**BOUWPLANK**
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 6 No. 2, Oktober 2026

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 147-155

# Analisis Kinerja Struktur *Gable frame* Profil WF dan Castella Terhadap Elemen Kritis Pada Gudang Pupuk PT. Molindo Raya Industrial

**Maulia Umi Nazhiroh[1*], Candra Aditya[2], Dafid Irawan[3]**

[1]PT. Molindo Raya Industrial
[2,3]Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widya Gama, Malang
*Email Korespondensi: maulia.un@gmail.com

**ABSTRAK**

Perencanaan struktur baja bentang lebar pada bangunan industri memerlukan sistem yang efisien dan memiliki kekakuan yang memadai untuk mengendalikan gaya dalam dan deformasi. Salah satu sistem yang umum digunakan adalah *gable frame* dengan variasi profil baja seperti *Wide Flange (WF)* dan Castella. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja struktur *gable frame* menggunakan kedua jenis profil tersebut pada gudang pupuk PT. Molindo Raya Industrial. Metode penelitian dilakukan melalui analisis numerik menggunakan perangkat lunak ETABS dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, dan beban angin sesuai kombinasi pembebanan. Parameter yang dianalisis meliputi gaya aksial, gaya geser, momen lentur, serta lendutan maksimum untuk menentukan elemen kritis struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa elemen *rafter* merupakan elemen paling kritis dengan momen maksimum sebesar 9.967,64 kgf·m pada profil WF dan 9.868,79 kgf·m pada profil Castella. Lendutan maksimum pada profil WF sebesar 38,61 mm, sedangkan pada profil Castella sebesar 15,92 mm atau lebih kecil sekitar 58,77%. Perbedaan gaya dalam relatif kecil, namun profil Castella menunjukkan kinerja deformasi yang lebih baik.
**Kata kunci :** *Gable frame*, Profil WF, Profil Castella, Elemen kritis, dan Lendutan

***ABSTRACT***

*The design of wide-span steel structures for industrial buildings requires an efficient system with sufficient stiffness to control internal forces and deformations. One commonly used system is the gable frame, which employs various steel profiles such as Wide Flange (WF) and Castella. This study aims to analyze and compare the performance of gable frame structures using these two types of profiles in the fertilizer warehouse of* PT. *Molindo Raya Industrial. The research method involved numerical analysis using ETABS software, taking into account dead loads, live loads, and wind loads according to load combinations. The parameters analyzed included axial forces, shear forces, bending moments, and maximum deflections to identify the critical structural members. The analysis results show that the rafter is the most critical element, with a maximum moment of 9,967.64 kgf·m for the WF profile and 9,868.79 kgf·m for the Castella profile. The maximum deflection for the WF profile is 38.61 mm, while for the Castella profile it is 15.92 mm—approximately 58.77% smaller. Although the difference in forces is relatively small, the Castella profile exhibits better deformation performance.*
***Keywords*** **:** *Gable frame, WF profile, Castella profile, Critical element, and Deflection.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi baja mendorong penggunaan struktur bentang lebar yang kuat dan efisien, salah satu sistem yang banyak digunakan adalah struktur *gable frame* baja karena mampu menjangkau bentang lebar dengan efisiensi material dan kekakuan yang baik. Kinerja struktur tersebut dipengaruhi oleh profil baja yang digunakan, di antaranya *Wide Flange* (WF) dan Castella, yang dapat memberikan perbedaan pada distribusi gaya dalam dan deformasi struktur. Penelitian terdahulu telah membandingkan profil WF dan Castella berdasarkan kapasitas momen serta gaya dalam dan berat struktur [1] , namun kajian mengenai elemen kritis dan respons lendutan pada kondisi geometri dan pembebanan yang sama masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini menganalisis dan membandingkan kinerja *gable frame* profil WF dan Castella pada gudang pupuk PT. Molindo Raya Industrial berdasarkan distribusi gaya dalam dan lendutan vertikal.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Struktur *Gable frame*

Struktur *gable frame* merupakan sistem portal kaku (*rigid frame*) berbentuk pelana yang banyak digunakan pada bangunan industri bentang lebar karena kemampuannya memberikan ruang tanpa kolom tengah serta efisiensi dalam fabrikasi dan konstruksi. Sistem ini bekerja dengan memanfaatkan kekakuan sambungan antara balok (*rafter*) dan kolom dalam menahan beban gravitasi maupun beban lateral [2]. Elemen utama penyusunnya terdiri atas *rafter*, kolom, dan sambungan yang secara langsung memikul serta mentransfer gaya aksial, gaya geser, dan momen lentur ke pondasi. *Rafter* berfungsi sebagai penopang atap yang dominan menerima momen lentur, kolom bekerja sebagai elemen aksial–lentur yang menjaga kestabilan struktur, sedangkan sambungan dan *haunch* berperan meningkatkan kapasitas serta kekakuan lokal sistem. Tingkat deformasi struktur mencerminkan kekakuan global *gable frame*, dimana simpangan yang kecil menunjukkan performa struktur yang lebih stabil [3].

