**ISSN: 2622-5549**
**DOI: https://doi.org/10.21009/jmenara.v22i1.71417**

# ANALISIS PENGARUH PANJANG BENTANG STRUKTUR MODEL TRUSS DENGAN PROFIL C-PEB

# ANALYSIS OF THE EFFECT OF STRUCTURAL SPAN LENGTH ON A TRUSS MODEL USING C-PEB PROFILES

**Cahyo Pujianto[1], Pio Ranap Tua Naibaho[2]**
[1,2]Universitas Tama Jagakarsa, Jl. TB Simatupang No.152 10, RT.10/RW.4, Tj. Bar., Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, 12530, Indonesia
Email: pioranaptua@jagakarsa.ac.id
Received: 10 Agustus 2026 Revised: 29 Agustus 2026 Accepted: 12 Oktober 2026 Published: 14 Oktober 2026

## ABSTRAK

*Konstruksi bentang panjang semakin banyak menggunakan sistem Pre-Engineered Building (PEB) berbahan baja canai dingin (cold-formed steel) yang ringan dan efisien. Penelitian ini menganalisis pengaruh panjang bentang terhadap respons struktur truss menggunakan profil C-PEB. Tiga model dengan bentang 40 m, 45 m, dan 50 m dianalisis menggunakan STAAD.Pro v.2023, dengan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2020 dan analisis gempa metode respons spektrum berdasarkan SNI 1726:2019. Parameter yang ditinjau meliputi gaya aksial tarik dan tekan pada kolom dan rafter serta rasio kapasitas elemen struktur. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan panjang bentang meningkatkan gaya aksial. Gaya tekan maksimum kolom meningkat dari 296,917 kN menjadi 365,947 kN dan 439,381 kN, sedangkan gaya tarik meningkat dari 91,845 kN menjadi 125,216 kN dan 161,905 kN. Pada rafter, gaya tekan meningkat dari 196,766 kN menjadi 246,550 kN dan 287,225 kN, sedangkan gaya tarik meningkat dari 107,433 kN menjadi 133,395 kN dan 151,879 kN. Seluruh model memenuhi persyaratan keamanan berdasarkan standar yang digunakan. Panjang bentang berpengaruh terhadap lendutan, distribusi gaya aksial, dan rasio kapasitas struktur truss PEB.*

**Kata kunci**:

## *ABSTRACT*

*Long-span construction increasingly uses lightweight and efficient Pre-Engineered Building (PEB) systems with cold-formed steel. This study analyzes the effect of span length on the structural response of a truss using C-PEB profiles. Three models with spans of 40 m, 45 m, and 50 m were analyzed using STAAD.Pro v.2023, with loading based on SNI 1727:2020 and response spectrum seismic analysis based on SNI 1726:2019. The evaluated parameters included tensile and compressive axial forces in columns and rafters and structural element capacity ratios. Results show that increasing span length increased axial forces. Maximum column compressive forces increased from 296.917 kN to 365.947 kN and 439.381 kN, while tensile forces increased from 91.845 kN to 125.216 kN and 161.905 kN. For rafters, compressive forces increased from 196.766 kN to 246.550 kN and 287.225 kN, while tensile forces increased from 107.433 kN to 133.395 kN and 151.879 kN. All models satisfied the safety requirements of the applicable standards. Span length affected deflection, axial force distribution, and capacity ratios of the PEB truss structure.*

***Keywords**: Axial Force, Cold-Formed Steel, Pre-Engineered Building (PEB), Structural Capacity Ratio, Truss Structure.*

## PENDAHULUAN

Perkembangan sektor konstruksi modern menuntut penggunaan sistem struktur yang mampu memenuhi kebutuhan bentang panjang dengan tingkat efisiensi material, kecepatan pelaksanaan, serta kapasitas struktural yang memadai. Salah satu sistem yang banyak diterapkan pada bangunan industri, gudang, hanggar, dan fasilitas komersial adalah sistem *Pre-Engineered Building* (PEB). Sistem ini dikembangkan melalui proses perencanaan dan fabrikasi yang terintegrasi sehingga menghasilkan struktur yang lebih ringan, ekonomis, dan efisien dibandingkan sistem baja konvensional. Selain itu, penggunaan profil baja canai dingin (*cold-formed steel*) pada sistem PEB semakin berkembang karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, kemudahan fabrikasi, serta efisiensi penggunaan material. Di Indonesia, penggunaan baja canai dingin telah dituangkan dalam peraturan SNI 7971-2013 tentang Struktur Baja Canai Dingin (Badan Standardisasi Nasional, 2013). Standar tersebut disusun dengan mengacu pada perkembangan spesifikasi internasional untuk struktur baja canai dingin, khususnya *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members* (AISI S100) (American Iron and Steel Institute, 2007), yang banyak digunakan dalam perencanaan struktur baja canai dingin di berbagai negara. Sementara itu, di Australia dan Selandia Baru, perencanaan elemen baja canai dingin mengacu pada standar AS/NZS 4600:2018 *Cold-Formed Steel Structures* yang mengatur persyaratan desain, kekuatan, stabilitas, dan sambungan elemen struktur (Standards Australia & Standards New Zealand, 2005). Keberadaan berbagai standar tersebut menunjukkan bahwa baja canai dingin telah menjadi material struktural yang diterima secara luas karena mampu memberikan efisiensi material tanpa mengurangi aspek keamanan dan kinerja struktur. Dalam hal ini penggunaannya secara umum sebagai rangka kuda-kuda atap. Adapun keuntungan yang didapat pada konstruksi rangka kuda-kuda baja adalah kecepatan pemasangan dan struktur yang kuat terutama pada daerah yang memiliki potensi gempa bumi yang tinggi. Profil struktur baja *Cold-Formed Steel* (CFS) adalah komponen yang berkualitas struktural dari lembaran baja yang dibentuk model tertentu dengan proses *press-braking* atau *roll forming*. Suhu tidak diperlukan dalam proses pembentukan (tidak seperti baja *hot-rolled*), oleh sebab itu disebut *cold-formed*. Biasanya baja *cold-formed* merupakan komponen yang tipis, ringan, mudah untuk diproduksi, dan murah dibandingkan baja *hot-rolled* (Rouaz dkk., 2024).

