

PENGARUH KETINGGIAN KOLOM *CONCRETE FILLED STEEL TUBULAR* PADA BANGUNAN TAHAN GEMPA

Sinar Azkal Azkiyak¹, Wahiddin²

Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang²

Email: ¹sinarazkal@gmail.com, ²wahiddin@polinema.ac.id

ABSTRAK

Seiring berjalannya waktu, penggunaan kolom *Concrete Filled Steel Tubular* terus meningkat di dunia. Tidak diperlukannya bekisting pada saat proses konstruksi dan pengekangan beton oleh baja menjadikan alasan utama penggunaan kolom CFST ini. Namun, ketinggian dan ketebalan baja pada kolom dapat mempengaruhi *story drift*, *story stiffness* dan *design capacity*-nya. Pada penelitian ini, variasi ketebalan baja yang digunakan adalah 1,6 cm dan 1,1 cm dengan beberapa variasi ketinggian kolom yang dianalisis menggunakan *software* ETABS. Pada Tipe A, ketinggiannya yaitu 5,5 m dan 4,9 m. Pada Tipe B, ketinggiannya 5,5 m, 5,0 m dan 4,5 m. Pada variasi Tipe C, ketinggiannya 5,5 m, 5,1 m dan 4,1 m. Pada Tipe D, ketinggiannya 5,5 m, 5,2 m, 5,0 m dan 4,3 m. Pada Tipe E, ketinggiannya 5,5 m, 5,0 m dan 4,0 m. Struktur bangunan yang telah direncanakan, akan dikenai beban gempa dan beban lain-lainnya, kemudian akan dianalisis menggunakan metode *Response Spectrum* dengan variasi yang telah ditentukan sebelumnya. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan ketebalan baja hingga 68% dapat meningkatkan *story drift* dan *story stiffness* pada bangunan, bahkan mempengaruhi *design capacity* pada kolom CFST. *Story drift* pada ketebalan baja 1,6 cm dan 1,1 cm, masing-masing meningkat sebesar 24,26% dan 27,93% disumbu X dan di sumbu Y sebesar 22,36% dan 29,05%. Sedangkan *story stiffness* yang terjadi, masing-masing menurun sebesar 19,40% dan 19,83% disumbu X dan di sumbu Y sebesar 18,09% dan 18,44%. Dan *design capacity* berupa kombinasi aksial lentur, menurun 8,376% dan 8,829% dari Tipe A ke Tipe E. Dengan demikian, dapat disimpulkan jika semakin tinggi kolom, akan meningkatkan *story drift* dan mengurangi *story stiffness* serta mengurangi nilai *design capacity*-nya.

Kata Kunci: Kolom Komposit, *Concrete Filled Steel Tubular*, *Story Drift*, *Story Stiffness*, *Design Capacity*, Gempa Bumi.

ABSTRACT

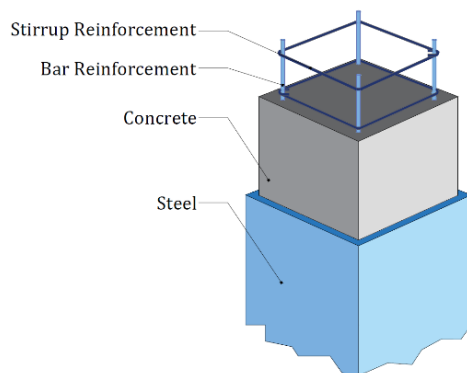
Over time, the use of *Concrete Filled Steel Tubular* columns continues to increase in the world. The absence of formwork during the construction process and the restraint of concrete by steel are the main reasons for using this CFST column. However, the height and thickness of the steel in the column can affect its *story drift*, *story stiffness* and *design capacity*. In this study, the variations in steel thickness used were 1.6 cm and 1.1 cm with several variations in column height analyzed using ETABS software. In Type A, the height is 5.5 m and 4.9 m. In Type B, the height is 5.5 m, 5.0 m and 4.5 m. In Type C variations, the height is 5.5 m, 5.1 m and 4.1 m. In Type D, the height is 5.5 m, 5.2 m, 5.0 m and 4.3 m. In Type E, the height is 5.5 m, 5.0 m and 4.0 m. The planned building structure will be subjected to earthquake loads and other loads, then will be analyzed using the *Response Spectrum* method with previously determined variations. The results of this study indicate that increasing steel thickness up to 68% can increase *story drift* and *story stiffness* in buildings, even affecting the *design capacity* of the CFST column. *Story drift* at steel thicknesses of 1.6 cm and 1.1 cm, respectively increased by 24.26% and 27.93% on the X axis and on the Y axis by 22.36% and 29.05%. While the *story stiffness* that occurred, respectively decreased by 19.40% and 19.83% on the X axis and on the Y axis by 18.09% and 18.44%. And the *design capacity* in the form of a combination of axial bending, decreased by 8.376% and 8.829% from Type A to Type E. Thus, it can be concluded that the higher the column, the *story drift* will increase and reduce the *story stiffness* and reduce the value of its *design capacity*.

Keywords: Composite Column, *Concrete Filled Steel Tubular*, *Story Drift*, *Story Stiffness*, *Design Capacity*, Earthquake.

