

## PERBANDINGAN PERILAKU PADA GEDUNG MENGUNAKAN BALOK DAN KOLOM *ENCASED COMPOSITE* DENGAN BETON BERTULANG

*I Ketut Diartama Kubon Tubuh<sup>1)</sup>, I Putu Agus Putra Wirawan<sup>2)</sup>, I Gede Gegiranang Wiryadi<sup>3)</sup>, Gusti Ngurah Agung Adi Pratista<sup>4)</sup>*

Email: [diartamakubon@unmas.ac.id](mailto:diartamakubon@unmas.ac.id)<sup>1)</sup>, [agusputrawirawan2020@unmas.ac.id](mailto:agusputrawirawan2020@unmas.ac.id)<sup>2)</sup>, [gegiranangwiryadi@unmas.ac.id](mailto:gegiranangwiryadi@unmas.ac.id)<sup>3)</sup>, [adhigung1@gmail.com](mailto:adhigung1@gmail.com)<sup>4)</sup>

*Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar*

**ABSTRAK:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perilaku struktur gedung yang menggunakan elemen beton bertulang dengan struktur *Encased Composite*, dengan fokus pada respons struktural yang berpengaruh terhadap kebutuhan dimensi elemen. Struktur komposit, yang menggabungkan beton sebagai material kuat tekan dan baja sebagai material kuat tarik, menawarkan potensi peningkatan efisiensi kinerja dibandingkan sistem beton bertulang konvensional. Kombinasi kedua material tersebut memungkinkan tercapainya kekakuan dan kapasitas yang lebih optimal dalam menahan beban lateral maupun vertikal. Metode penelitian dilakukan melalui analisis numerik terhadap dua model struktur gedung yang memiliki konfigurasi geometri dan pembebanan identik. Model pertama menggunakan balok dan kolom beton bertulang, sedangkan model kedua menggunakan balok dan kolom *Encased Composite*. Parameter yang dianalisis meliputi gaya geser dasar statis dan dinamis, simpangan antar lantai, serta kebutuhan dimensi penampang elemen struktur. Analisis dilakukan untuk mengevaluasi perbedaan perilaku struktural dan efisiensi desain antara kedua sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa gaya geser dasar pada model *Encased Composite* rata-rata 9,6% lebih besar dibandingkan model beton bertulang. Namun, simpangan antar lantai pada model beton bertulang tercatat 20% lebih besar, yang mengindikasikan bahwa sistem *Encased Composite* memiliki kekakuan lateral yang lebih baik. Dari sisi efisiensi dimensi, penampang pada struktur *Encased Composite* rata-rata 6,2% lebih kecil dibandingkan penampang beton bertulang. Temuan ini menegaskan bahwa penggunaan *Encased Composite* dapat meningkatkan kinerja struktural sekaligus mengurangi kebutuhan dimensi elemen, sehingga lebih efisien untuk aplikasi bangunan bertingkat.

**Kata kunci:** Perilaku Struktur, Komposit, *Encased Composite*

**ABSTRACT:** This study aims to compare the structural behavior of buildings utilizing reinforced concrete elements with those employing *Encased Composite* elements, focusing on structural responses that influence the required dimensions of structural members. Composite structures, which combine concrete as a compression-resistant material and steel as a tension-resistant material, offer the potential for improved structural efficiency compared to conventional reinforced concrete systems. The integration of both materials enables enhanced stiffness and capacity in resisting both lateral and vertical loads. The research method involves numerical analysis of two building models with identical geometric configurations and loading conditions. The first model uses reinforced concrete beams and columns, while the second model uses *Encased Composite* beams and columns. The analyzed parameters include static and dynamic base shear forces, interstory drift, and required cross-sectional dimensions of structural elements. The analysis is conducted to evaluate differences in structural performance and design efficiency between the two systems. The results indicate that the base shear forces in the *Encased Composite* model are, on average, 9.6% higher than those in the reinforced concrete model. However, the interstory drift in the reinforced concrete model is 20% higher, indicating that the *Encased Composite* system provides greater lateral stiffness. In terms of dimensional efficiency, the cross-sectional dimensions of *Encased Composite* elements are, on average, 6.2% smaller than those of reinforced concrete elements. These findings demonstrate that the use of *Encased Composite* elements can enhance structural performance while reducing the required member dimensions, making it a more efficient option for multi-story building applications.