Pada sistem PEB, struktur rangka batang (*truss*) menjadi salah satu elemen utama yang berfungsi menyalurkan beban melalui mekanisme gaya aksial tarik dan tekan pada setiap batang penyusunnya. Dibandingkan dengan sistem balok konvensional, struktur *truss* memiliki keunggulan berupa kemampuan menahan beban pada bentang yang relatif panjang dengan penggunaan material yang lebih efisien. Distribusi gaya yang dominan berupa gaya aksial menyebabkan elemen struktur dapat bekerja secara optimal sesuai kapasitas material yang digunakan. Oleh karena itu, sistem *truss* banyak diterapkan pada bangunan bentang panjang yang membutuhkan ruang bebas kolom (*clear span structure*).

Seiring meningkatnya kebutuhan bangunan dengan bentang yang lebih besar, variasi panjang bentang menjadi salah satu parameter yang berpengaruh terhadap perilaku struktur. Peningkatan panjang bentang umumnya akan menyebabkan meningkatnya gaya aksial pada elemen struktur, serta berubahnya tingkat pemanfaatan kapasitas elemen. Kondisi tersebut dapat memengaruhi kinerja, stabilitas, dan keamanan struktur apabila tidak diimbangi dengan perencanaan yang tepat. Oleh karena itu, evaluasi terhadap

pengaruh panjang bentang menjadi penting untuk memastikan bahwa struktur tetap memenuhi persyaratan kekuatan dan kemampuan layan sesuai standar yang berlaku.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa analisis dan pemodelan struktur baja merupakan tahapan penting untuk memastikan kapasitas elemen struktur tetap memenuhi persyaratan kekuatan dan stabilitas sesuai standar perencanaan yang berlaku. Evaluasi terhadap gaya dalam yang bekerja pada elemen struktur diperlukan untuk mengetahui tingkat keamanan dan kelayakan profil yang digunakan pada bangunan bentang panjang maupun bangunan gudang berbahan baja (Sihombing dkk., 2025).

Berbagai penelitian telah menunjukkan bahwa kinerja struktur baja canai dingin sangat dipengaruhi oleh konfigurasi elemen, karakteristik sambungan, kelangsingan, dan kondisi pembebanan. Penelitian eksperimental terhadap sambungan *truss* baja canai dingin menunjukkan bahwa kapasitas dan perilaku deformasi sambungan menjadi salah satu faktor penting dalam menentukan kinerja sistem *truss* (Zeynalian dkk., 2016). Penelitian lain pada struktur *truss* baja canai dingin skala penuh menunjukkan bahwa konfigurasi elemen dan karakteristik struktur berpengaruh terhadap respons struktur terhadap pembebanan lateral (Zeynalian dkk., 2018). Pada sistem *truss* berbahan profil kanal baja canai dingin, kekuatan dan kekakuan struktur juga dipengaruhi oleh ketebalan penampang serta detail sambungan antara elemen diagonal dan *chord* (Dizdar dkk., 2019). Selain itu, kajian terhadap perilaku dan desain *truss* atap baja canai dingin menunjukkan bahwa variasi konfigurasi dan karakteristik komponen dapat memengaruhi distribusi kapasitas serta rasio pemanfaatan elemen dalam sistem *truss* (Reda dkk., 2019). Penelitian terbaru oleh (Muslikh dan Iman, 2025) menunjukkan bahwa perilaku struktur *roof truss* baja canai dingin juga dipengaruhi oleh kondisi pembebanan gempa dan karakteristik tekuk elemen tekan. Hasil analisis menunjukkan bahwa elemen tekan pada struktur *truss* baja canai dingin perlu dievaluasi terhadap potensi tekuk karena kelangsingan elemen dapat memengaruhi kapasitas dan mekanisme kegagalan struktur. Temuan tersebut memperkuat pentingnya mempertimbangkan karakteristik elemen tekan dan kondisi pembebanan dalam mengevaluasi kinerja struktur *truss* baja canai dingin.