1. PENDAHULUAN

Seperti apa yang diketahui, Indonesia merupakan salah satu negara yang terletak di daerah gempa yang tinggi karena terletak dikawasan *ring of fire* dan berada dititik pertemuan beberapa lempeng tektonik yaitu Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik. Gempa bumi merupakan ancaman serius bagi bangunan, terutama pada wilayah yang rentan terhadap aktivitas seismik.

Penggunaan material pada struktur bangunan juga akan mempengaruhi perilaku dari struktur akibat aktivitas seismik tersebut. *Concrete Filled Steel Tubular* (CFST) menawarkan solusi untuk meningkatkan kekuatan struktur terhadap gempa. *Concrete Filled Steel Tubular* (CFST) adalah elemen struktur komposit yang tersusun dari material profil hollow baja (tabung ataupun persegi) yang diisi dengan beton. Kolom CFST ini memiliki sifat yang unik yaitu dengan menggabungkan sifat dari material baja dan beton. Material baja dan beton menunjukkan karakteristik mekanis yang berbeda, baja memiliki kekuatan tarik yang signifikan, sedangkan beton menawarkan ketahanan tekan yang tinggi.



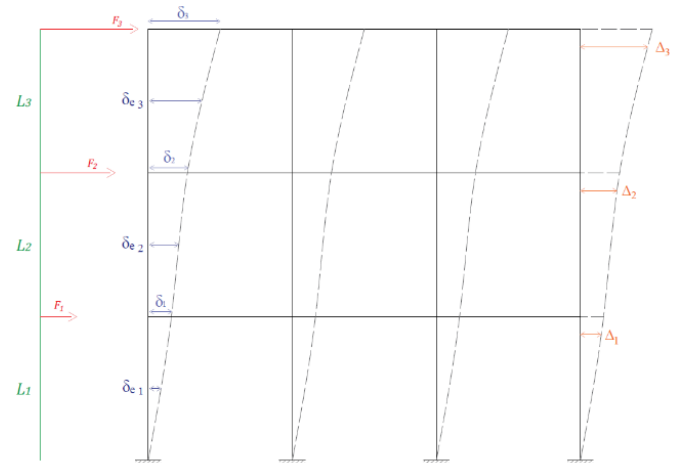
Gambar 1. 1 Kolom *Concrete Filled Steel Tubular*

Sumber: Dokumen Pribadi

Davoudi, SAM. dan Naghipor, M. (2021), Pengekangan yang dibuat oleh tabung baja dapat meningkatkan sifat beton dengan menciptakan tegangan triaksial dan mencegah tekuk internal tabung baja. Perpaduan material antara baja dan beton pada kolom CFST dapat menghasilkan kekuatan tambahan berupa meningkatnya ketahanan akan gempa, sehingga dapat meminimalisir kerusakan pada bangunan. Efek pengekangan beton pada kolom komposit dapat meningkatkan kapasitas beban sebelum keruntuhan. Ketika terjadi keruntuhan yang disebabkan oleh efek pengekangan beton, beban yang sama terhadap kegagalan secara substansi lebih besar daripada jumlah beban keruntuhan beton dan baja. Selain efek

pengekangan beton, juga bergantung pada beberapa faktor, seperti ketebalan tabung baja, rasio kelangsingan, beban eksentrisitas, dan bentuk penampang. Rasio kelangsingan atau ketinggian pada kolom CFST akan mempengaruhi distribusi dan kapasitas desain ketika beban pada struktur terjadi.

Beban gempa yang dimana bekerja secara lateral, dapat mengakibatkan pergeseran berupa perpindahan lantai atau simpangan antar lantai (*story drift*). Menurut SNI 1726:2019, Simpangan antar lantai merupakan perilaku struktur yang mengakibatkan simpangan pada pusat massa di atas dan di bawah tingkat. Jika pusat massa tidak berada pada garis vertikal yang sama, maka perhitungan simpangan di dasar tingkat dapat dilakukan dengan menggunakan proyeksi vertikal dari pusat massa tingkat di atasnya. Pada SNI 1726:2019 terdapat batasan atau simpangan terbesar yang diizinkan antar tingkat, batasan tersebut didasari oleh struktur yang dipakai dan katagori risiko gempa dari struktur tersebut. Simpangan lateral yang diizinkan dapat dilihat pada Tabel 20 SNI 1726:2019 atau pada dibawah ini. Story drift desain tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat yang diizinkan, $\Delta_i \leq \Delta_a$.



Gambar 1. 2 Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*)

Sumber: Dokumen Pribadi

Selain *story drift*, gempa juga mempengaruhi kekakuan lantai dari suatu gedung. Menurut SNI 1729:2020, kekakuan merupakan ketahanan komponen struktur terhadap deformasi sautu akibat gaya dari luar yang diukur dengan rasio antara gaya yang diterapkan terhadap perpindahan yang sesuai.