### 2.2 Profil *Wide Flange*

Profil *Wide Flange* (WF) merupakan profil baja berbentuk huruf I dengan flange lebar dan web relatif tipis yang dirancang untuk memberikan kapasitas tinggi terhadap momen lentur dan gaya tekan [4]. Profil ini banyak digunakan sebagai elemen balok dan kolom pada struktur baja, termasuk sistem *gable frame*, karena memiliki distribusi tegangan yang efisien, kekakuan yang baik, serta kemampuan menahan kombinasi gaya aksial dan momen secara optimal [5], [6].

### 2.3 Profil Castella

Balok Castella merupakan hasil modifikasi profil *Wide Flange* (WF) yang diperoleh melalui pemotongan badan balok secara zig-zag dengan sudut tertentu, kemudian disambung kembali sehingga menghasilkan penampang dengan tinggi yang lebih besar. Modifikasi ini bertujuan untuk meningkatkan modulus penampang (S) dan momen inersia (I) tanpa menambah berat secara signifikan, sehingga diperoleh kapasitas lentur dan kekakuan yang lebih tinggi dibandingkan profil awal [7].

### 2.4 Pembebanan

Pembebanan merupakan faktor utama dalam analisis struktur karena menentukan besarnya gaya dalam dan deformasi yang terjadi pada *gable frame*. Beban yang diperhitungkan dalam penelitian ini meliputi beban mati (D), beban hidup (L), beban hujan (R) beban hidup atap (Lr), dan beban angin (W) sesuai ketentuan SNI 1727:2013 [8]. Beban mati berasal dari berat sendiri elemen struktur, sedangkan beban hidup berasal dari aktivitas penggunaan bangunan serta beban yang bersifat tidak tetap. Beban hujan dan beban hidup atap bekerja pada permukaan atap akibat pengaruh lingkungan, sementara beban angin timbul dari tekanan angin yang bekerja pada permukaan bangunan dan memengaruhi stabilitas struktur.

1) 1,4D ..... (1)
2) 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau S atau H)..... (2)
3) 1,2D + 1,6 (Lr atau S atau R) + (L atau 0,5W) ..... (3)
4) 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau S atau R) ..... (4)
5) 0,9D + 1,0E + L + 0.2S..... (5)
6) 0,9D + 1,0W ..... (6)

### 2.5 Gaya Dalam Pada Struktur Baja

Struktur *gable frame* menahan pembebanan melalui gaya dalam berupa gaya aksial (P), gaya geser (V), dan momen lentur (M). Gaya aksial bekerja sepanjang sumbu elemen dan dapat berupa tarik atau tekan, gaya geser bekerja tegak lurus terhadap sumbu elemen, sedangkan momen lentur menyebabkan elemen mengalami kelengkungan akibat kombinasi pembebanan [9]. Ketiga gaya dalam tersebut menjadi parameter utama dalam menentukan elemen kritis dan kinerja struktur.

### 2.6 Lendutan dan Kekakuan Struktur

Lendutan merupakan perpindahan vertikal elemen struktur akibat pembebanan yang mencerminkan tingkat deformasi sistem secara keseluruhan [10]. Besarnya lendutan dipengaruhi oleh sifat material dan dimensi penampang, dimana lendutan yang besar menunjukkan struktur yang lebih fleksibel dan kurang kaku [11]. Kekakuan berperan dalam mengendalikan deformasi agar tetap berada dalam batas layan yang diizinkan, sedangkan kestabilan berkaitan dengan kemampuan struktur mempertahankan keseimbangan tanpa mengalami kegagalan seperti tekuk. Struktur dengan simpangan kecil umumnya menunjukkan respons yang lebih kaku dan stabil terhadap pembebanan [3], sehingga evaluasi lendutan menjadi indikator penting dalam menilai kinerja *gable frame*.

