

# Studi Perbandingan Respon Struktur pada Gedung Menggunakan Profil Baja Kastela dan WF

NESSA VALIANTINE DIREDDJA<sup>1\*</sup>, ERMA DESIMALIANA<sup>1</sup>,  
IBNU ADHITOMO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dosen Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia  
<sup>2</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Bandung, Indonesia  
Email: [nessa.valiantine@itenas.ac.id](mailto:nessa.valiantine@itenas.ac.id)

## ABSTRAK

*Penggunaan material beton bertulang sebagai material konstruksi struktur gedung masih sangat populer khususnya pada bangunan tinggi. Namun saat ini, material baja sudah tidak asing di dunia konstruksi karena kekuatan tarik dan tekan yang cukup tinggi dibandingkan beton bertulang. Adapun inovasi dari baja profil salah satunya adalah baja kastela. Baja kastela dapat menambah kapasitas kekuatan penampang tanpa menambah berat sendirinya. Penelitian ini mengkaji respons struktur dari 3 model gedung 9 lantai berupa struktur eksisting menggunakan material beton bertulang, struktur gedung dengan material baja dan struktur gedung baja yang menggunakan balok dari baja kastela. Berdasarkan hasil analisis didapatkan kesimpulan bahwa dari ketiga variasi model struktur, gedung dengan menggunakan baja kastela pada elemen balok menghasilkan periode serta simpangan antar lantai yang lebih kecil di segala arah dibandingkan dengan bangunan dari struktur beton bertulang dan struktur baja.*

**Kata kunci:** beton bertulang, baja, baja kastela

## ABSTRACT

*The use of reinforced concrete as a construction material for building structures is still very popular, especially in high rise building. However, currently, steel material is also common to use because its tensile and compressive strength is quite high compare to reinforced concrete. One of the innovations in steel profile is castellated steel. Castellated steel can increase the strength capacity especially in bending strength without increasing its own weight. This research examines the structural response of three models of 9 story buildings in the form of existing structure using reinforced concrete material, building structure using steel material and steel building with the use of castellated beam. Based on the result of the analysis, it was concluded that of the three structural model variations, building using castellated beam produced period of structure and story drift that smaller in all direction compared to buildings using reinforced concrete and steel structures.*

**Keywords:** reinforced concrete, steel, castellated steel

## 1. PENDAHULUAN

Dalam mengoptimalkan desain suatu struktur bangunan, penggunaan jenis material serta dimensi profil merupakan hal yang paling utama. Hal ini dikarenakan dalam suatu perencanaan struktur dibutuhkan tingkat efisiensi yang tinggi, kinerja struktur yang baik dan biaya yang paling minimum. Beton bertulang merupakan material yang paling sering digunakan dalam sebuah konstruksi bangunan, hal ini disebabkan kuat tekan yang tinggi serta biaya pemeliharaan yang rendah merupakan kelebihan utama dari material ini [1], bahan baku beton bertulang seperti semen dan agregat sangat mudah ditemukan di pasaran, di samping itu beton bertulang juga mudah dibentuk mengikuti dimensi atau bentuk penampang yang dibutuhkan.

Selain beton bertulang, baja profil saat ini sudah sangat umum digunakan dalam suatu pembangunan baik gedung, rangka atap, jembatan, maupun jenis bangunan lainnya. Dengan kekuatan tariknya yang cukup tinggi serta kemudahan dan waktu pengerjaan yang lebih cepat dibandingkan material lainnya, baja memiliki daya tarik tersendiri dalam kegunaannya pada suatu konstruksi. Material baja cukup bersaing dengan material beton bertulang dikarenakan baja memiliki kuat tarik dan tekan yang tinggi dengan berat struktur yang lebih kecil dibandingkan beton, sehingga mampu mempengaruhi pula dimensi dari fondasi strukturnya [6] [11]. Seiring pesatnya perkembangan industri pembangunan, baja profil saat ini dimodifikasi sedemikian rupa agar memiliki nilai estetika tanpa mengurangi fungsi utamanya, salah satu contohnya adalah profil baja kastela. Bukan pada bagian baja profil ini digunakan untuk meningkatkan kapasitas dari penampang tanpa menambah berat dari struktur.