$$K = F/\delta$$

Menurut Mario Paz dalam bukunya yang berjudul *Dinamika Struktur Edisi Kedua*, kekakuan kolom dalam menahan beban horizontal dapat dimodelkan sebagai konstanta pegas. Ini berarti bahwa kolom dapat dianggap sebagai sistem pegas yang memiliki kekakuan tertentu dalam menahan beban horizontal. Ketika pegas diberi beban P , baik dengan tarikan maupun tekanan, pegas akan mengalami perubahan panjang sebesar Y . Sistem pegas dapat dikonfigurasi secara seri atau paralel untuk menentukan konstanta pegas ekivalen yang sesuai (Mario Paz, 1996). Apabila kekakuan, K tersusun secara paralel, maka kekakuan pegas total dapat menggunakan persamaan berikut,

$$K_e = K_1 + K_2 + K_3$$

Namun jika kekakuan, K tersusun secara seri, maka kekakuan pegas total dapat menggunakan persamaan berikut,

$$\frac{1}{K_e} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{1}{K_3}$$

Menurut SNI 1729:2020, jenis penampang dari kolom komposit diklasifikasikan menjadi 3 bagian, yakni penampang kompak, penampang nonkompak, dan penampang langsing. Untuk mengetahui jenis penampang dari kolom CFST tersebut, dapat diketahui dari rasio antara lebar dan tebal baja atau dapat dilihat dari Tabel Ia.1a dan Tabel II.1b SNI 1729:2020. Jika rasio lebar terhadap tebal maksimum elemen baja tidak melebihi batas rasio lebar terhadap tebal, λ_p maka termasuk penampang kompak. Jika rasio lebar terhadap tebal maksimum dari satu atau lebih elemen baja melebihi λ_p , tetapi tidak melebihi λ_r , maka disebut penampang nonkompak. Dan jika rasio lebar terhadap tebal maksimum elemen baja tekan ada yang melebihi λ_r , penampang disebut langsing.

Berdasarkan SNI 1729:2020, kuat tekan nominal, P_{no} pada struktur komposit terisi beton simetris ganda yang dibebani secara aksial harus ditentukan untuk keadaan batas tekuk lentur sesuai kondisi penampangnya.

1. Penampang kompak

$$P_{no} = P_p$$

$$P_p = F_y A_s + C_2 f'_c \left(A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c} \right)$$

2. Penampang nonkompak

$$P_{no} = P_p - \frac{P_p - P_y}{(\lambda_r - \lambda_p)^2} (\lambda - \lambda_p)^2$$

$$P_y = F_y A_s + 0,7 f'_c \left(A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c} \right)$$

3. Penampang langsing

$$P_{no} = F_{cr} A_s + 0,7 f'_c \left(A_c + A_{sr} \frac{E_s}{E_c} \right)$$

$$F_{cr} = \frac{9 E_s}{(b/t)^2}$$

Berdasarkan SNI 1729:2020, kuat lentur nominal, M_n pada struktur kolom komposit terisi beton ditentukan sebagai berikut,

1. Penampang kompak

$$M_n = M_p$$

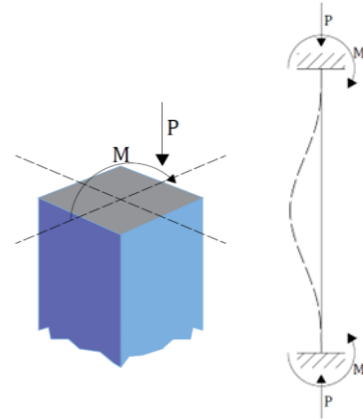
$$M_p = M_D - F_y Z_{sn} - \frac{1}{2} (0,85 f_c Z_{cn})$$

2. Penampang nonkompak

$$M_n = M_p - (M_p - M_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{(\lambda_r - \lambda_p)} \right)$$

3. Penampang langsing

M_n harus ditentukan sebagai momen leleh pertama dengan tegangan sayap tekan hingga tegangan tekuk lokal, F_{cr}



Gambar 1.3 Perilaku kolom ketika dikenai beban

Sumber: Dokumen Pribadi

Menurut SNI 1729:2020 Pasal I5, Interaksi antara gaya aksial dan lentur pada kolom komposit harus memperhitungkan stabilitas pada struktur tersebut. Untuk penampang kompak, interaksi gaya aksial dan lentur disyaratkan dengan persamaan berikut,

- a. Apabila $\frac{P_r}{P_c} \geq 0,2$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0$$

- b. Apabila $\frac{P_r}{P_c} < 0,2$

$$\frac{P_r}{2 P_c} + \left(\frac{M_{rx}}{M_{cx}} + \frac{M_{ry}}{M_{cy}} \right) \leq 1,0$$

Sedangkan untuk penampang nonkompak dan penampang langsing, interaksi gaya aksial dan lentur dapat

menggunakan salah satu persamaan diatas, atau dapat disyaratkan dengan persamaan berikut,

- a. Apabila $\frac{P_r}{P_c} \geq c_p$

$$\frac{P_r}{P_c} + \frac{1-c_p}{c_m} \left(\frac{M_r}{M_c} \right) \leq 1,0$$
- b. Apabila $\frac{P_r}{P_c} < c_p$

$$\frac{1-c_m}{c_p} \left(\frac{P_r}{P_c} \right) + \left(\frac{M_r}{M_c} \right) \leq 1,0$$

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perilaku dari kolom CFST berupa simpangan antar lantai (*story drift*), kekakuan lantai (*story stiffness*), dan kapasitas desain (*design capacity*) dengan ketinggian yang bervariasi terhadap beban gempa.