**Keywords:** Structural Behavior, Composite, *Encased Composite*

## 1. PENDAHULUAN

Struktur bangunan gedung pada umumnya terdiri atas elemen-elemen utama seperti balok dan kolom yang berfungsi menahan beban gravitasi maupun beban lateral. Balok berperan sebagai elemen penahan beban horizontal, sedangkan kolom berfungsi menyalurkan beban vertikal ke pondasi. Dalam praktik konstruksi, kedua elemen ini lazim dibuat dari material beton bertulang, baja, atau kombinasi keduanya. Namun, penggunaan beton bertulang konvensional sering menghasilkan dimensi elemen yang relatif besar untuk memenuhi persyaratan kekuatan dan kekakuan, sehingga berdampak pada efisiensi ruang, berat struktur, serta biaya konstruksi.

Fenomena tersebut menimbulkan masalah terkait kebutuhan struktur yang semakin efisien, ringan, dan cepat dibangun, terutama pada bangunan bertingkat. Beton bertulang memiliki keunggulan pada kekuatan tekan, tetapi lemah terhadap tarik sehingga memerlukan tulangan dalam jumlah besar. Sebaliknya, baja memiliki kekuatan tarik tinggi namun rentan terhadap korosi dan api apabila tidak dilindungi. Keterbatasan masing-masing material ini mendorong perlunya alternatif sistem struktur yang mampu mengoptimalkan keunggulan keduanya.

Di sisi lain, kajian mengenai perbandingan kinerja struktur beton bertulang dengan sistem *Encased Composite* masih terbatas, khususnya terkait respons struktur terhadap beban lateral, simpangan antar lantai, gaya geser dasar, serta efisiensi dimensi elemen. Gap penelitian ini penting karena pemilihan sistem struktur sangat memengaruhi performa bangunan, efisiensi material, dan keberlanjutan konstruksi.

Sebagai solusi, struktur komposit beton-baja, termasuk sistem *Encased Composite*, menawarkan kombinasi keunggulan kedua material. Beton memberikan kekakuan dan perlindungan terhadap api serta korosi, sementara baja memberikan kekuatan tarik dan daktilitas. Dengan membungkus baja menggunakan beton, elemen struktur dapat memiliki kapasitas yang lebih tinggi dan dimensi yang lebih kecil dibandingkan beton bertulang konvensional. Selain itu, struktur komposit berpotensi mempercepat proses konstruksi dan meningkatkan efisiensi penggunaan material.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan industri konstruksi terhadap sistem struktur yang lebih efisien, kuat, dan berkelanjutan. Pemahaman yang lebih mendalam mengenai perbandingan perilaku struktur beton bertulang dan *Encased Composite* akan memberikan dasar ilmiah bagi perencana dalam memilih sistem struktur yang optimal.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan perilaku struktur serta kebutuhan dimensi elemen balok dan kolom pada gedung yang menggunakan beton bertulang dan *Encased Composite*, sehingga dapat memberikan rekomendasi sistem struktur yang lebih efektif untuk bangunan bertingkat.

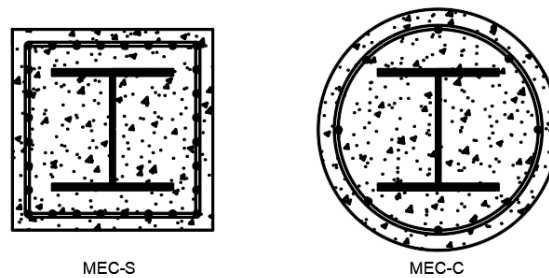
## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Struktur Komposit

Struktur komposit merupakan suatu struktur yang terbentuk dari dua atau lebih material yang berbeda yang digabungkan menjadi satu kesatuan agar menciptakan suatu material baru. Dalam konteks material, istilah "komposit" merujuk pada kombinasi bahan-bahan yang berbeda untuk terbentuknya suatu material baru dengan sifat-sifat yang lebih baik daripada bahan-bahan pembentuknya (Endarwati Ayu & Rokhmawati, 2022).

### 2.2 Encased Composite

Penampang *Encased Composite* adalah penampang baja yang dilapisi dengan beton bertulang, di mana profil baja *wide flange* (WF) dibungkus dalam beton bertulang dengan penampang berbentuk persegi atau bundar. (Tubuh, 2019).



Gambar 1 Encased Composite

### 2.3 D/C Ratio

Dalam penelitian ini, evaluasi kinerja elemen struktur dilakukan menggunakan parameter Demand–Capacity Ratio (*D/C ratio*). *D/C ratio* digunakan untuk menilai apakah elemen balok dan kolom pada masing-masing model struktur memiliki kapasitas yang memadai terhadap beban yang bekerja. Nilai demand diperoleh dari hasil analisis pembebanan, dari kombinasi beban termasuk gempa, sedangkan capacity ditentukan berdasarkan kapasitas maksimum elemen dalam menahan kombinasi gaya aksial dan momen lentur sesuai ketentuan desain (Nurhidayatullah & Teguh, 2018). Elemen dinyatakan aman apabila nilai *D/C ratio* berada di bawah batas yang dipersyaratkan.