Dari sisi pemodelan, analisis numerik pada struktur baja canai dingin perlu mempertimbangkan interaksi antar-komponen dan karakteristik elemen berdinding tipis agar respons struktur dapat direpresentasikan secara lebih akurat (Reda dkk., 2019). Penelitian terhadap *roof truss* baja canai dingin juga menunjukkan bahwa perilaku struktur setelah mencapai kondisi *buckling* dan mekanisme kegagalan perlu diperhatikan dalam mengevaluasi kinerja struktur secara keseluruhan (Wang dkk., 2021). Kajian eksperimental dan numerik lainnya menunjukkan bahwa perubahan konfigurasi elemen dapat memengaruhi kekakuan dan kapasitas beban *truss* baja canai dingin (Güldür dkk., 2021). Di Indonesia, analisis struktur *roof truss* baja canai dingin juga telah diterapkan pada bangunan nyata, yang menunjukkan pentingnya pemodelan struktur untuk mengevaluasi respons elemen terhadap pembebanan yang bekerja (Pranoto dan Jepriani, 2020). Selain pembebanan statik, perilaku siklik pada sistem *truss* baja canai dingin menunjukkan bahwa karakteristik sistem dan sambungan juga berpengaruh terhadap respons struktur terhadap pembebanan berulang (Wang dkk., 2021).

Penelitian yang lebih baru menunjukkan bahwa pengaruh panjang bentang merupakan aspek penting dalam evaluasi kinerja *truss* baja canai dingin. Studi eksperimental dan numerik terbaru menunjukkan bahwa panjang bentang, sudut web, kekakuan sambungan, dan kondisi

pembebanan memengaruhi kekakuan lentur serta hubungan beban–lendutan pada CFS *truss* (Li dkk., 2025).

Pada elemen baja, khususnya sesuai standar SNI 1729:2020 atau AISC 360, rasio kapasitas tidak hanya mempertimbangkan satu jenis gaya, tetapi juga interaksi antar gaya internal. Misalnya pada kolom baja, kapasitas harus memenuhi persyaratan interaksi antara gaya aksial tekan dan momen lentur, yang dinyatakan dalam bentuk Persamaan interaksi (1).

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{M_u}{\phi M_n} \leq 1{,}0 \quad \text{..... (1)}$$

Keterangan:

$P_u$ = Gaya aksial terfaktor (*factored axial force*) akibat kombinasi beban (tarik atau tekan)
$P_n$ = Kapasitas nominal aksial elemen berdasarkan material dan geometri penampang
$M_u$ = Momen lentur terfaktor (*factored bending moment*)
$M_n$ = Kapasitas nominal momen lentur penampang

Pendekatan ini menunjukkan bahwa kapasitas elemen tidak bersifat independen, melainkan dipengaruhi oleh kombinasi beban yang bekerja secara simultan.

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa perubahan geometri dan dimensi elemen struktur baja canai dingin memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas dan stabilitas struktur. Matsubara dan Batista (2023) menjelaskan bahwa perilaku elemen baja canai dingin dipengaruhi oleh mekanisme tekuk lokal, distorsional, dan global yang dapat mengurangi kapasitas struktur. Powell dkk. (2023) menunjukkan bahwa perubahan konfigurasi profil dan distribusi gaya dalam berpengaruh terhadap kapasitas elemen baja canai dingin. Selain itu, Chandramohan dkk. (2024) menyatakan bahwa peningkatan kelangsingan elemen tekan menyebabkan penurunan kapasitas struktur akibat pengaruh tekuk. Roy dkk. (2021) juga menunjukkan bahwa interaksi tekuk pada profil baja canai dingin menjadi semakin signifikan pada elemen dengan dimensi yang lebih besar. Oleh karena itu, kajian mengenai pengaruh variasi panjang bentang terhadap distribusi gaya aksial dan rasio kapasitas elemen pada struktur *truss* sistem PEB menjadi penting untuk dilakukan.

Dalam perencanaan struktur baja modern, analisis tidak hanya mempertimbangkan beban gravitasi, tetapi juga pengaruh beban lateral seperti beban gempa. Indonesia sebagai wilayah dengan tingkat aktivitas seismik yang tinggi mensyaratkan setiap struktur bangunan direncanakan dengan mempertimbangkan ketahanan terhadap gempa berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019 (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Salah satu metode analisis yang banyak digunakan adalah metode respon spektrum (*response spectrum analysis*), yaitu metode analisis dinamik yang mampu merepresentasikan respons maksimum struktur akibat pengaruh gempa rencana secara efisien. Metode ini telah menjadi pendekatan standar dalam analisis struktur tahan gempa karena mampu menggambarkan perilaku struktur berdasarkan karakteristik periode getar dan respons dinamiknya. Menurut Nabilah dkk. (2023) spektrum respons merepresentasikan hubungan antara periode getar struktur dengan respons maksimum (percepatan, kecepatan, atau perpindahan) akibat gempa tertentu.