2. METODE

2.1. Data Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis struktur bangunan gedung bertingkat dengan data struktur sebagai berikut:

- Panjang bentang X : 6 m
- Jumlah bentang X : 5
- Panjang bentang Y : 4 m
- Jumlah bentang X : 6

Dimensi penampang struktur:

- Balok X : 0,55 m x 0,75 m
- Balok Y : 0,40 m x 0,60 m
- Dimensi kolom : 0,70 m x 0,70 m
- Tebal pelat lantai : 0,15 m

Spesifikasi material:

- Mutu beton, f'c : 30 MPa
- Mutu profil baja A53 : 280 MPa
- Mutu tulangan BJTS 420B : 420 MPa
- Mutu tulangan BJTS 280 : 280 MPa

Beban yang bekerja pada struktur bangunan terdiri dari:

1. Beban mati

a. Struktur

- Baja : 77,3 kN/m³
- Beton bertulang : 23,54 kN/m³

b. Nonstruktur

- Keramik : 0,01 kN/m²
- Spesi : 1,00 kN/m²
- MEP : 0,19 kN/m²
- Plafond + furing : 0,17 kN/m²

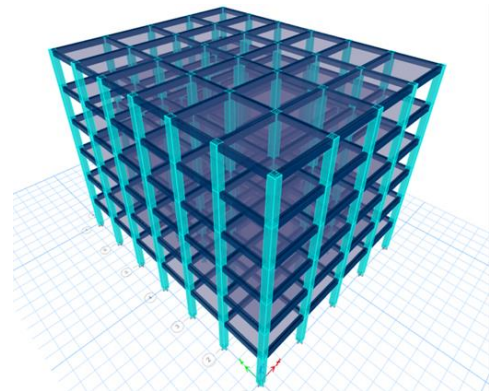
2. Beban hidup

- a. Ruang operasi : 2,87 kN/m²
- b. Ruang pasien : 1,92 kN/m²
- c. Koridor diatas lt 1 : 3,83 kN/m²
- d. Koridor lt 1 : 4,79 kN/m²
- e. Atap datar : 0,96 kN/m²

3. Beban gempa

- a. *Site Class* : SD (tanah sedang)
- b. *S_s* : 1,1243 g
- c. *S_I* : 0,4897 g
- d. *T_L* : 16 detik
- e. *I_e* : 1,5

Variabel dalam penelitian ini adalah pengaruh ketinggian kolom dengan 2 rasio lebar kolom (B) terhadap tebal baja hollow persegi (t) atau B/t.



Gambar 2. 1 Gambar desain 3D struktur bangunan
Sumber: Dokumen Pribadi

Tabel 2. 1 Variasi tinggi dan tebal baja

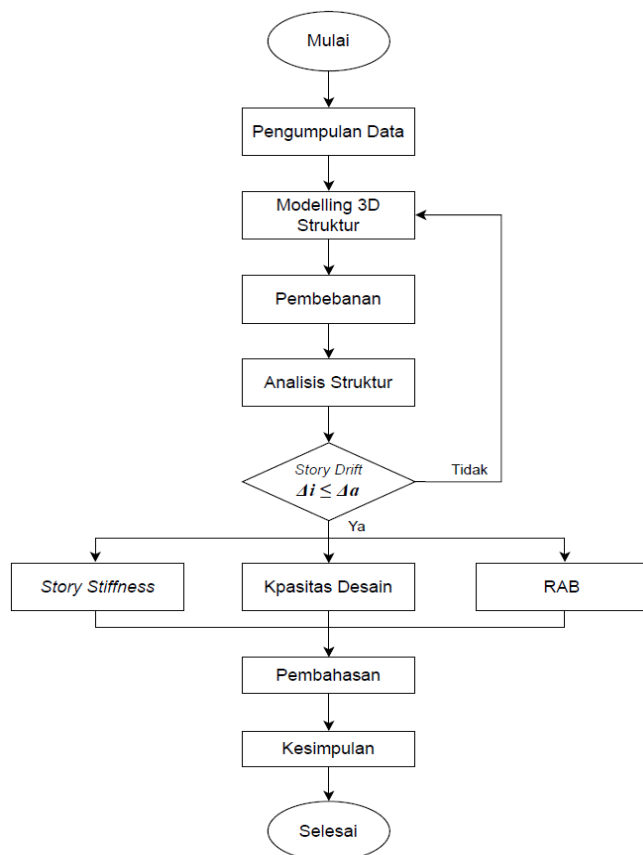
Tipe	Tebal Pelat (cm)	B/t	Ketinggian Kolom (m)					
			lt. 1	lt. 2	lt. 3	lt. 4	lt. 5	lt. 6
1-A	1,6	43,75	5,5	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
1-B			5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5
1-C			5,5	5,1	5,1	5,1	5,1	4,1
1-D			5,5	5,2	5,0	5,0	5,0	4,3
1-E			5,5	5,5	5,0	5,0	5,0	4,0
2-A	1,1	63,64	5,5	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
2-B			5,5	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5
2-C			5,5	5,1	5,1	5,1	5,1	4,1
2-D			5,5	5,2	5,0	5,0	5,0	4,3
2-E			5,5	5,5	5,0	5,0	5,0	4,0