### 2.7 Elemen Kritis pada Struktur *Gable frame*

Elemen kritis pada struktur *gable frame* adalah bagian yang menerima tegangan dan gaya maksimum akibat kombinasi beban [12]. Bagian yang umumnya menjadi kritis meliputi *rafter*, kolom, dan sambungan. *Rafter* menahan lentur dan tekan dengan kondisi paling kritis di daerah haunch, kolom bekerja dalam kompresi eksentris sehingga rentan terhadap tekuk, sedangkan sambungan berfungsi mentransfer gaya antar elemen dan mempengaruhi kekakuan sistem. Identifikasi elemen kritis diperlukan untuk memastikan keamanan dan kestabilan struktur.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada pada gudang pupuk organik milik PT. Molindo Raya Industrial yang beralamat di Jl. Sumberwaras No. 255. Bangunan tersebut menggunakan sistem rangka *gable frame* berbahan baja profil WF sehingga relevan untuk dianalisis dan dibandingkan dengan profil Castella. Penelitian dilakukan melalui simulasi numerik berbasis perangkat lunak, tanpa pengujian fisik secara langsung di lapangan.

### 3.2 Tahapan penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data gambar teknis, dimensi elemen, dan spesifikasi material struktur gudang pupuk milik PT. Molindo Raya Industrial yang digunakan sebagai dasar pemodelan. Selanjutnya, profil Castella direkayasa dari profil WF eksisting melalui penyesuaian geometri dan sifat penampang ekuivalen (*equivalent section properties*), tanpa memodelkan bukaan web secara fisik 3D pada ETABS. Kemudian dibuat dua model struktur *gable frame* dengan konfigurasi geometri dan pembebanan identik menggunakan perangkat lunak ETABS. Pembebanan diterapkan sesuai metode LRFD untuk memperoleh kondisi paling kritis. Hasil simulasi kedua profil kemudian dibandingkan guna menilai kekakuan, kestabilan, dan efisiensi struktur secara menyeluruh. Penelitian ini dibatasi pada analisis kinerja kualitatif dan respons kaku global struktur. Pemeriksaan kegagalan lokal khas balok Castella, seperti *vierendeel bending, web-post buckling*, serta kapasitas las pada bukaan web, tidak dicakup dan menjadi keterbatasan dalam penelitian ini.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

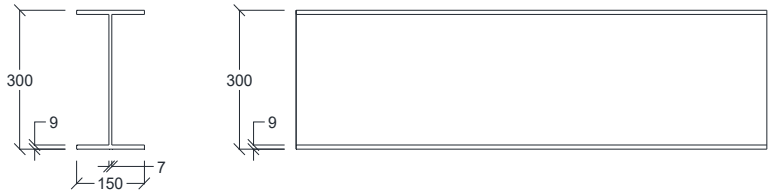
### 4.1 Parameter Analisis Struktur

Parameter analisis penelitian ini menggunakan data teknis struktur gudang milik PT. Molindo Raya Industrial sebagai dasar pemodelan *gable frame*. Geometri, material baja [13], dan pembebanan diterapkan identik pada profil WF dan Castella agar perbandingan objektif. Pemodelan dilakukan di ETABS dengan asumsi sambungan kaku dan analisis statik, sehingga diperoleh distribusi gaya dalam, lendutan, dan elemen kritis yang dipengaruhi oleh perbedaan bentuk penampang.

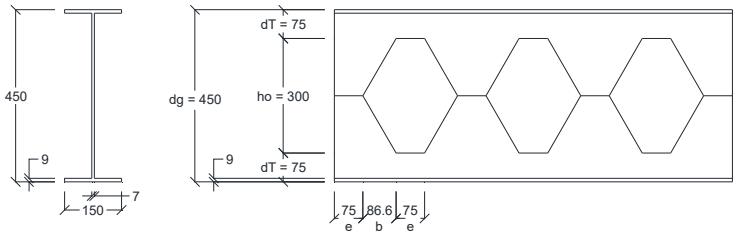
### 4.2 Desain Profil Struktur *Gable frame*

Tahap desain profil struktur *gable frame* untuk gudang PT. Molindo Raya Industrial di tunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2 melibatkan penentuan penampang baja yang akan

dianalisis secara numerik.