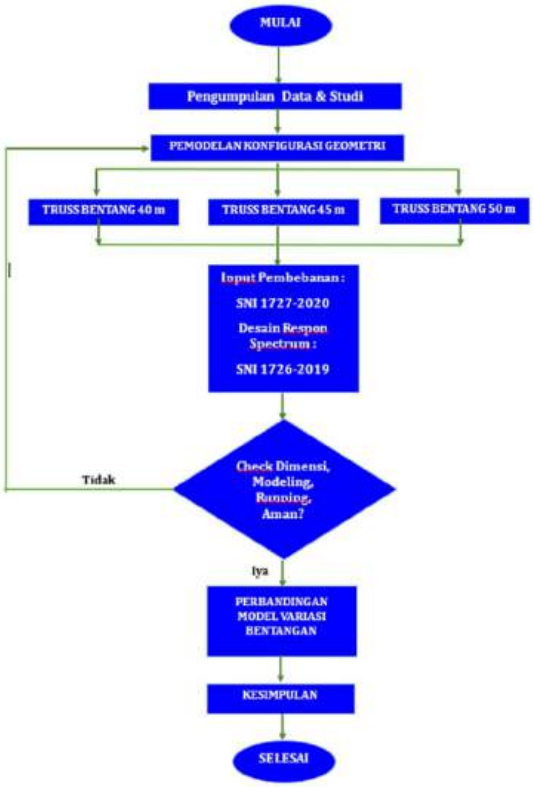
Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi panjang bentang terhadap perilaku struktur *truss* menggunakan profil C-PEB. Model struktur yang ditinjau terdiri atas tiga variasi bentang, yaitu 40 m, 45 m, dan 50 m. Analisis dilakukan menggunakan *software* STAAD.Pro dengan mempertimbangkan pembebanan berdasarkan SNI 1727:2020 (Badan Standardisasi Nasional, 2020) serta analisis gempa menggunakan metode respon spektrum sesuai ketentuan SNI 1726:2019.

Parameter yang dievaluasi meliputi lendutan struktur, distribusi gaya aksial tarik dan tekan, serta rasio kapasitas elemen struktur.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman mengenai pengaruh variasi panjang bentang terhadap respons struktur *truss* sistem PEB serta menjadi referensi dalam perencanaan struktur baja canai dingin yang aman, efisien, dan sesuai dengan standar perencanaan yang berlaku.

## METODE

Penelitian ini menganalisis struktur *truss* pada sistem *Pre-Engineered Building* (PEB) yang menggunakan baja canai dingin (*cold-formed steel*) melalui pemodelan numerik. Tiga model struktur dengan variasi panjang bentang digunakan untuk mengetahui pengaruh perubahan bentang terhadap perilaku struktur. Analisis dilakukan dengan mempertimbangkan beban gravitasi, beban angin dan beban gempa, di mana analisis beban gempa menggunakan metode respon spektrum (*response spectrum analysis*) sesuai ketentuan perencanaan gempa yang berlaku. Parameter yang ditinjau meliputi lendutan (defleksi), distribusi gaya aksial tarik dan tekan pada elemen kolom dan *rafter*, serta rasio kapasitas elemen. Diagram alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.




Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Data perencanaan dalam penelitian ini disusun melalui pendekatan pemodelan prototipe terhadap tiga variasi struktur *truss* sistem PEB menggunakan profil C dengan perbedaan panjang bentang. Tahap awal dilakukan melalui proses *preliminary design* untuk menentukan dimensi awal elemen, konfigurasi struktur, serta parameter material yang memenuhi kriteria dasar kekuatan dan kekakuan.

Data yang digunakan meliputi geometri struktur, spesifikasi material, dan parameter pembebanan sesuai standar yang berlaku. Seluruh parameter tersebut menjadi dasar dalam pemodelan dan analisis untuk

mengevaluasi respons struktur pada masing-masing model.

Fungsi bangunan : Gudang
Lokasi : Cileungsi
Kelas situs tanah : Tanah Lunak (SE)
Geometri bangunan :

1. Model 1
   Lebar = 25 m
   Panjang = 40 m
   Tinggi atap = 13.25 m
2. Model 2
   Lebar = 25 m
   Panjang = 45 m
   Tinggi atap = 13.66 m
3. Model 3
   Lebar = 25 m
   Panjang = 50 m
   Tinggi atap = 14 m

Data Material :

1. Material Properti
   *Cold Form Steel* = Mutu G450
   *fy* = 450 Mpa
   *fu* = 580 MPa
2. Dimensi Profil dan Geometri Denah Struktur Bangunan

Dimensi profil pada struktur Model 1 dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Dimensi Profil Struktur Model 1

| Profil Struktur | Dimensi | Notasi |
|---|---|---|
| *Main Frame Truss* | 2C-300.3<br>2C-250.2,4 | R4<br>R3 |
| *Strut Beam* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Wall Bracing* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Purlin* | C-200.1,9 | R1 |
| *Roof Bracing* | C-140.1,5 | R2 |

Untuk dimensi profil pada struktur Model 2 mulai dari *main frame truss* hingga *roof bracing* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 2. Dimensi Profil Struktur Model 2

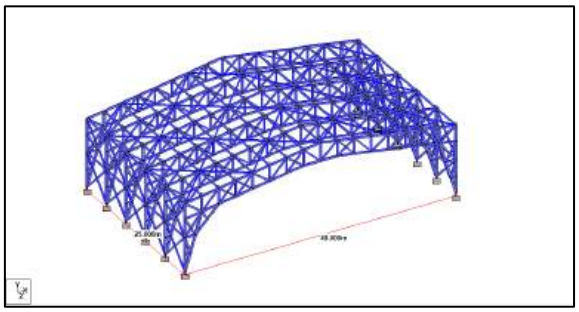
| Profil Struktur | Dimensi | Notasi |
|---|---|---|
| *Main Frame Truss* | 2C-300.3<br>2C-250.2,4 | R4<br>R3 |
| *Strut Beam* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Wall Bracing* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Purlin* | C-200.1,9 | R1 |
| *Roof Bracing* | C-140.1,5 | R2 |

Untuk dimensi profil pada struktur Model 3 mulai dari *main frame truss* hingga *roof bracing* dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini sebagai berikut.