Sumber: Dokumen Pribadi

2.2. Pengolahan Data

Penelitian yang dilakukan merupakan analisis numerik dengan menggunakan bantuan *software* ETABS. Struktur

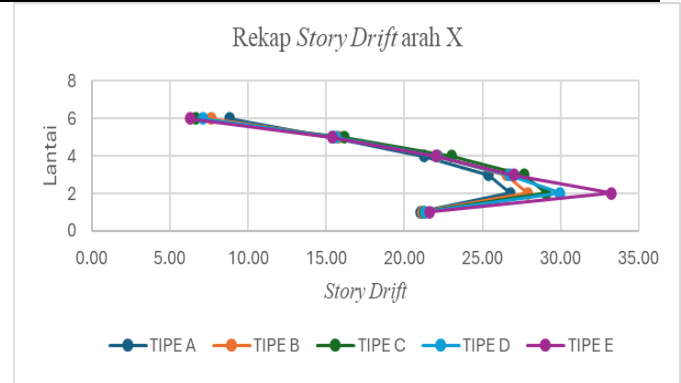
gedung yang telah direncanakan akan dikenai beban gempa dan beban beban lainnya yang kemudian akan dianalisis dengan variasi ketinggian dari kolom CFST tersebut. Pengamatan dapat dilakukan jika hasil analisis struktur berupa besarnya simpangan lateral maksimum (δ_{max}) memenuhi persyaratan yang berlaku, yakni SNI 1726:2019 untuk beban gempa, SNI 1727:2020 untuk beban mati dan beban hidup. Karena pada penelitian ini menggunakan struktur komposit, maka digunakan pula SNI 1729:2020 untuk material kompositnya. Berdasarkan data hasil analisis yang dilakukan, data tersebut akan diolah sedemikian rupa hingga diperoleh besarnya simpangan antar lantai (*story drift*), dan kekakuan lantai (*story stiffness*) serta kapasitas desainnya (*design capacity*) pada setiap variasi tipe ketinggian.



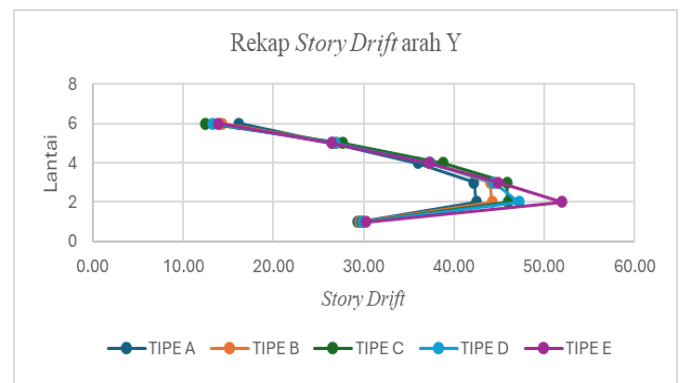
Gambar 2. 2 Bagan alir
Sumber: Dokumen Pribadi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis struktur oleh *software* ETABS, diketahui simpangan antar lantai (*story drift*) yang mana digambarkan berupa grafik seperti berikut,

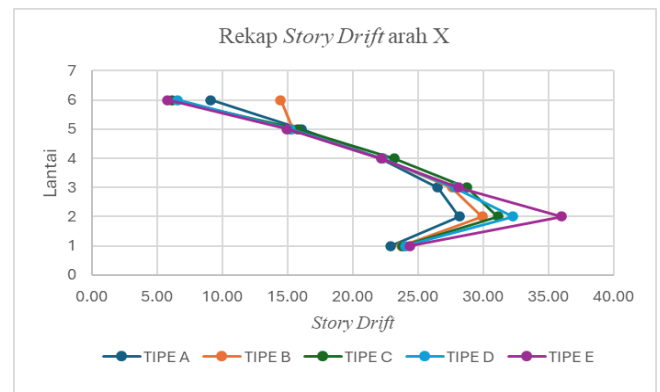


Gambar 3. 1 *Story drift* sumbu X ketebalan 1,6 cm
Sumber: Dokumen Pribadi



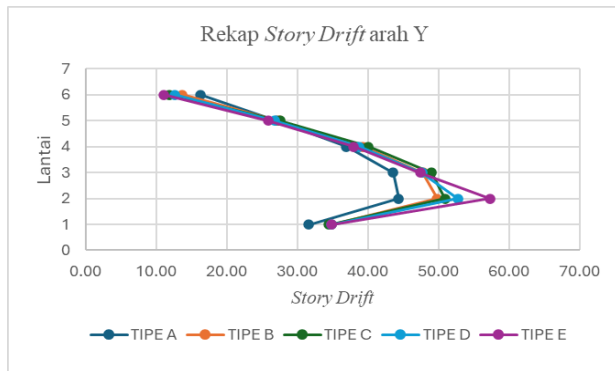
Gambar 3. 2 *Story drift* sumbu Y ketebalan 1,6 cm
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan **Gambar 3.1** dan **Gambar 3.2** diatas, dapat diketahui jika simpangan antar lantai pada bangunan dengan TIPE E memiliki nilai yang lebih besar dari pada tipe lainnya disetiap tiap arah. Simpangan antar lantai pada TIPE 1-E disumbu X meningkat sebesar 24,26% dan disumbu Y meningkat sebesar 22,36% terhadap simpangan antar lantai pada TIPE 1-A.