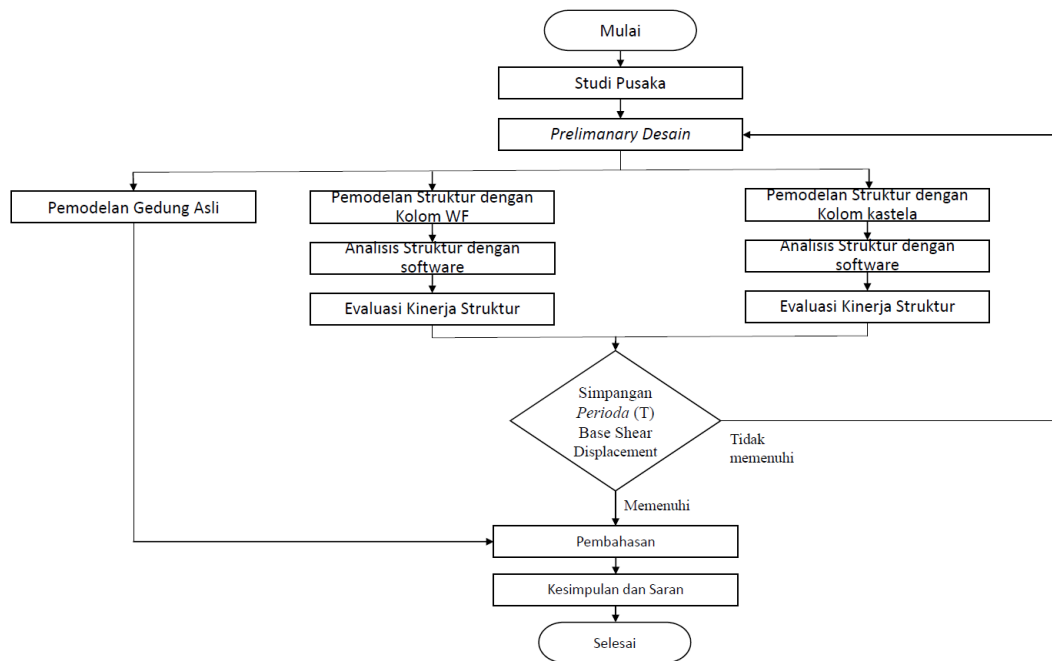
Balok kastela atau disebut juga *castellated beam* merupakan rekayasa profil baja yang sudah ada sejak lama dan mulai sering digunakan belakangan ini. Balok kastela adalah sebuah balok yang dibentuk dengan cara *castellation* [8]. *Castellation* adalah proses pemotongan pelat di bagian badan profil WF dengan suatu pola yang kemudian disambung kembali dengan cara dilas [12]. Pemotongan dan penyambungan kembali ini menyebabkan adanya penambahan tinggi pada profil sehingga kekuatan dan kekakuan pada balok dapat bertambah [7]. Apabila dibandingkan dengan balok aslinya, baja kastela unggul dalam desain dan konstruksi karena penambahan tinggi profil tersebut menyebabkan peningkatan rasio kedalaman terhadap berat, peningkatan modulus penampang dan juga momen inersia terhadap sumbu kuat. Peningkatan ini bukan saja memungkinkan penggunaan pada bentang yang panjang, namun juga meningkatkan efisiensi dari segi penghematan biaya ketika digunakan pada bentang panjang [10]. Penggunaan baja kastela saat ini masih kurang umum digunakan sebagai konstruksi utama, khususnya di daerah luar Jawa, hal ini dikarenakan kendala pada sumber daya peralatan juga tenaga ahli pabrikasi untuk pembentukkan baja kastela [5].

Dengan dasar latar belakang tersebut, penelitian ini menganalisis perbandingan respon struktur gedung dengan tiga variasi material, yaitu gedung eksisting menggunakan beton bertulang, lalu perencanaan ulang gedung struktur baja WF serta gedung menggunakan kolom dari profil baja WF dan balok dari profil baja kastela. Respon struktur yang ditinjau adalah periode getar, gaya geser dasar, dan simpangan antar lantai.