Tabel 3. Dimensi Profil Struktur Model 3

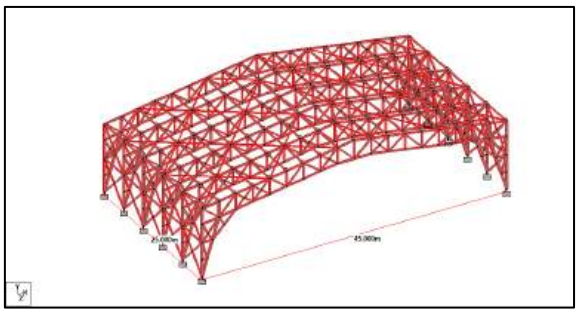
| Profil Struktur | Dimensi | Notasi |
|---|---|---|
| *Main Frame Truss* | 2C-300.3<br>2C-250.2,4 | R4<br>R3 |
| *Strut Beam* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Wall Bracing* | 2C-200.1,9 | R1 |
| *Purlin* | C-200.1,9 | R1 |
| *Roof Bracing* | C-140.1,5 | R2 |

Pemodelan dan analisis struktur dilakukan menggunakan *software* STAAD.Pro v.2023. Berikut pemodelan pada struktur Model 1 bentang 40 meter yang dapat dilihat pada Gambar 2.



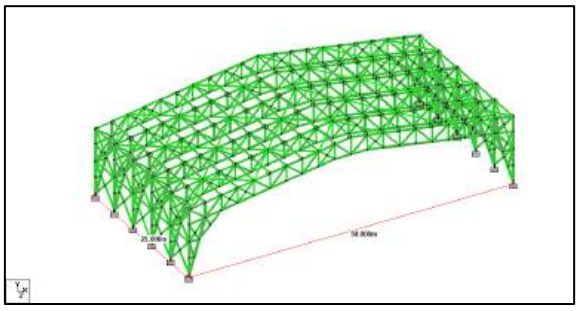
Gambar 2. Pemodelan 3D Model 1 – Struktur Bentang 40 Meter

Berikut pemodelan pada struktur Model 2 bentang 45 meter secara 3D yang dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 3. Pemodelan 3D Model 2 – Struktur Bentang 45 Meter

Berikut pemodelan pada struktur Model 3 bentang 50 meter secara 3D yang dapat dilihat pada Gambar 4 di bawah ini sebagai berikut.



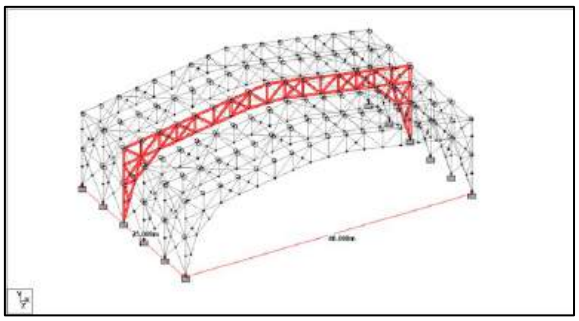
Gambar 4. Pemodelan 3D Model 3 – Struktur Bentang 50 Meter

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Analisis Distribusi Tegangan Gaya Aksial pada Elemen Struktur

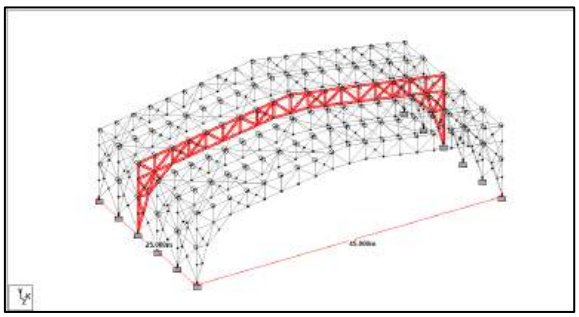
Analisis distribusi tegangan gaya aksial dilakukan untuk meninjau perilaku elemen struktur dalam menerima gaya tekan dan gaya tarik akibat kombinasi beban ultimit. Peninjauan difokuskan pada setiap elemen kolom dan *rafter* pada portal As 4 sebagai elemen utama pemikul beban pada sistem struktur, sehingga dapat diketahui tingkat distribusi gaya aksial dan kinerja masing-masing elemen terhadap beban ultimit.

Portal tengah As 4 yang ditinjau pada Model 1 struktur bentang 40 Meter dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini sebagai berikut.



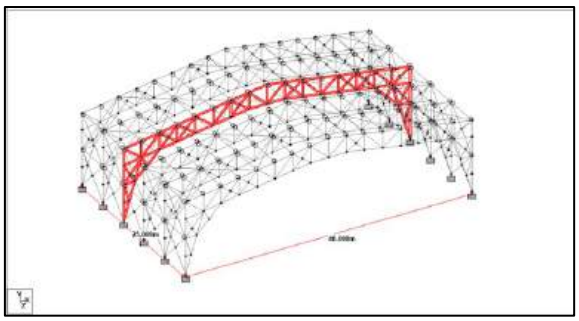
Gambar 5. Portal Tengah AS – 4 yang Ditinjau pada Model 1 Struktur Bentang 40 Meter

Portal tengah As 4 yang ditinjau pada Model 2 struktur bentang 45 Meter dapat dilihat pada Gambar 6 di bawah ini sebagai berikut.