Gambar 3. 3 *Story drift* sumbu X ketebalan 1,1 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

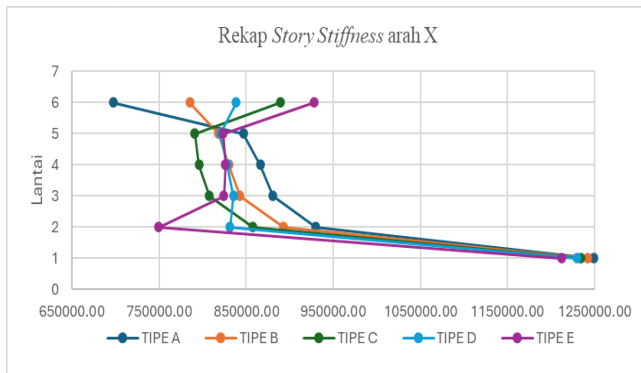


Gambar 3.4 Story drift sumbu Y ketebalan 1,1 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan **Gambar 3.3** dan **Gambar 3.3** diatas, dapat diketahui jika simpangan antar lantai pada bangunan dengan TIPE 2-E memiliki nilai yang lebih besar dari pada tipe lainnya disetiap tiap arah. Simpangan antar lantai pada TIPE 2-E disumbu X meningkat sebesar 27,93% dan disumbu Y meningkat sebesar 29,05% terhadap simpangan antar lantai pada TIPE 2-A.

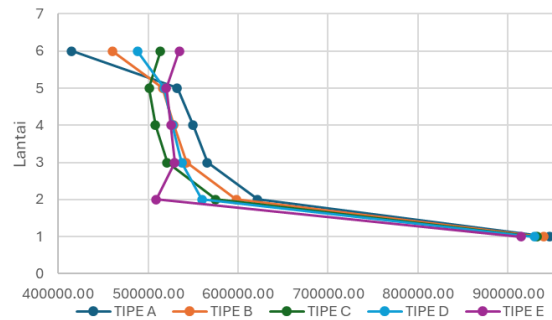
Dari perilaku *story drift* diatas, dapat diketahui kekakuan lantainya. Berdasarkan analisis *software* ETABS, nilai kekakuan lantai dapat digambarkan seperti pada grafik berikut ini,



Gambar 3.5 Story stiffness sumbu X ketebalan 1,6 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Rekap Story Stiffness arah Y

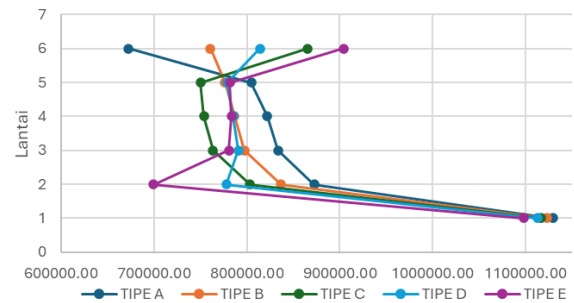


Gambar 3.6 Story stiffness sumbu Y ketebalan 1,6 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Dapat diketahui jika kekakuan lantai pada bangunan dengan TIPE 1-E memiliki nilai yang lebih rendah dari pada tipe lainnya untuk tiap sumbu. Kekakuan lantai pada TIPE 1-E disumbu X menurun sebesar 19,40% dan disumbu Y menurun sebesar 18,09% terhadap kekakuan lantai TIPE 1-A.

