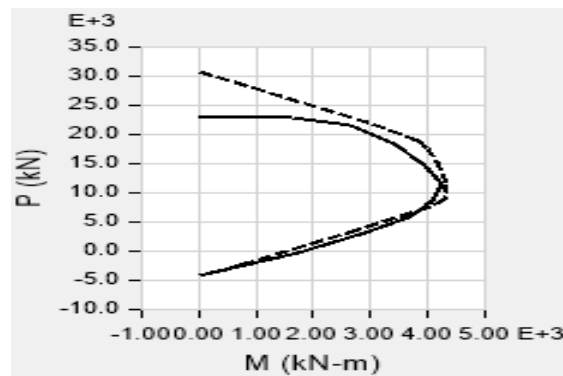
Gaya geser adalah gaya lateral yang bekerja secara horizontal pada struktur. Pada Gambar 3.8, gaya geser yang terjadi pada gedung dengan kolom spiral memiliki nilai sebesar Max = -8,5369 kN dan Min = -484,0412 kN nilai ini mencerminkan besarnya gaya geser yang dihasilkan.

Sementara itu, dalam Gambar 3.9, gaya geser yang terjadi pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai sebesar Max = -154,53 kN/m dan Min = -694.66 kN/m..

3.6. diagram interaksi kolom



Gambar 3.10 diagram interaksi kolom spiral



Gambar 3.11 diagram interaksi kolom ikat

Dari tabel 4.6, tabel 4.7, gambar 4.11 dan gambar 4.13 dapat kita lihat bahwa gedung dengan kolom spiral lebih mampu menahan beban terbesar yaitu sebesar 24106.1142 kN sedangkan gedung dengan kolom terikat hanya mampu menahan beban sebesar 14862,8635 kN, dari kedua beban yang mampu ditahan dari kedua tipe kolom tersebut memiliki selisih sebesar 9243,2507 kN.

4. KESIMPULAN

1. Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara gedung dengan kolom terikat dan gedung dengan kolom spiral, baik dalam hal berat total bangunan, diagram momen, perpindahan (displacement), serta gaya aksial dan gaya geser yang terjadi saat diberikan beban gempa pada setiap desain gedung.
2. Perbandingan Berat Total Bangunan: Berdasarkan hasil perhitungan dari aplikasi ETABS, yaitu gedung dengan kolom spiral memiliki berat sebesar 16443048.34 kg dan gedung dengan kolom terikat memiliki berat sebesar 17222194.98 kg dari kedua perbandingan di atas berat gedung memiliki selisih berat sebesar 779146.64 kg.
3. Diagram Moment : untuk nilai moment M3 pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai sebesar Max = -197,8392 kN-m dan Min = -848,3562 kN-m. Sedangkan untuk gedung dengan kolom spiral memiliki nilai moment M3 yaitu Max = 579,6145 kN-m, dan Min = -671,7004 kN-m. .
4. Displacement Lateral Maksimum Setiap Lantai: dari hasil penelitian Displacement Lateral Maksimum yang terjadi pada gedung dengan kolom terikat lebih rendah yaitu pada arah X = 0.013 dan arah Y = 0.018 dan untuk desain dengan kolom spiral yaitu untuk arah X = 0.017 mm dan arah Y = 0.023 mm,
5. Gaya Aksial: Gaya aksial yang terjadi pada gedung dengan kolom spiral memiliki nilai sebesar Max = -2284,6917 N/m² dan Min = -7043, 9799 N/m². Sementara itu, gaya aksial yang bekerja pada gedung dengan kolom terikat memiliki nilai Max = -2767,4721 N/m² dan Min = -12209,9549 N/m².
6. Gaya Geser yang terjadi pada gedung dengan kolom spiral memiliki nilai sebesar Max = -8,5369 kN dan Min = -484,0412 kN dan kolom terikat memiliki nilai Max = -154,53 kN/m dan Min = -694.66 kN/m.

5. SARAN

Dari perbandingan antara desain menggunakan kolom spiral, terlihat bahwa kolom spiral menawarkan kekuatan, stabilitas, dan keandalan struktural yang lebih baik. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan kolom spiral dalam desain struktural bangunan, terutama untuk bangunan yang memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap gaya lateral gempa bumi, mengingat Aceh merupakan daerah rawan gempa dan kolom merupakan struktur utama dalam menahan gaya seperti lateral gempa.

Lakukan Penelitian Lanjutan: Penelitian ini dapat menjadi titik awal untuk penelitian lanjutan yang lebih mendalam dalam hal perbandingan antara jenis kolom dan pengaruhnya terhadap kinerja bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Aritonang, A. F. T. Parera, and N. Nasution, "Relokasi Hiposenter Gempabumi di Segmen (Toru, Angkola, Barumun) dengan Menggunakan Metode Double Difference (Hypo-DD)," *J. Pendidik. Fis. dan Sains**, vol. 4, no. 2, Dec. 2021.
- [2] Ilmu Kebumihan dan Antariksa, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya-UPI.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1727:2020 - Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Jakarta: BSN, 2020.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, SNI 2847:2019 - Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD). Jakarta: BSN, 2019.
- [5] Badan Standardisasi Nasional, SNI 1726:2019 - Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. Jakarta: BSN, 2019.
- [6] A. A. Azani, A. Rahman, M. Hady, and B. Bunyamin, "Analisis Dinamik Pada Gedung A1 Pemondokan UPT. Asrama Haji Embarkasi Aceh Dengan Menggunakan Metode Time History," *J. Tek. Sipil dan Teknol. Konstruksi*, vol. 8, no. 2, pp. 99, 2022. doi: 10.35308/jts-utu.v8i2.5979.
- [7] A. S. Saptari, "Analisis Perbandingan Kinerja Bangunan Gedung Bertingkat Kolom Persegi dengan Kolom Bulat Berdasarkan Metode FEMA 356," **ITENAS Library**, pp. 5-31, 2020. [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/1043/>
- [8] Pengujian Serta Analisis Berbagai Bentuk Kolom Beton Bertulang Terhadap Kapasitas Lentur Dan Daktilitas Menahan Beban Lateral. Skripsi. Jember Fakultas Teknik Universitas Jember.
- [9] A. Setiawan, M. Hasan, and T. Saidi, "Perkuatan Seismik Struktur Gedung Berlantai Tujuh Menggunakan Sistem Bresing Baja," **Teras J. Tek. Sipil**, vol. 13, no. 1, pp. 113-126, 2023.
- [10] **Tall Building Structures: Analysis and Design**. New York: John Wiley & Sons.
- [11] "Analisis Perhitungan Struktur Kolom Gedung Instalasi Rawat Inap (Irna) Bedah RSUD Dr. H. Moch. Ansari Saleh Banjarmasin," Skripsi, Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Kalimantan, 2019.