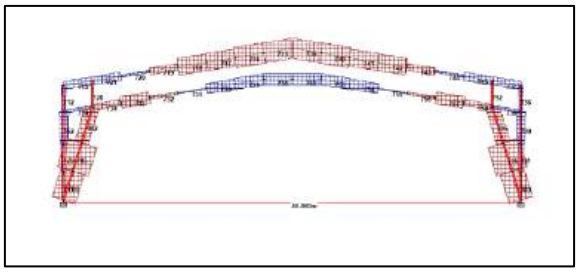
Gambar 6. Portal Tengah AS – 4 Yang Ditinjau Pada Model 2 Struktur Bentang 45 Meter

Portal tengah As 4 yang ditinjau pada Model 3 struktur bentang 50 Meter dapat dilihat pada Gambar 7 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 7. Portal Tengah AS – 4 Yang Ditinjau Pada Model 3 Struktur Bentang 50 Meter

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom pada Model 1 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.



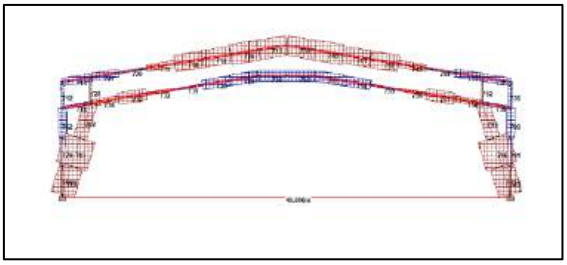
Gambar 8. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik pada Elemen Kolom Model 1 Bentang 40 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom Model 1 bentang 40 meter dapat dilihat pada Tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen Kolom Model 1 Bentang 40 Meter

| Nomor Elemen Kolom | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 796 | 201 | 296,917 | - |
| 762 | 201 | - | 91,845 |

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* pada Model 1 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 9 di bawah ini.



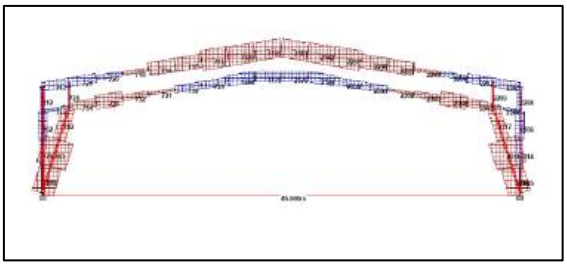
Gambar 9. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik pada Elemen *Rafter* Model 1 Bentang 40 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* Model 1 bentang 40 meter dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen *Rafter* Model 1 Bentang 40 Meter

| Nomor Elemen *Rafter* | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 740 | 201 | 196,766 | - |
| 753 | 201 | - | 107,433 |

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom pada Model 2 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



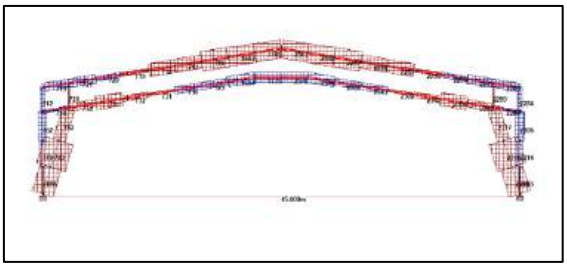
Gambar 10. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik pada Elemen Kolom Model 2 Bentang 45 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom Model 2 bentang 45 meter dapat dilihat pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen Kolom Model 2 Bentang 45 Meter

| Nomor Elemen Kolom | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 2318 | 201 | 365,947 | - |
| 2306 | 201 | - | 125,216 |

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* pada Model 2 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 11 di bawah ini.



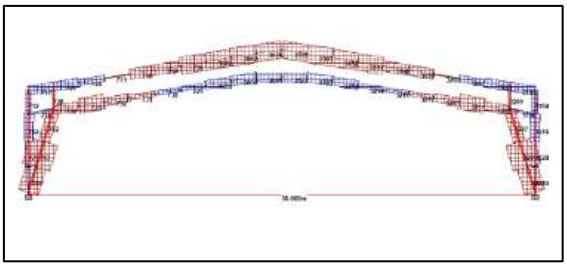
Gambar 11. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik pada Elemen *Rafter* Model 2 Bentang 45 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* Model 2 bentang 45 meter dapat dilihat pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen *Rafter* Model 2 Bentang 45 Meter

| Nomor Elemen *Rafter* | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 716 | 201 | 246,550 | - |
| 1684 | 201 | - | 133,395 |

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom pada Model 3 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 12 di bawah ini.