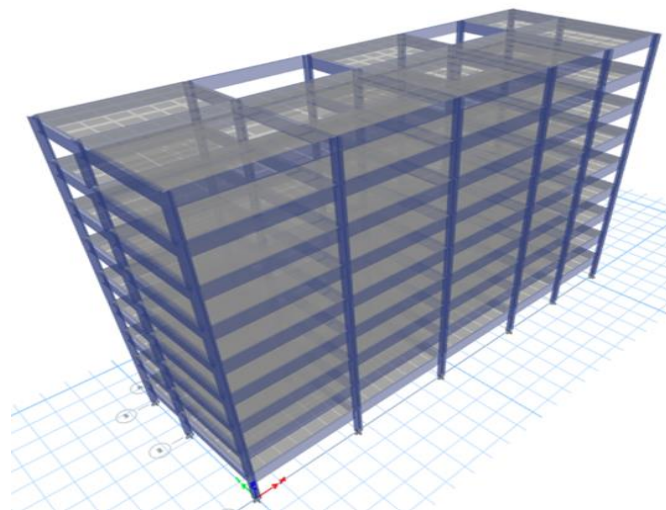
## 2. METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dengan cara mencari data struktur gedung eksisting beton bertulang yang akan dianalisis, kemudian memodelkan ulang gedung tersebut dengan dua variasi gedung tambahan, yaitu gedung baja serta gedung kolom baja dan balok kastela.

Pada penelitian ini, bangunan yang dianalisis merupakan gedung 9 lantai yang diperuntukkan sebagai hotel, dengan lokasi di Bandung, Jawa Barat. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah sedang, mutu beton menggunakan  $f'_c$  30 MPa sedangkan mutu baja yang digunakan adalah BJ41. Perkiraan dimensi awal dari elemen struktur ditentukan sesuai SNI 1729:2020 [4], lalu gedung dimodelkan dengan menggunakan *software* ETABS seperti yang terlihat pada **Gambar 2**. Pada penelitian ini digunakan SNI 1727:2020 untuk acuan beban hidup pengguna dan beban angin [3], selain itu SNI 1726:2019 juga digunakan sebagai dasar perhitungan beban gempa [2]. Metode yang digunakan untuk analisis beban gempa adalah metode dinamik respons spektrum dan data gempa disesuaikan dengan lokasi bangunan yang diteliti, setelah memodelkan gedung menggunakan profil dari hasil *preliminary design*, dilakukan pemeriksaan terhadap periode struktur, gaya geser dasar dan simpangan, jika hasil pemeriksaan belum memenuhi ketentuan maka akan dilakukan redesign hingga semua hasil pemeriksaan terpenuhi. Adapun bagan alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** berikut.



**Gambar 1. Diagram alir penelitian**



**Gambar 2. Tampak 3D struktur gedung**

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis yang didapatkan dari *output* ETABS yaitu perilaku struktur berupa periode getar struktur, gaya geser dasar dan simpangan antar lantai. Hasil tersebut digunakan untuk mengetahui perbedaan respons struktur pada bangunan beton bertulang, serta bangunan alternatif menggunakan struktur baja WF dan bangunan alternatif menggunakan kolom baja dan balok kastela.

**Tabel 1. Periode Struktur**

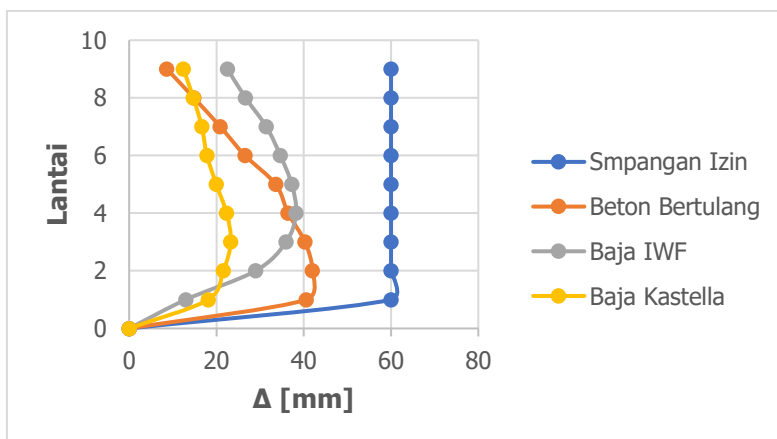
Bangunan	UX	UY	RZ
Beton Bertulang	1,62	1,44	1,27
Baja WF	1,81	1,06	0,92
Baja Kastela	1,44	1,04	0,89