Penilaian kapasitas elemen dilakukan mengacu pada SNI 1729:2020, interaksi antara gaya tekan dan momen lentur pada elemen baja dan komposit. Penentuan kapasitas mengikuti Persamaan (1), apabila rasio  $P_r/P_c \geq 0,2$ , maka elemen harus dievaluasi menggunakan persamaan interaksi penuh untuk memastikan bahwa kapasitas tekan dan lentur dapat dipenuhi secara simultan mengikuti Persamaan (2). Ketentuan ini diterapkan pada seluruh elemen kolom dan balok-kolom pada kedua model struktur.

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

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

Keterangan,

- $P_r$  = kekuatan aksial perlu, ditentukan sesuai dengan pada Bab C, dengan menggunakan kombinasi beban  
DFT atau DKI, kips (N)
- $P_c$  = kekuatan aksial tersedia, ditentukan sesuai dengan Bab E, kips (N)
- $M_r$  = kekuatan lentur perlu, ditentukan sesuai dengan Bab C, menggunakan kombinasi beban DFBT atau  
DKI, kip-in. (N-mm)
- $M_c$  = kekuatan lentur tersedia, ditentukan sesuai dengan Bab F, kip-in. (N-mm)
- x = indeks sehubungan dengan lentur sumbu mayor
- y = indeks sehubungan dengan lentur sumbu minor

### 2.4 Simpangan

Besarnya simpangan antar tingkat pada struktur gedung dihitung menggunakan Persamaan (3). Hasil perhitungan simpangan untuk arah horizontal (X dan Y) telah disajikan dalam tabel, dan seluruh nilai yang diperoleh harus memenuhi ketentuan batas simpangan antar tingkat sesuai SNI 1726:2019 (BSN, 2019). Dengan demikian, perpindahan relatif antar lantai pada kedua arah tidak melebihi batas izin yang dipersyaratkan, sehingga struktur dinyatakan memenuhi kriteria kinerja simpangan.

$$\delta x = \frac{Cd\delta x}{I_e} < \Delta a \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- Cd : faktor amplifikasi defleksi
- $\delta x_e$  : defleksi pada lokasi yang diisyaratkan dengan analisis elastis
- $I_e$  : faktor keutamaan gempa
- $\Delta a$  : Simpangan antar tingkat

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah mengenai perbandingan perilaku struktur gedung menggunakan balok dan kolom *Encased Composite* dengan beton bertulang terhadap beban gempa. Adapun data yang dipakai dalam penelitian ini merupakan asumsi penulis. Dalam penelitian ini, struktur gedung dimodelkan menggunakan aplikasi SAP2000, kemudian dianalisis perilakunya. Dalam pemodelan ini, bangunan dianggap terjepit di permukaan tanah, sehingga pengaruh pondasi tidak diperhitungkan. Untuk jenis bangunan adalah bangunan ruko, memiliki 3 lantai dengan tinggi tiap lantai adalah 4 meter, dan bangunan terletak di lokasi rawan gempa dengan kelas situs tanah sedang (*Site class-D*).

a. Material beton

- Kuat tekan puncak ( $f'c$ ) = 25 MPa
- Berat Beton ( $Wc$ ) = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Modiulus Elastisitas ( $E_c$ ) = 23500 MPa

b. Material Baja

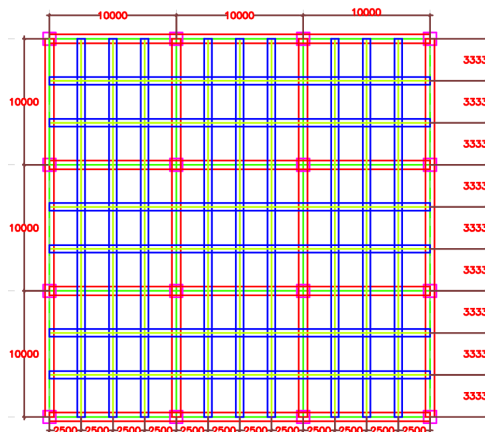
- Kelas baja = BJ 37
- Berat baja tulangan = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus elastisitas ( $E_s$ ) = 200000 MPa
- Tegangan tarik leleh ( $f_y$ ) = 240 MPa
- Tegangan tarik putus( $f_u$ ) = 370 MPa