**Gambar 1.** Profil *Wide Flange*

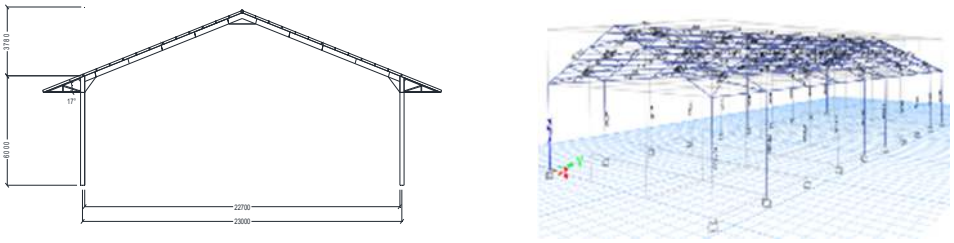



**Gambar 2.** Profil Castella

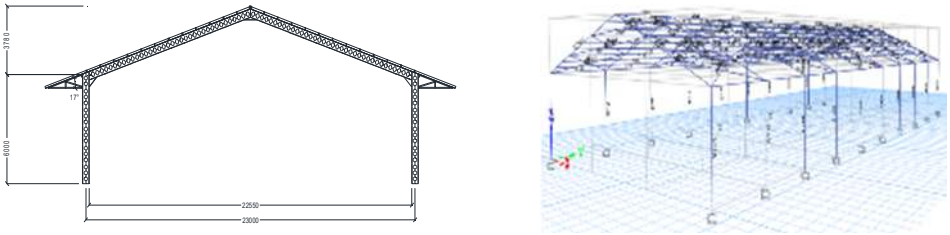
Profil WF eksisting dijadikan acuan, kemudian dimodifikasi menjadi profil Castella dengan menambah tinggi efektif melalui bukaan pada badan profil, sehingga efisiensi material meningkat. Profil WF memiliki tinggi 300 mm, lebar flange 150 mm, tebal web 6,5 mm, dan tebal flange 9 mm, sedangkan profil Castella, dengan faktor pengembangan k = 1,5, memiliki tinggi total 450 mm [14].

### 4.3 Permodelan Struktur Profil *Gable frame*

Permodelan *gable frame* di ETABS dilakukan untuk profil WF dan Castella dengan dimensi, material, dan kondisi tumpuan yang seragam sehingga perbedaan respons struktur hanya dipengaruhi oleh geometri penampang masing-masing. Hasil pemodelan struktur *gable frame* menggunakan profil WF dan Castella ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



**Gambar 3.** Permodelan Struktur *Gable frame* Profil WF



**Gambar 4.** Permodelan Struktur *Gable frame* Profil Castella

Model struktur tersebut selanjutnya digunakan untuk menganalisis distribusi gaya dalam, lendutan, dan elemen kritis pada masing-masing profil.

### 4.4 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

Pembebanan struktur *gable frame* dimodelkan pada ETABS dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, beban hujan, dan beban angin sesuai SNI 1727:2013. Data pembebanan yang digunakan dalam analisis disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Pembebanan

| Rekapitulasi Pembebanan | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tipe | D | L | R | W | |
| | | | | Windward | Leeward |
| | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) |
| Tepi | 7,16 | 16,67 | 12,25 | 19,37 | 19,37 |
| Tengah | 9,36 | 16,67 | 24,50 | 38,74 | 38,74 |
| Puncak | 7,16 | 16,67 | 12,25 | 19,37 | 19,37 |

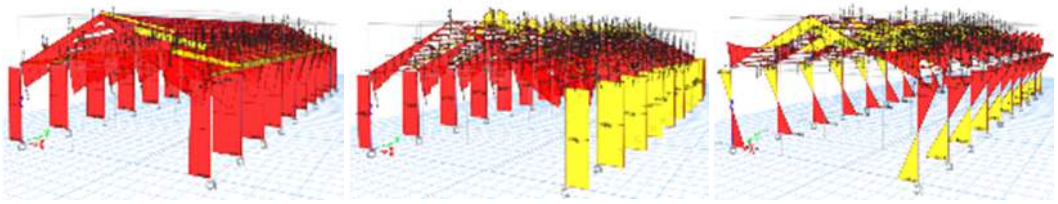
**Tabel 2.** Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan

| Rekapitulasi Kombinasi Pembebanan | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipe | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 | 6 | | 7 |
| | | | | Windward | Leeward | | Windward | Leeward | |
| | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) | (kg/m) |
| Tepi | 10.03 | 41.38 | 44.86 | 50.75 | 50.75 | 0.00 | 25.81 | 25.81 | 0.00 |
| Tengah | 13.11 | 50.15 | 67.10 | 78.89 | 78.89 | 0.00 | 47.16 | 47.16 | 0.00 |
| Puncak | 10.03 | 41.38 | 44.86 | 50.75 | 50.75 | 0.00 | 25.81 | 25.81 | 0.00 |

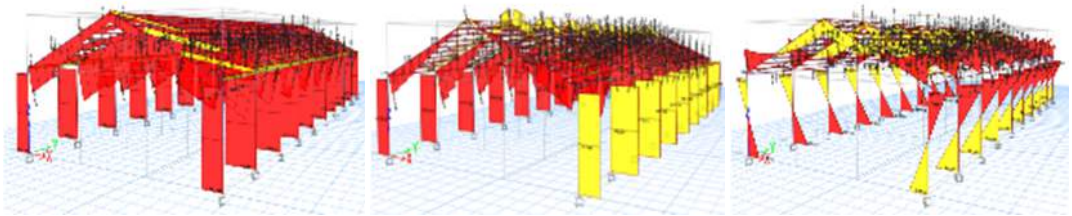
Parameter pembebanan tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis numerik untuk memperoleh respons struktur akibat kombinasi beban yang bekerja pada profil WF dan Castella [1].