**Tabel 1** di atas menunjukkan periode getar untuk semua variasi struktur, struktur gedung dengan menggunakan variasi balok baja kastela memiliki periode getar yang lebih kecil dibandingkan gedung lain, sedangkan periode getar struktur yang terbesar adalah struktur gedung beton bertulang. Periode struktur ini menunjukkan waktu yang diperlukan bagi struktur untuk kembali ke bentuk asal setelah menerima gaya gempa [6].

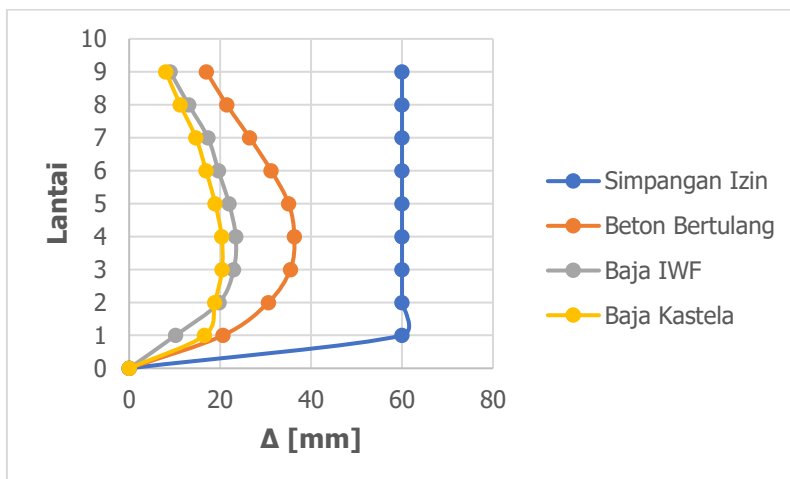
**Tabel 2. Gaya Geser Dasar**

Bangunan	Arah X-Y [kN]
Beton Bertulang	1.812,87
Baja WF	959,13
Baja Kastela	977,99

Menurut SNI 1726:2019, faktor skala harus digunakan sesuai dengan ordinat ragam spektrum jika hasil gaya geser dinamik belum mencapai 100% gaya geser statik ekuivalen. **Tabel 2** di atas menunjukkan nilai gaya geser dasar yang telah dikalikan faktor skala. Dari hasil *output software*, nilai gaya geser dasar untuk semua variasi gedung pada penelitian ini tidak memenuhi persyaratan sehingga memerlukan skala pembesaran sesuai peraturan yang ditetapkan. Terlihat pada **Tabel 2**, gedung beton bertulang memiliki nilai gaya geser dasar yang paling besar sedangkan gaya geser dasar terkecil terjadi pada gedung dengan variasi gedung yang menggunakan balok kastela. Merujuk pada SNI 1726:2029, gaya geser dasar seismik dipengaruhi oleh koefisien respons seismik dan berat seismik efektif, dikarenakan koefisien respons seismik yang pada seluruh variasi gedung menggunakan nilai yang sama, maka dari itu berat seismik efektiflah yang paling mempengaruhi besarnya perbedaan gaya geser dasar dari ketiga variasi gedung yang dimodelkan.