c. Material Besi Tulangan Utama

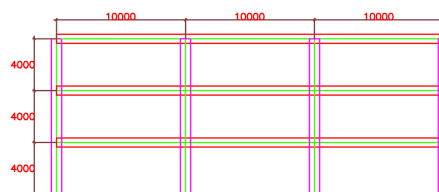
- Kelas baja tulangan = BjTS 420
- Berat baja tulangan = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus elastisitas ( $E_s$ ) = 200000 MPa
- Tegangan tarik leleh ( $f_y$ ) = 420 MPa
- Tegangan tarik putus( $f_u$ ) = 525 MPa

d. Material Besi Tulangan Geser

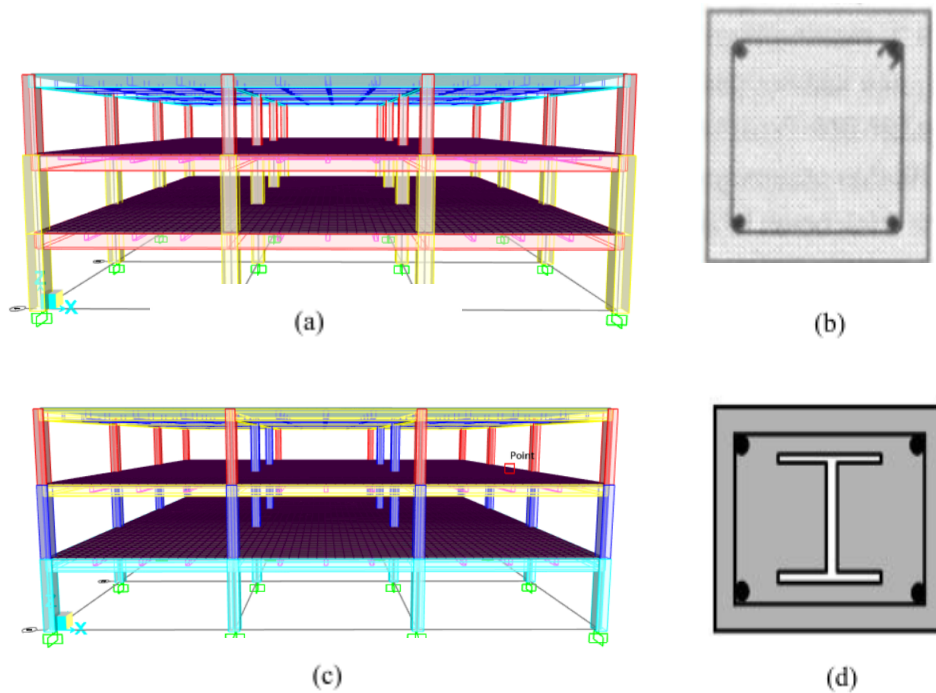
- Kelas baja tulangan = BjTP 280
- Berat baja tulangan = 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Modulus elastisitas ( $E_s$ ) = 200000 MPa
- Tegangan tarik leleh ( $f_y$ ) = 280 MPa
- Tegangan tarik putus( $f_u$ ) = 350 MPa



Gambar 2. Denah



Gambar 3. Portal



Gambar 4. (a) Model Beton Bertulang, (b) Detail Penampang Beton Bertulang, (c) Model *Encased Composite*, (d) Detail Penampang *Encased Composite*

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Perbandingan Dimensi

Hasil analisis menunjukkan dimensi yang dihasilkan berbeda untuk masing-masing struktur seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Dimensi Kolom

Lantai	Beton Bertulang	<i>Encased Composite</i>
3	(4 kolom) 500x500	500x500(H-300x300)
	(12 kolom) 600x600	
2	(4 kolom) 600x600	575x575(H-300x300)
	(12 kolom) 500x500	
1	(4 kolom) 550x550	(12 Kolom) 575x575(H-300x300)
	(12 kolom) 500x500	(4 kolom) 600x600(H-300x300)