### 4.5 Hasil Analisis Distribusi Gaya Dalam

Hasil analisis gaya dalam dilakukan menggunakan ETABS [15] untuk memperoleh distribusi gaya aksial, gaya geser, dan momen lentur pada profil WF dan Castella. Hasil analisis distribusi gaya dalam untuk kedua profil disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



**Gambar 5.** Distribusi Gaya Dalam Profil WF

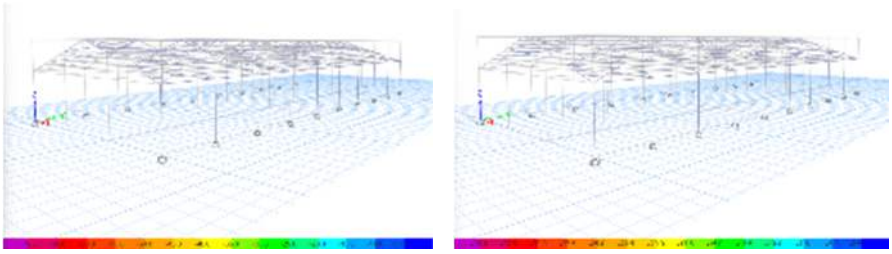


**Gambar 6.** Distribusi Gaya Dalam Profil Castella

Distribusi gaya dalam tersebut digunakan untuk menentukan nilai maksimum pada setiap elemen serta mengidentifikasi elemen kritis sebagai dasar perbandingan kinerja struktur antara profil WF dan Castella.

### 4.6 Hasil Analisis Respon Lendutan Struktur

Analisis lendutan dilakukan untuk mengevaluasi respons deformasi struktur *gable frame* menggunakan profil WF dan Castella terhadap batas layan yang ditetapkan. Hasil analisis lendutan kedua profil disajikan pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Respon Lendutan Profil WF & Castella

Hasil analisis numerik menggunakan ETABS menunjukkan bahwa kedua profil memenuhi kriteria batas layan dan kapasitas lentur. Profil WF memiliki lendutan maksimum 38,61 mm di bawah batas ijin 50,43 mm dengan kekuatan lentur 97,78 kN.m < 122,15 kN.m, sedangkan profil Castella lebih kaku dengan lendutan 15,92 mm dan kekuatan lentur 96,82 kN.m < 209,43 kN.m, sehingga modifikasi geometri meningkatkan kekakuan tanpa melampaui kapasitas nominalnya.

### 4.7 Hasil Analisis Elemen Kritis Struktur *Gable frame*

Hasil analisis elemen kritis struktur *gable frame* disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis profil WF, sedangkan Tabel 4 menunjukkan hasil analisis profil Castella berdasarkan nilai maksimum gaya aksial (P), gaya geser (V), dan momen lentur (M).

**Tabel 3.** Analisis Elemen Kritis Berdasarkan Gaya Dalam Profil WF

| Elemen Kritis | | Aksial (P) | Geser (V) | Lentur (M) | Identifikasi |
|---|---|---|---|---|---|
| | | P max | V max | M max | |
| | | kgf | kgf | kgf.m | |
| *Rafter* | R2A | -4567.9208 | -2939.5594 | -9048.3724 | P maksimum |
| | R2D | -4567.9208 | -2939.5594 | -9048.3724 | P maksimum |
| | R7A | -4276.9296 | -2964.9061 | -9967.6368 | V & M maksimum |
| | R7D | -4276.9296 | -2964.9061 | -9967.6368 | V & M maksimum |
| Kolom | C7A | -4768.2205 | -3290.3941 | 9527.5167 | P, V & M maksimum |
| | C7D | -4768.2202 | 3290.3943 | -9527.5167 | P, V & M maksimum |
| Sambungan (*Rafter* - Kolom) | R4A | -4446.9347 | -2955.5012 | -9941.7682 | P maksimum |
| | R4D | -4446.9347 | -2955.5012 | -9941.7682 | P maksimum |
| | R7A | -4276.9296 | -2964.9061 | -9967.6368 | V & M maksimum |
| | R7D | -4276.9296 | -2964.9061 | -9967.6368 | V & M maksimum |
| Sambungan (*Rafter* - *Rafter*) | S2 | -4218.3314 | 1303.6365 | 577.9531 | P maksimum |
| | S2 | -4218.3314 | 1303.6365 | 577.9531 | P maksimum |
| | S9 | -4054.3512 | 1306.1881 | 588.2007 | V maksimum |
| | S9 | -4054.3512 | 1306.1881 | 588.2007 | V maksimum |
| | S1 | -673.4745 | 99.9244 | 3024.3227 | M maksimum |
| | S1 | -673.4745 | 99.9244 | 3024.3227 | M maksimum |