**Gambar 3. Simpangan antar lantai untuk arah X**



Gambar 4. Simpangan antar lantai untuk arah Y

Simpangan lateral pada setiap lantai harus dipastikan memenuhi persyaratan untuk mencegah kerusakan non struktural, menjaga stabilitas struktur, serta menjaga kenyamanan penghuni bangunan [9]. Menurut SNI 1726:2019, simpangan antar tingkat harus lebih kecil dibandingkan dengan simpangan antar tingkat izin, dimana nilai simpangan antar lantai ini dihitung dari selisih defleksi pusat massa tingkat teratas dan terbawah. Terlihat pada **Gambar 3** dan **Gambar 4** simpangan antar lantai baik arah X maupun arah Y, pada setiap variasi gedung memenuhi persyaratan simpangan izin maksimum antar lantai. Pada arah X maupun Y, struktur dengan balok baja kastela memiliki simpangan antar lantai yang lebih kecil dibandingkan struktur baja dan beton bertulang, sedangkan simpangan antar lantai terbesar pada arah Y, terjadi pada bangunan struktur bertulang, di sisi lain pada arah X simpangan antar lantai pada tingkat atas terbesar terjadi pada struktur bangunan baja.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada ketiga variasi struktur gedung, struktur gedung yang menggunakan balok kastela memiliki periode struktur yang paling kecil dibandingkan variasi gedung beton bertulang dan gedung baja baik untuk arah X, arah Y maupun rotasi Z dengan nilai periode sebesar 1,44 untuk arah X; 1,04 untuk arah Y dan 0,89 untuk rotasi arah Z. Adapun untuk nilai gaya geser dasar, gedung baja dan gedung dengan menggunakan balok IWF memiliki nilai gaya geser dasar yang jauh lebih kecil dibandingkan gedung beton bertulang yaitu sebesar 1.812,87 kN untuk gedung beton bertulang; 959,13 kN untuk variasi gedung baja dan 977,99 kN untuk variasi gedung balok kastela. Besarnya gaya geser dasar pada gedung beton bertulang salah satunya dipengaruhi oleh berat seismik yang cukup besar. Hal yang sama juga terjadi pada hasil analisis simpangan antar lantai, penggunaan baja kastela pada elemen balok, menghasilkan nilai simpangan antar lantai yang lebih kecil dibandingkan gedung baja dan gedung beton bertulang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriani, W. (2020). Review Design Struktur Beton Bertulang terhadap Struktur Baja pada Struktur Gedung di Atas Tanah Lunak. *Teras Jurnal*.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020 tentang Spesifikasi untuk bangunan gedung baja struktural*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- [5] Busman, M. A. (2021). *Analisa Perencanaan Peningkatan Balok Baja Profil WF (Wide Flange) dan Balok Castella Bertumpuan Sederhana. Tugas Akhir*. Makassar: Jurusan Pendidikan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Negeri Makassar.
- [6] Futariani, Y. S. (2017). *Kajian Struktur Baja sebagai Alternatif Review Design Struktur Beton Bertulang (Studi Kasus pada Gedung LPTK FT UNY). Proyek Akhir*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Sipil Universitas Negeri Yogyakarta.
- [7] Lammirta, L. d. (2018). Analisis Tegangan dan Defleksi pada Balok Kastela dengan Bukaannya Rhomb Menggunakan Metode Elemen Hingga. *JMTS (Jurnal Mitra Teknik Sipil)*, 1(1), 55-64.
- [8] Morkhade, S. G. (2019). Behavior of Castellated Steel Beams: State of the Art Review. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 19(1), 39-48.
- [9] Nursani, R. d. (2021). Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Gedung dengan Kolom Komposit dan Kolom Non Komposit. *Jurnal Teknik Sipil (JOCE, University of Tanjungpura)*, 21(2), 1-8.
- [10] Suhendi, C. P. (2020). Evaluasi Perencanaan Struktur Bangunan Pabrik Batu, Imitasi Menggunakan Struktur Balok Baja Kastela (Honeycomb). *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 6(2), 32-40.
- [11] Wijayana, H., Susanti, E. dan Septiarsilia, Y. (2020). Studi Perbandingan Letak Shear Wall terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII* (pp. 467-473). Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- [12] Yustia, V. W., et al. (2020). The Structural Behavior of Castellated Beam with Shape. *4th International Conference on Civil Engineering Research (ICCEER 2020)* (pp. 1-8). Surabaya: IOP Publishing.