Pada model beton bertulang, lantai 1 menggunakan empat kolom tengah berukuran  $550 \times 550$  mm dan dua belas kolom lainnya berukuran  $500 \times 500$  mm. Pada model *Encased Composite*, empat kolom tengah memiliki dimensi  $600 \times 600$  mm dengan profil H-Beam  $300 \times 300$ , sedangkan dua belas kolom lainnya berukuran  $575 \times 575$  mm dengan profil baja yang sama. Sementara itu, model komposit biasa menggunakan dimensi seragam  $550 \times 550$  mm dengan H-Beam  $300 \times 300$  untuk seluruh kolom. Hasil ini menunjukkan bahwa *Encased Composite* menghasilkan penampang terbesar karena adanya pembungkus beton di sekitar baja, sedangkan beton bertulang memiliki dimensi paling kecil namun kapasitas strukturalnya lebih rendah. Model komposit biasa berada di antara keduanya, mencerminkan efisiensi moderat dengan dimensi seragam. Secara keseluruhan, perbedaan dimensi ini menggambarkan perbedaan mekanisme kerja struktur. *Encased Composite* menawarkan kapasitas lebih tinggi dengan konsekuensi dimensi lebih besar, beton bertulang lebih kecil namun kurang efisien, dan komposit biasa menjadi alternatif tengah dengan kinerja yang lebih baik dari beton bertulang.

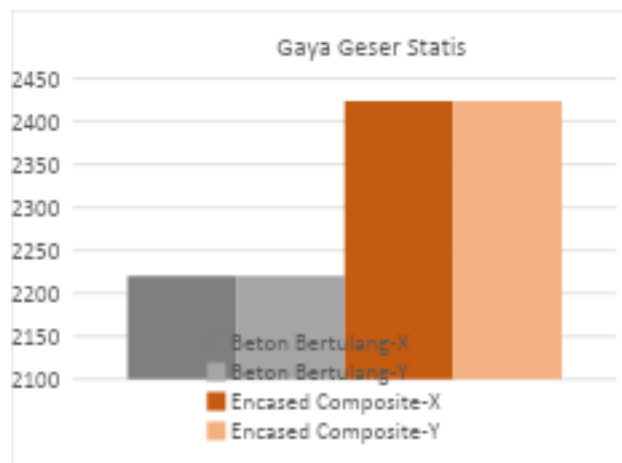
Tabel 2. Perbandingan Dimensi Balok

Lantai	Beton Bertulang	<i>Encased Composite</i>
Atap	300x600	325x650(I/WF 200x100x5,5x8)
3	400x800	380x760(I/WF 400x200x8x13)
2	400x800	380x760(I/WF 400x200x8x13)

Perbandingan dimensi balok induk menunjukkan bahwa model beton bertulang pada lantai 2 menggunakan balok berukuran  $400 \times 800$  mm, sedangkan model *Encased Composite* menggunakan dimensi yang lebih kecil yaitu  $380 \times 760$  mm dengan profil baja I/WF  $400 \times 200 \times 8 \times 13$  sebagai inti penampang. Sementara itu, model komposit biasa menggunakan profil baja yang jauh lebih besar, yaitu I/WF  $700 \times 300 \times 13 \times 24$ . Hasil ini mengindikasikan bahwa sistem *Encased Composite* mampu mencapai kapasitas lentur yang diperlukan dengan dimensi total yang lebih kecil dibandingkan beton bertulang, karena kontribusi simultan beton dan baja meningkatkan efisiensi penampang. Sebaliknya, komposit biasa membutuhkan profil baja yang lebih besar untuk memenuhi kapasitas struktur tanpa bantuan pembungkus beton, sehingga ukuran penampangnya menjadi dominan. Secara keseluruhan, perbandingan ini menunjukkan bahwa *Encased Composite* menawarkan efisiensi dimensi terbaik, beton bertulang memerlukan penampang lebih besar untuk mencapai kapasitas yang sama, dan komposit biasa mengandalkan kekuatan baja sehingga menghasilkan profil yang lebih besar.