**Tabel 4.** Analisis Elemen Kritis Berdasarkan Gaya Dalam Profil Castella

| Elemen Kritis | | Aksial (P) | Geser (V) | Lentur (M) | Identifikasi |
|---|---|---|---|---|---|
| | | P max | V max | M max | |
| | | kgf | kgf | kgf.m | |
| *Rafter* | R4A | -4435.5491 | -2969.4257 | -9834.0098 | P maksimum |
| | R4D | -4435.5491 | -2969.4257 | -9834.0098 | P maksimum |
| | R7A | -4270.1147 | -2981.0369 | -9868.7894 | M maksimum |
| | R7D | -4270.1147 | -2981.0369 | -9868.7894 | M maksimum |
| | R9A | -4268.5372 | -3012.0568 | -9240.0378 | V maksimum |
| | R9D | -4268.5372 | -3012.0568 | -9240.0378 | V maksimum |
| Kolom | C4A | -4771.7083 | -3290.3332 | -9363.0541 | P, V & M maksimum |
| | C4D | -4771.7063 | 3290.3296 | 9363.0394 | P, V & M maksimum |
| Sambungan (*Rafter* - Kolom) | R4A | -4435,5491 | -2969,4257 | -9834,0098 | P maksimum |
| | R4D | -4435,5491 | -2969,4257 | -9834,0098 | P maksimum |
| | R7A | -4270,1147 | -2981,0369 | -9868,7894 | M maksimum |
| | R7D | -4270,1147 | -2981,0369 | -9868,7894 | M maksimum |
| | R9A | -4246,3518 | -3012,0568 | -9240,0378 | V maksimum |
| | R9D | -4246,3518 | -3012,0568 | -9240,0378 | V maksimum |

| Elemen Kritis | | Aksial (P) | Geser (V) | Lentur (M) | Identifikasi |
|---|---|---|---|---|---|
| | | P max | V max | M max | |
| | | kgf | kgf | kgf.m | |
| Sambungan (*Rafter* - *Rafter*) | S1 | -825,0318 | 159,5481 | 2696,5661 | M maksimum |
| | S1 | -825,0318 | 159,5481 | 2696,5661 | M maksimum |
| | S2 | -4040,0978 | 1236,135 | 961,1614 | P maksimum |
| | S2 | -4040,0978 | 1236,135 | 961,1614 | P maksimum |
| | S9 | -3885,5355 | 1238,9883 | 974,8847 | V maksimum |
| | S9 | -3885,5355 | 1238,9883 | 974,8847 | V maksimum |

## 4.8 Perbandingan Kinerja Struktur *Gable frame* Profil WF dan Castella

Perbandingan kinerja dilakukan pada dua model struktur *gable frame* dengan geometri, material, kondisi tumpuan, dan pembebanan yang identik. Profil WF digunakan sebagai kondisi acuan (baseline), sedangkan profil Castella digunakan sebagai profil pembanding. Persentase perbedaan dihitung untuk mengetahui perubahan respons struktur setelah profil WF dimodifikasi menjadi profil Castella. Dengan menggunakan persamaan:

$$Perbedaan\ \% = \frac{X_{Castella} - X_{WF}}{X_{WF}}\ x\ 100\% \quad \text{..... (7)}$$

Keterangan:

$X_{WF}$ = nilai respons struktur profil WF

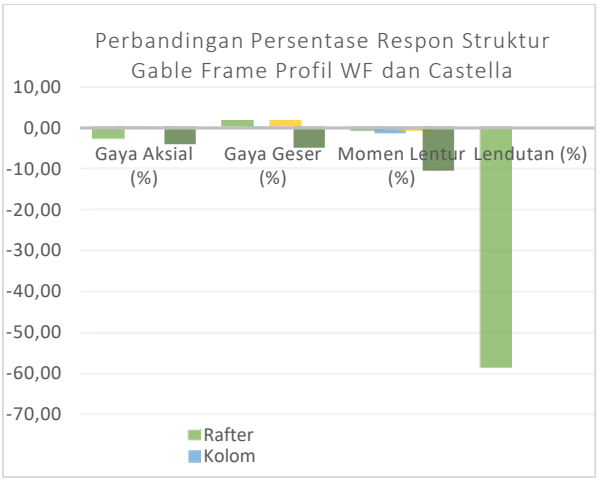
$X_{Castella}$ = nilai respons struktur profil Castella

Pada Tabel 5 dan Gambar 8 menyajikan hasil perbandingan kinerja struktur *gable frame* menggunakan profil WF dan Castella berdasarkan nilai maksimum beserta persentase perbedaannya.