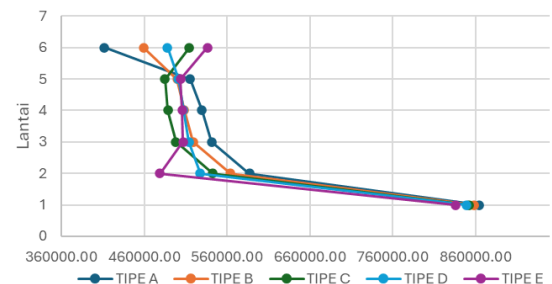
Rekap Story Stiffness arah X



Gambar 3.7 Story stiffness sumbu X ketebalan 1,1 cm

Sumber: Dokumen Pribadi

Rekap Story Stiffness arah Y

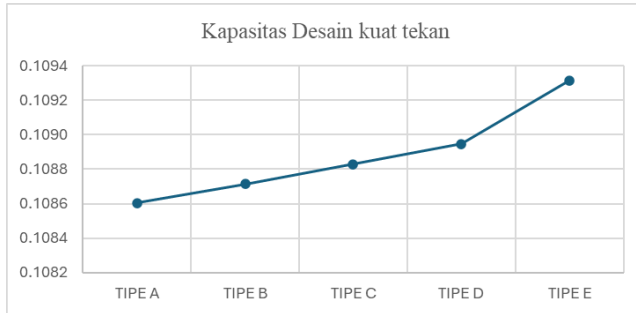


Gambar 3.8 Story stiffness sumbu X ketebalan 1,1 cm

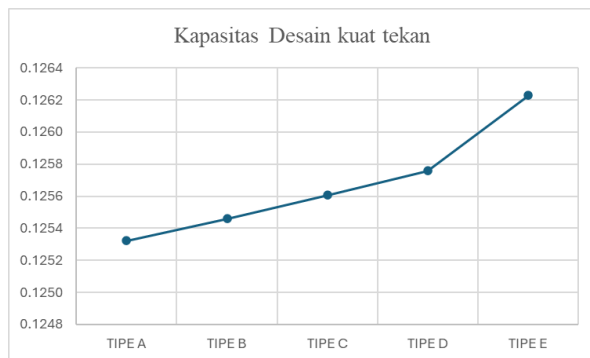
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan kedua tabel dan grafik diatas, dapat diketahui jika kekakuan lantai pada bangunan dengan TIPE 2-E memiliki nilai yang lebih rendah dari pada tipe lainnya untuk tiap sumbu. Kekakuan lantai pada TIPE 2-E disumbu X menurun sebesar 19,83% dan disumbu Y menurun sebesar 18,44% terhadap kekakuan lantai TIPE 2-A.

Kapasitas desain kolom harus memenuhi persyaratan kekuatan yang meliputi kuat tekan aksial untuk menahan beban aksial, dan kuat lentur untuk menahan momen lentur yang disebabkan oleh beban lateral atau eksentrisitas dari beban aksial, sehingga struktur dapat menahan beban yang bekerja dengan aman dan efektif. Pada penelitian ini, penampang kolom CFST dengan ketebalan baja 1,6 cm termasuk penampang kompak sedangkan kolom CSFT dengan ketebalan baja 1,1 cm termasuk penampang kompak.



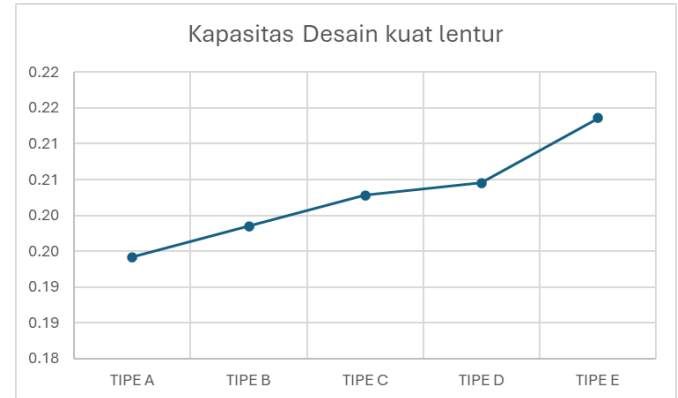
Gambar 3. 9 Kapasitas kuat tekan ketebalan 1,6 cm
Sumber: Dokumen Pribadi



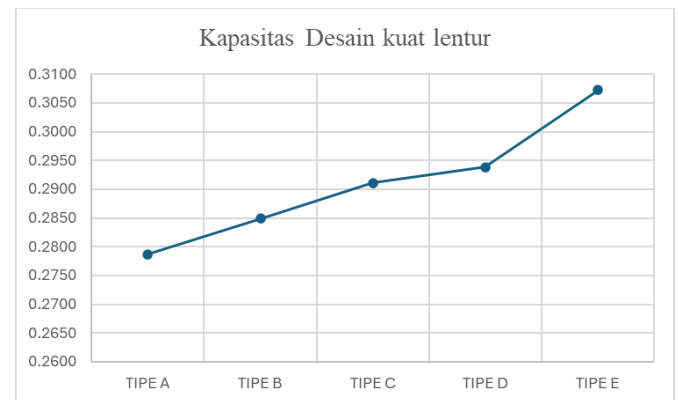
Gambar 3. 10 Kapasitas kuat tekan ketebalan 1,1 cm
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan **Gambar 3.9** dan **Gambar 3.10** diatas, dapat diketahui jika kapasitas desain berupa kuat tekan kolom CFST pada bangunan TIPE 2-A memiliki nilai yang lebih tinggi daripada bangunan TIPE 2-E. Disebut lebih besar atau lebih tinggi karena pada dasarnya nilai kapasitas desain yang mendekati 1, memiliki resiko kehancuran yang

lebih besar daripada yang menjauhi 1. Sehingga dengan bertambahnya ketinggian sebesar 0,6 m, kapasitas desain berupa kuat tekan kolom CFST akan menurun sebesar 0,65% untuk penampang kompak dan 0,72% untuk penampang nonkompak



Gambar 3. 11 Kapasitas kuat lentur ketebalan 1,6 cm
Sumber: Dokumen Pribadi

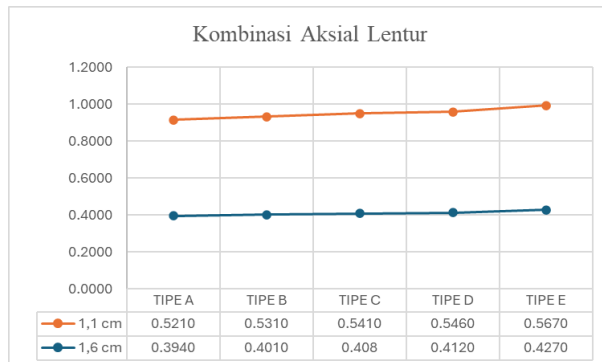


Gambar 3. 12 Kapasitas kuat lentur ketebalan 1,1 cm
Sumber: Dokumen Pribadi

Berdasarkan **Gambar 3.11** dan **Gambar 3.12** diatas, dapat diketahui jika kapasitas desain berupa kuat lentur kolom CFST pada bangunan TIPE 1-A memiliki nilai yang lebih tinggi daripada bangunan TIPE 1-E sebesar 10,01% untuk penampang kompak dan 10,24% untuk penampang nonkompak.