### Perbandingan Gaya Geser Statis Dan Dinamis

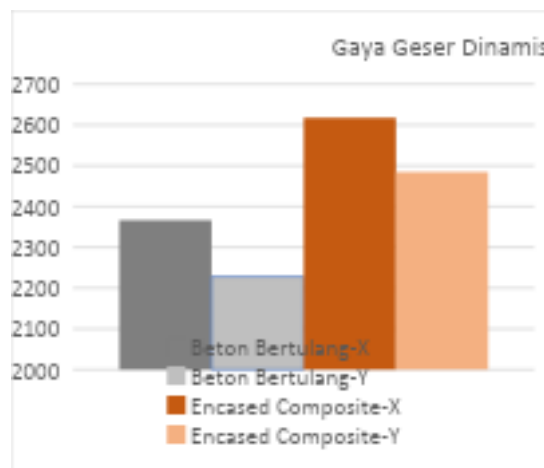
#### 1. Gaya Geser Statis



Gambar 5. Perbandingan Gaya Geser Statis

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa gaya geser statis arah-X pada model beton bertulang adalah 2220,041 kN, sedangkan pada model *Encased Composite* mencapai 2423,702 kN. Pola yang sama juga terjadi pada arah-Y, di mana beton bertulang menghasilkan gaya geser 2220,041 kN, sementara *Encased Composite* menghasilkan 2423,702 kN. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa model *Encased Composite* memiliki kekakuan lateral yang lebih tinggi, sehingga struktur mampu menarik gaya geser yang lebih besar dibandingkan beton bertulang. Dengan kata lain, semakin kaku suatu struktur, semakin besar gaya geser yang diterimanya saat dianalisis menggunakan metode statik ekuivalen. Hal ini menunjukkan bahwa sistem *Encased Composite* memberikan respons lateral yang lebih kuat dan lebih stabil, sedangkan beton bertulang memiliki kekakuan yang lebih rendah sehingga gaya geser yang timbul juga lebih kecil. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa *Encased Composite* lebih efektif dalam meningkatkan kekakuan dan kapasitas struktur terhadap beban lateral dibandingkan beton bertulang.

#### 2. Gaya Geser Dinamis

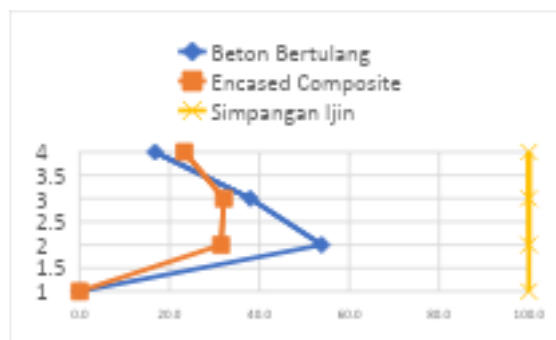


Gambar 6. Perbandingan Gaya Geser Dinamis

Hasil analisis menunjukkan bahwa gaya geser dinamis arah-X pada model beton bertulang adalah 2365,854 kN, sedangkan pada model *Encased Composite* mencapai 2617,239 kN. Pada arah-Y, beton bertulang menghasilkan gaya geser 2228,002 kN, sementara *Encased Composite* menghasilkan 2484,204 kN. Perbedaan ini menunjukkan bahwa model *Encased Composite* memiliki kekakuan dinamis yang lebih tinggi dibandingkan beton bertulang. Struktur yang lebih kaku akan menarik gaya geser dinamis yang lebih besar ketika dianalisis menggunakan respons spektrum, karena percepatan respons struktur meningkat seiring bertambahnya kekakuan. Dengan demikian, nilai gaya geser dinamis yang lebih besar pada *Encased Composite* mengindikasikan bahwa sistem ini memberikan respons lateral yang lebih kuat dan lebih stabil terhadap beban gempa. Sebaliknya, beton bertulang menghasilkan gaya geser yang lebih kecil karena kekakuannya lebih rendah, sehingga respons dinamisnya juga lebih kecil. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa *Encased Composite* lebih efektif dalam meningkatkan kekakuan dan kapasitas struktur terhadap beban gempa, baik pada arah-X maupun arah-Y, dibandingkan sistem beton bertulang.

### Perbandingan Simpangan Antar Lantai

#### 1. Simpangan Lantai Arah-X

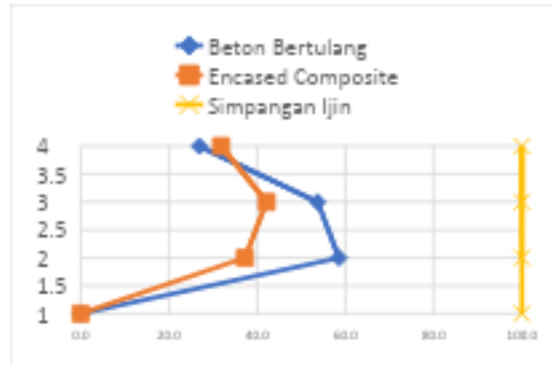


Gambar 7. Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Arah-X

Hasil analisis perbandingan simpangan antar tingkat arah-X pada masing-masing model struktur menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Pada lantai 2, simpangan arah-X pada model beton bertulang mencapai 53,9 mm, sedangkan pada model *Encased Composite* hanya 31,5 mm. Pada lantai 3, simpangan pada beton bertulang sebesar 38,0 mm, sementara *Encased Composite* sebesar 32,1 mm. Adapun pada lantai 4 atau atap, simpangan pada beton bertulang tercatat 16,8 mm, sedangkan pada *Encased Composite* sebesar 23,3 mm. Secara umum, nilai simpangan pada model *Encased Composite* lebih kecil pada lantai bawah dan menengah, menunjukkan kekakuan lateral yang lebih tinggi dibandingkan beton bertulang. Namun, pada lantai atap, simpangan *Encased*

*Composite* sedikit lebih besar, yang dapat disebabkan oleh distribusi kekakuan elemen atau karakteristik massa pada tingkat atas. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa *Encased Composite* memberikan respons lateral yang lebih kaku dan stabil pada sebagian besar tingkat bangunan, sehingga lebih efektif dalam mengendalikan simpangan akibat beban lateral dibandingkan struktur beton bertulang.