**Tabel 5.** Perbandingan Kinerja Struktur *Gable frame* Profil WF dan Castella

| Deskripsi | | Satuan | Elemen | Profil | | Persentase Perbedaan (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | WF | Castella | |
| *Rafter* | Gaya aksial maksimum | kgf | R2A | 4567.9208 | 4433.6754 | -2.94 |
| | | kgf | R2D | 4567.9208 | 4433.6754 | -2.94 |
| | | kgf | R4A | 4446.9347 | 4435.5491 | -0.26 |
| | | kgf | R4D | 4446.9347 | 4435.5491 | -0.26 |
| | Gaya geser maksimum | kgf | R7A | 2964.9061 | 2981.0369 | 0.54 |
| | | kgf | R7D | 2964.9061 | 2981.0369 | 0.54 |
| | | kgf | R9A | 2951.8887 | 3012.0568 | 2.04 |
| | | kgf | R9D | 2951.8887 | 3012.0568 | 2.04 |
| | Momen lentur maksimum | kgf·m | R7A | 9967.6368 | 9868.7894 | -0.99 |
| | | kgf·m | R7D | 9967.6368 | 9868.7894 | -0.99 |
| | Lendutan maksimum | mm | R7A | 38.61 | 15.92 | -58.77 |
| | | mm | R7D | 38.61 | 15.92 | -58.77 |
| Kolom | Gaya aksial maksimum | kgf | C7A | 4768.2205 | 4734.4242 | -0.71 |
| | | kgf | C7D | 4768.2205 | 4734.4242 | -0.71 |
| | | kgf | C4A | 4754.1533 | 4771.7083 | 0.37 |
| | | kgf | C4D | 4754.1527 | 4771.7083 | 0.37 |
| | Gaya geser maksimum | kgf | C7A | 3290.3943 | 3257.8187 | -0.99 |
| | | kgf | C7D | 3290.3943 | 3257.8187 | -0.99 |
| | | kgf | C4A | 3281.6229 | 3290.3332 | 0.27 |
| | | kgf | C4D | 3281.622 | 3290.3332 | 0.27 |
| | Momen lentur maksimum | kgf | C7A | 9527.5167 | 9267.7075 | -2.73 |
| | | kgf | C7D | 9527.5167 | 9267.7075 | -2.73 |
| | | kgf | C4A | 9501.8652 | 9363.0541 | -1.46 |
| | | kgf | C4D | 9501.8636 | 9363.0541 | -1.46 |
| Sambungan (*Rafter* - Kolom) | Gaya aksial maksimum | kgf | R4A | 4446.9347 | 4435.5491 | -0.26 |
| | | kgf | R4D | 4446.9347 | 4435.5491 | -0.26 |
| | Gaya geser maksimum | kgf | R7A | 2964.9061 | 2981.0369 | 0.54 |
| | | kgf | R7D | 2964.9061 | 2981.0369 | 0.54 |
| | | kgf | R9A | 2951.8887 | 3012.0568 | 2.04 |
| | | kgf | R9D | 2951.8887 | 3012.0568 | 2.04 |
| | Momen lentur maksimum | kgf·m | R7A | 9967.6368 | 9868.7894 | -0.99 |
| | | kgf·m | R7D | 9967.6368 | 9868.7894 | -0.99 |

| Deskripsi | | Satuan | Elemen | Profil | | Persentase Perbedaan (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | WF | Castella | |
| Sambungan (*Rafter - Rafter*) | Gaya aksial maksimum | kgf | S2 | 4218.3314 | 4040.0978 | -4.23 |
| | | kgf | S2 | 4218.3314 | 4040.0978 | -4.23 |
| | Gaya geser maksimum | kgf | S9 | 1306.1881 | 1238.9883 | -5.14 |
| | | kgf | S9 | 1306.1881 | 1238.9883 | -5.14 |
| | Momen lentur maksimum | kgf | S1 | 3024.3227 | 2696.5661 | -10.84 |
| | | kgf | S1 | 3024.3227 | 2696.5661 | -10.84 |




**Gambar 8.** Grafik Perbandingan Persentase Respon Struktur *Gable frame* Profil WF dan Castella

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis numerik menggunakan ETABS, distribusi gaya dalam pada struktur *gable frame* menunjukkan bahwa gaya aksial terbesar terjadi pada elemen kolom, gaya geser signifikan pada daerah sambungan, sedangkan momen lentur maksimum terjadi pada elemen *rafter* portal ke-7. Hasil analisis deformasi menunjukkan bahwa lendutan maksimum pada *rafter* R7A/R7D sebesar 38,61 mm untuk profil WF dan 15,92 mm untuk profil Castella pada kondisi geometri dan pembebanan yang sama. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa profil Castella menghasilkan lendutan 58,77% lebih kecil dibandingkan profil WF, dengan perbedaan respons gaya dalam yang relatif kecil. Dengan demikian, profil Castella menunjukkan respons deformasi yang lebih baik pada kondisi analisis yang ditinjau, meskipun pemeriksaan kapasitas geser serta sambungan tetap diperlukan untuk memastikan keamanan struktur.