Dengan mempertimbangkan kombinasi gaya aksial lentur pada kolom, maka akan lebih mudah untuk memprediksi perilaku struktural kolom dalam menahan beban kompleks, sehingga memastikan keamanan dan stabilitas struktur secara keseluruhan yang mana dalam

perhitungannya didasarkan pada jenis penampang kolom tersebut.



Gambar 3. 13 Kombinasi gaya aksial lentur kolom
Sumber: Dokumen Pribadi

Dengan melihat **Gambar 3.13** diatas, menunjukkan jika kombinasi aksial lentur yang terjadi pada kolom dengan ketebalan pelat baja 1,6 cm dan 1,1 cm, masing masing menurun 8,376% dan 8,829% dari Tipe A ke Tipe E.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis terkait pengaruh ketinggian kolom Concrete Filled Steel Tubular pada bangunan tahan gempa terhadap kekakuan lantai (story stiffness), simpangan antar lantai (story drift), dan kapasitas desain kolom CFST, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Simpangan antar lantai (story drift) akan meningkat seiring meningkatnya ketinggian kolom CFST. Pada bangunan dengan penampang kolom yang memiliki ketebalan baja 1,6 cm, memiliki simpangan antar lantai yang lebih kecil dari pada kolom yang memiliki ketebalan baja 1,1 cm.
2. Kekakuan lantai (story stiffness) akan menurun seiring meningkatnya ketinggian kolom CFST. Pada bangunan dengan penampang kolom yang memiliki ketebalan baja 1,6 cm, memiliki kekakuan lantai yang lebih besar dari pada kolom yang memiliki ketebalan baja 1,1 cm.
3. Kapasitas desain (design capacity) akan menurun seiring meningkatnya ketinggian kolom CFST. Pada bangunan dengan penampang kolom yang memiliki ketebalan baja 1,6 cm, memiliki kapasitas desain yang lebih besar dari pada kolom yang memiliki ketebalan baja 1,1 cm. Penampang kolom CFST dengan kondisi kompak, tidak secara langsung

mempengaruhi kekuatan lentur (tekuk) dari kolom CFST. Hal ini dapat terjadi karena penampang kompak memiliki rasio ketebalan pelat baja terhadap lebar penampang kolom (B/t) yang seimbang ($\lambda < \lambda_p < \lambda_r$), sehingga momen lentur pada baja, akan tertahan oleh beton. Namun pada penampang dengan kondisi nonkompak dan langsing, baja akan terlihat perilaku lentur atau tekuknya, karena dipengaruhi oleh rasio ketebalan pelat baja terhadap lebar penampang yang tidak seimbang.

5. DAFTAR PUSTAKA

- 1) Davoudi, S. A. M., & Naghipour, M. (2021). The effect of slenderness ratio on modification of compressive strength of AISC code for composite columns (CFT) T-shaped with numerical (FEM) and experimental analysis. Results in Materials, 9, 100124.
- 2) Goto, Y., Kumar, G. P., & Seki, K. (2011). Finite element analysis for hysteretic behavior of thin-walled CFT columns with large cross sections. Procedia engineering, 14, 2021-2030.
- 3) Krishan, A. L., Astafyeva, M. A., & Chernyshova, E. P. (2018, November). Strength of preliminary compressed concrete-filled steel tubular columns with square cross-section. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 451, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- 4) Liang, Q. Q. (2009). Performance-based analysis of concrete-filled steel tubular beam-columns, Part II: Verification and applications. Journal of Constructional Steel Research, 65(2), 351-362.
- 5) Liew, J. R., Xiong, M., & Xiong, D. (2016, November). Design of concrete filled tubular beam-columns with high strength steel and concrete. In Structures (Vol. 8, pp. 213-226). Elsevier.
- 6) Medall, D., Ibáñez, C., Espinós, A., & Romero, ML (2025). Studi eksperimental dan numerik material berkekuatan tinggi pada kolom CFST bertulang baja ramping dalam kebakaran. Thin-Walled Structures, 209, 112904.
- 7) SNI 1729:2020. 2020. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Structural. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- 8) SNI 1727:2020. 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan

- Struktur Lain. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- 9) SNI 1726:2019. 2019. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
 - 10) Sudarsana, I. K., Budiwati, I. A. M., & Priyatna, P. R. Karakteristik Perilaku Kolom Concrete-Filled Tubes (Cft) Dengan Beban Lateral Siklik Eksentrik Menggunakan Metode Elemen Hingga.
 - 11) Tiwari, K., Vardhan, H., Anand, A., Kumar, G., & Srivastava, A. K. (2025). Blast analysis of stand-alone CFST column. *Mechanical Engineering for Sustainable Development*, 396.
 - 12) Wahiddin, Ratnaningsih, D., & Zettyara, D., (2024). Evaluasi Penggunaan Concrete Filled Steel Tubular Pada Bangunan Gedung Tahan Gempa.