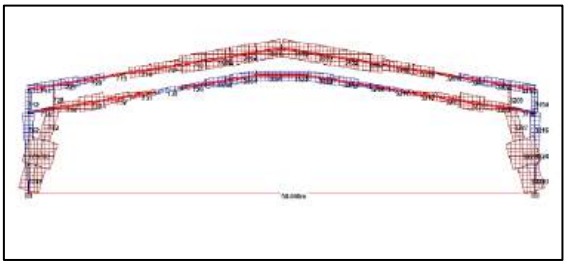
Gambar 12. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik Pada Elemen Kolom Model 3 Bentang 50 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen kolom Model 3 bentang 50 meter dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen Kolom Model 2 Bentang 50 Meter

| Nomor Elemen Kolom | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 3228 | 201 | 439,381 | - |
| 762 | 201 | - | 161,905 |

Didapatkan hasil distribusi gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* pada Model 3 akibat kombinasi pembebanan ultimit yang dapat dilihat pada Gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Distribusi Gaya Aksial Tekan dan Tarik pada Elemen *Rafter* Model 3 Bentang 50 Meter

Hasil gaya aksial tekan dan tarik maksimum pada elemen *rafter* Model 3 bentang 50 meter dapat dilihat pada Tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9. Hasil Gaya Aksial Tekan dan Tarik Maksimum pada Elemen Rafter Model 2 Bentang 50 Meter

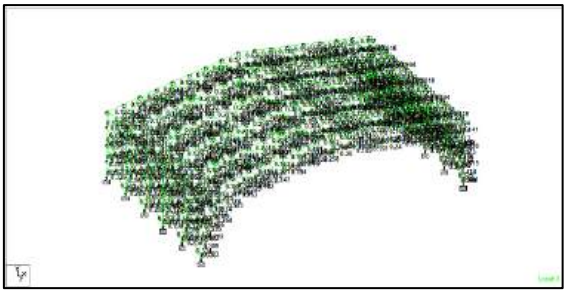
| Nomor Elemen *Rafter* | L/C | Aksial Tekan (kN) | Aksial Tarik (kN) |
|---|---|---|---|
| 3501 | 201 | 287,225 | - |
| 3503 | 201 | - | 151,879 |

**2. Tinjauan Rasio Kapasitas Elemen Struktur**

Hasil analisa rasio tegangan struktur menggunakan *software* STAAD.Pro v.2023 dengan metode desain kombinasi AISC–ASD dilakukan untuk mengevaluasi tingkat keamanan elemen struktur terhadap kombinasi pembebanan yang bekerja. Proses *running* dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi pembebanan rencana sehingga diperoleh nilai rasio

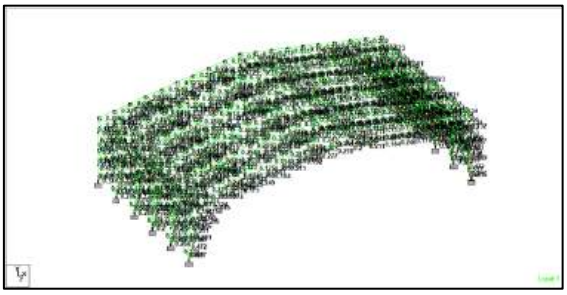
tegangan pada masing-masing elemen struktur.

Nilai rasio kapasitas elemen struktur hasil analisis pada setiap model ditampilkan pada gambar berikut untuk menunjukkan tingkat utilisasi dan kinerja masing-masing elemen struktur terhadap kombinasi pembebanan rencana yang bekerja. Hasil analisis rasio tegangan struktur Model 1 pada bentang 40 meter ditunjukkan pada Gambar 14.



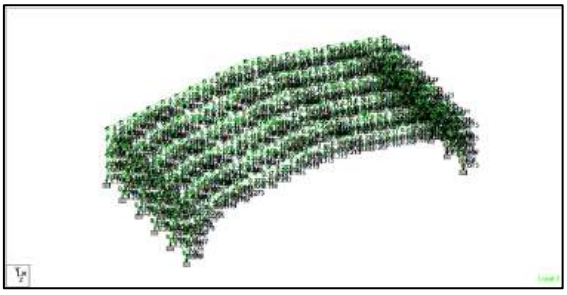
Gambar 14. Hasil Analisis Rasio Tegangan Struktur Model 1 pada Bentang 40 Meter

Hasil analisis rasio tegangan struktur Model 2 pada bentang 45 meter ditunjukkan pada Gambar 15 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 15. Hasil Analisis Rasio Tegangan Struktur Model 2 pada Bentang 45 Meter

Hasil analisis rasio tegangan struktur Model 2 pada bentang 50 meter ditunjukkan pada Gambar 16 di bawah ini sebagai berikut.



Gambar 16. Hasil Analisis Rasio Tegangan Struktur Model 3 pada Bentang 50 Meter

Berdasarkan hasil analisis setiap model prototipe, diperoleh bahwa nilai rasio tegangan maksimum masih berada di bawah batas izin (rasio tegangan ≤ 1,00), sehingga elemen struktur dinyatakan aman dan memenuhi persyaratan desain yang berlaku.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, diperoleh bahwa variasi panjang bentang mempengaruhi perilaku struktur, terutama distribusi gaya aksial, dan rasio kapasitas elemen struktur. Adapun nilai yang didapatkan pada elemen kolom, gaya aksial