## DAFTAR PUSTAKA

[1] Muhammad Ridwan, "Studi Analisis Perbandingan Antara Balok Baja Profil Wf (Wide Flange) Dan Balok Castella Dengan Model Struktur Gable Frame," *Institut Teknologi Nasional Malang*, 2014.

[2] F. Zuhrifah, A. Halim, and C. Aditya, "Analisis Portal Baja Pada Gedung Bertingkat Tinggi Berdasarkan SNI 03-1729-2002 dan SNI 1729:2015," *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 1, 2022, doi: 10.31328/bouwplank.v1i1.216.

[3] J. Prischila Litha, C. Aditya, and D. Irawan, "Perbandingan Respons Struktur Pada Portal Bertingkat Berdasarkan SNI 1726-2012 Dengan Variasi Penempatan Dinding Geser," *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 1, no. 2, 2022, doi: 10.31328/bouwplank.v1i2.218.

[4] S. K. Meidiani and I. Juita, "Analisis Perbandingan Perencanaan Baja Profil Tunggal WF Dengan Profil Tersusun (Built-Up) Kanal Pada Bangunan Gable Frame," *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 1, 2017, doi: 10.35449/teknika.v3i1.43.

[5] S. A. Saputra, M. Masykur, and S. U. Dewi, "Analisa Struktur Kolom dan Balok Baja Ditinjau Dari Kekuatan dan Biaya Pada Gedung Kantor PLN Distribusi Lampung," *JUMATISI: Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.24127/jumatisi.v1i1.209.

[6] A. R. Alya, Y. Ramdani, R. Nursani, I. N. Rachma, and S. Wanto, "Perencanaan Struktur Gedung Serbaguna Menggunakan Elemen Struktur Baja," *Akselerasi : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 7, no. 1, 2026, doi: 10.37058/aks.v7i1.17612.

[7] Muh. A. Busman, Moh. J. Rachman, and Muh. I. Maming, "Analisa Perencanaan Peningkatan Balok Baja Profil WF (Wide Flange) dan Balok Castella Bertumpuan Sederhana," *artikel imiah*, vol. 101, 2015.

[8] B. S. Nasional, "Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727:2013," 2013, *BSN, Jakarta*. [Online]. Available: www.bsn.go.id

[9] E.- Suriani, "Studi Gaya Dalam Pada Konstruksi Balok Sederhana Dengan Pemodelan Beban," *NALARs*, vol. 24, no. 1, 2025, doi: 10.24853/nalars.24.1.21-32.

[10] I. M. Alatas, S. Taufik, and D. M. Januar, "Kajian Ulang Struktur Pabrik Dengan Alternatif Gable Frame Dan Rangka Batang," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 1, no. 2, 2023.

[11] Ricky Andi Pratama, Candra Aditya, Dafid Irawan, and Agus Tugas Sudjianto, "Pengaruh Rasio Tulangan Terhadap Lendutan Pada Perkerasan Kaku Dengan Penggunaan Limbah Marble Sebagai Agregat Halus," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, vol. 8, no. 1, 2026, doi: 10.31328/ciastech.v8i1.7519.

[12] A. BIMANTARA, C. Aditya, and A. Halim, "Kajian Pelat Beton Bertulang Yang Tahan Terhadap Ammonium Nitrate," *BOUWPLANK Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 4, no. 1, 2024, doi: 10.31328/bouwplank.v4i1.449.

[13] V. B. Watwood, "Gable Frame Design Considerations," *Journal of Structural Engineering*, vol. 111, no. 7, 1985, doi: 10.1061/(asce)0733-9445(1985)111:7(1543).

[14] A. Setiawan, "Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD," 2008.

[15] Putri Safirna Lovidi, Dafid Irawan, Candra Aditya, and Agus Tugas Sudjianto, "Analisis Perbandingan Volume Pekerjaan Struktur Antara Perhitungan Manual Dengan BIM Autodesk Revit Pada Proyek Gedung Olahraga Tambakrejo Kabupaten Bojonegoro," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, vol. 8, no. 1, 2026, doi: 10.31328/ciastech.v8i1.7517.