## 2. Simpangan Lantai Arah-Y



Gambar 8. Perbandingan Simpangan Antar Tingkat Arah-Y

Hasil analisis perbandingan simpangan antar tingkat arah-Y menunjukkan bahwa pada lantai 2, simpangan pada model beton bertulang mencapai 58,5 mm, sedangkan pada model *Encased Composite* hanya 37,2 mm. Pada lantai 3, simpangan beton bertulang sebesar 53,7 mm, sementara *Encased Composite* sebesar 42,1 mm. Adapun pada lantai 4 atau atap, simpangan pada beton bertulang tercatat 26,9 mm, sedangkan pada *Encased Composite* sebesar 31,8 mm. Secara umum, simpangan pada model *Encased Composite* lebih kecil pada lantai bawah dan menengah, yang menunjukkan kekakuan lateral yang lebih tinggi dibandingkan beton bertulang. Namun, pada lantai atap, simpangan *Encased Composite* sedikit lebih besar, yang dapat disebabkan oleh distribusi kekakuan elemen, perubahan massa efektif, atau karakteristik mode getar pada tingkat atas. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa *Encased Composite* lebih efektif dalam mengendalikan simpangan lateral pada sebagian besar tingkat bangunan, sedangkan perbedaan pada lantai atap menunjukkan adanya variasi respons dinamis yang perlu diperhatikan dalam desain struktur.

## 5. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa gedung dengan sistem balok dan kolom *Encased Composite* memiliki kinerja struktural yang lebih baik dibandingkan gedung dengan beton bertulang. Pada aspek gaya geser dasar statis dan dinamis, model *Encased Composite* menghasilkan nilai yang rata-rata 9,6% lebih besar, yang mencerminkan kekakuan lateral yang lebih tinggi. Pada aspek simpangan antar lantai, model beton bertulang menunjukkan nilai simpangan yang rata-rata 20% lebih besar dibandingkan *Encased Composite*, sehingga sistem *Encased Composite* terbukti lebih efektif dalam mengendalikan deformasi lateral. Dari sisi dimensi elemen, penampang *Encased Composite* memiliki ukuran rata-rata 6,2% lebih kecil dibandingkan beton bertulang, menunjukkan adanya efisiensi dimensi dan potensi penghematan ruang. Secara keseluruhan, sistem *Encased Composite* memberikan kinerja struktural yang lebih unggul, baik dari segi kekakuan, kontrol simpangan, maupun efisiensi penampang.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sistem *Encased Composite* dapat menjadi alternatif desain yang lebih efisien untuk bangunan bertingkat karena memberikan kekakuan lateral lebih tinggi, simpangan yang lebih kecil, serta kebutuhan dimensi penampang yang lebih hemat. Temuan ini dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan sistem struktur yang lebih optimal, khususnya pada bangunan di wilayah rawan gempa dan proyek yang menuntut efisiensi ruang. Namun, penelitian ini masih terbatas pada satu konfigurasi gedung dan belum mempertimbangkan variasi kondisi tanah, detail sambungan, maupun metode konstruksi yang dapat memengaruhi performa



aktual. Selain itu, aspek biaya, durasi pelaksanaan, dan kemudahan fabrikasi belum dianalisis. Oleh karena itu, studi lanjutan diperlukan untuk mengevaluasi kinerja *Encased Composite* pada berbagai tipe bangunan dan kondisi pembebanan yang lebih beragam.