tekan maksimum pada Model 1 sebesar 296,917 kN, meningkat menjadi 365,947 kN pada Model 2, dan sebesar 439,381 kN pada Model 3. Sedangkan gaya aksial tarik maksimum pada elemen kolom pada Model 1 sebesar 91,845 kN, Model 2 sebesar 125,216 kN, dan Model 3 sebesar 161,905 kN. Pada elemen rafter, gaya aksial tekan maksimum meningkat dari 196,766 kN pada Model 1, menjadi 246,550 kN pada Model 2, dan 287,225 kN pada Model 3. Sementara itu, gaya aksial tarik maksimum pada elemen rafter pada Model 1 sebesar 107,433 kN, Model 2 sebesar 133,395 kN, dan Model 3 sebesar 151,879 kN. Hasil tersebut menunjukkan bahwa semakin panjang bentang struktur, maka semakin besar gaya dalam aksial tarik maupun tekan yang harus dipikul oleh elemen struktur. Serta hasil evaluasi rasio kapasitas elemen struktur menunjukkan bahwa seluruh model memiliki nilai rasio tegangan di bawah batas izin (≤ 1,00). Dengan demikian, seluruh elemen struktur pada setiap model prototipe dinyatakan aman serta memenuhi persyaratan kekuatan dan kestabilan struktur berdasarkan standar perencanaan yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA


American Iron and Steel Institute. (2007). *North American Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members (AISI S100-07)*. Washington, D.C.

Badan Standardisasi Nasional. (2013). *SNI 7971:2013 – Struktur Baja Canai Dingin*. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019 – Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung*. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020 – Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.

Chandramohan, D. L., Roy, K., Ananthi, G. B. G., Fang, Z., dan Lim, J. B. P. (2024). Structural Behaviour and Capacity of Cold-formed Steel Channel Sections with Elongated Edge-stiffened and Unstiffened Web Holes Under Compression. *Journal of Constructional Steel Research*, *218*, 108681.

Dizdar, Ç., Baran, E., dan Topkaya, C. (2019). Strength and Stiffness of Floor Trusses Fabricated from Cold-formed Steel Lipped Channels. *Engineering Structures*, *181*, 437–457.

Güldür, H., Baran, E., dan Topkaya, C. (2021). Experimental and Numerical Analysis of Cold-formed Steel Floor Trusses with Concrete Filled Compression Chord. *Engineering Structures*, *234*(4), 111813.

Li, H., Shi, Y., Peng, X., dan Xiang, Y. (2025). Flexural Behavior of Parallel Chord Cold-formed Steel Trusses Under Serviceability Limit States. *Thin-Walled Structures*, *215*, 113568.

Matsubara, G. Y. dan Batista, E. D. M. (2023). Local-distortional Buckling Mode of Steel Cold-formed Columns: Generalized Direct Strength Design Approach. *Thin-Walled Structures*, *183*, 110356.

Muslikh dan Iman, M. (2025). Cold-Formed Steel Truss Roof Structure Failure Considering Seismic Load and Buckling Analysis. *Journal of the Civil Engineering Forum*, *12*(1), 1–10.

Nabilah, A., Ahmadi, R., Harith, N. S. H., Adnan, A., dan Suhatril, M. (2023). Development of Elastic Design Response Spectra with Emphasis on Far-source Earthquakes for Low to Moderate Seismic Region. *Asian Journal of Civil Engineering*, *24*, 1747–1760.

Powell, E., Mojtabaei, S. M., Liew, A., dan Hajirasouliha, I. (2023). Shear Strength Design of Cold-formed Steel Channel Sections with Web Openings. *Engineering Structures*, *291*, 116426.

Pranoto, Y. dan Jepriani, S. (2020). Structure Analysis of Cold-Formed Steel Roof Truss Post Office Branches Loa Janan. *Journal of Physics: Conference Series*, *1625*(1), 012028.

Reda, M., Sharaf, T., ElSabbagh, A., dan ElGhandour, M. (2019). Behavior and design for component and system of cold-formed steel roof trusses. *Thin-Walled Structures*, *135*, 21–32.

Rouaz, I., Bouzid, H., Belaid, T., dan Belkacem, M. A. (2024). Comparative Design of an Industrial Building: Cold Formed Steel versus Hot Rolled Steel. *Electronic Journal of Structural Engineering*, *24*(2), 43–48.

Roy, K., Ting, T. C. H., Lau, H. H., Masood, R., Alyousef, R., Alabduljabbar, H., Alaskar, A., Alrshoudi, F., dan Lim, J. B. P. (2021). Cold-Formed Steel Lipped Channel Section Columns Undergoing Local-Overall Buckling Interaction. *International Journal of Steel Structures*, *21*, 408–429.

Sihombing, D., Naibaho, P. R. T., dan Sembiring, K. (2025). Analisis Perhitungan Rancangan Bangunan Gudang (Studi Kasus: Gudang Konsolidasi Block C.05 SBU Marunda – Jakarta). *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, *21*(1), 125–137.

Standards Australia & Standards New Zealand. (2005). *AS/NZS 4600:2005 Cold-Formed Steel Structures*. Sydney dan Wellington.

Wang, J., Wang, W., Xiao, Y., dan Guo, L. (2021). Cyclic Behavior Tests and Evaluation of CFS Truss Composite Floors. *Journal of Building Engineering*, *35*, 101974.

Zeynalian, M., Bolkhari, S., dan Rafeei, P. (2018). Structural Performance of Cold-formed Steel Trusses Used in Electric Power Substations. *Journal of Constructional Steel Research*, *147*, 53–61.

Zeynalian, M., Shelley, A., dan Ronagh, H. R. (2016). An experimental study into the capacity of cold-formed steel truss connections. *Journal of Constructional Steel Research*, *127*, 176–186.