## DAFTAR PUSTAKA

- AISC. (2016). Specification for structural steel buildings. *Chicago, IL: AISC.*, 1–123.
- Amin, N. (2011). *Bangunan Komposit Baja-Beton Bertingkat*.
- Anugrah Raya. (2012). *en-shear-connector*.
- Ariyanto, A. S. (2022). Korosi pada Baja Tulangan dan Pencegahannya (Studi Kasus Gedung Ruko Yos Sudarso Square Semarang). *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 3036–3041.
- Artha, N. (2020). *protective-coating*. <https://ahlibeton.co.id/protective-coating>
- Astri Gusfita, Y., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40–45. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1123>
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Standar Nasional Indonesia SNI 1726:2019*. 1–248.
- Badan Standardisasi Nasional. (2020). SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain. *Jakarta*, 8, 1–336.
- Endarwati Ayu, W., & Rokhmawati, A. (2022). Studi Alternatif Perencanaan Gedung Hotel Aston In Mojokerto Menggunakan Struktur Komposit. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(3), 34–43.
- Ezpinoza, N. C., & Rupa, A. (2018). *Pengaruh Rasio Tulangan Longitudinal Dari Metode Beton Bertulang Bambu Dengan Sengkang Baja Pada Kolom Beton Bertulang*. 1–26.
- Fahirah, F. (2007). Korosi Pada Beton Bertulang dan Pencegahannya. *Jurnal SMARTek*, 5(3), 190–195.
- Giatmajaya, I. W., Darmayasa, I. G. O., & Astati Sukawati, N. K. S. (2020). Perencanaan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Metode Lrfd (Load And Resistance Factor Design) Ruang Kelas Lantai Iii Smk Pariwisata Labuan Bajo – Flores – Ntt. *Jurnal Ilmiah Vastuwidya*, 3(2), 52–61. <https://doi.org/10.47532/jiv.v3i2.214>
- Gunawan, A., Tumimomor, M. E., Dapas, S. O., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2016). Analisis Penghubung Geser (Shear Connector) Pada Balok Baja Dan Pelat Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 4(8), 6–13. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/13155>
- Hasan, A., & Astira, I. F. (2013). Analisis Perbandingan Simpangan Lateral bangunan Tinggi Dengan Variasi Bentuk Dan Posisi Dinding. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 47–56. <https://api.core.ac.uk/oai/oai:ejournal.unsri.ac.id:article/397>
- Hasibuan, S. A. R. S., Fadhilah Azmi, & Yuan Anisa. (2022). Studi Perbandingan Analisis Struktur Balok Menggunakan Aplikasi Berbasis Android dan SAP2000. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 6(1), 23–33. <https://doi.org/10.31961/gradasi.v6i1.1337>
- Hidayah, W. S., & Mughni, H. (2018). Studi Analisis Simpangan pada Konstruksi dengan Titik Pusat Massa Berada di Luar Bangunan Akibat Respons Spektrum Berdasarkan SNI 03-1726-2012. *Ts*, 007, 1–12.
- Ikbal Muhammad. (2017). *“Redesign of Condominium Hotel Amarsvati Lombok with Steel Concrete Composite Frame “Encased Composite Members.”*
- Interface, U., Implemented, E., & Implemented, E. (2013). *SAP2000® (Version 16.0.0) Release Notes* ©. 1–21.
- Irfan, M., Ishak, I., & Eka Priana, S. (2022). Tinjauan Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung / Ruang Baru Puskesmas Mandiangin Kota Bukittinggi. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 172–178. <https://doi.org/10.33559/err.v1i2.1142>
- Meivian, A. (2021). Perancangan Struktur Bawah Gedung Operasional Pt. Marga Mandalasakti Dengan Bored Pile. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Serang Raya*, 1(1), 18–40.
- Nurhidayatullah, E. F., & Teguh, M. (2018). Kinerja Seismik Struktur Pada Tipe Gedung Dengan Ketidakteraturan Ketinggian Dan Denah. *Jurnal Teknisia*, XXIII(1), 450–462.
- Nursani, R., & Al Huseinny, M. S. (2022). Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan Kolom Komposit Dan Kolom Non Komposit. *Jurnal Teknik Sipil*, 21(2), 196. <https://doi.org/10.26418/jst.v21i2.50218>
- Putra, R. I., Suhendi, C., & Lestari, A. M. (2020). Perencanaan Gedung Sekolah Menengah Atas Dengan Sistem Pelat Satu Arah Dan Dua Arah. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(2), 15–22. <https://doi.org/10.52005/teslink.v1i2.12>
- Putri, A., Masril, M., & Bastian, E. (2021). Analisis Struktur Pasca Kebarakan Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 179–187. <https://doi.org/10.33559/err.v1i1.1109>
- Tubuh, I. K. D. K. (2019). Studi Perbandingan Perilaku Struktur Gedung Dengan Kolom Beton Bertulang, Kolom Baja, Dan Kolom Komposit. *Jurnal Bakti Saraswati*, 08(2), 140–149. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/baktisaraswati/article/view/613>