

Analisis Perbandingan Baja Profil Pipa dan Baja Profil Double Canal Terhadap Kinerja Struktur Atap Tribun Stadion **(Comparative Analysis of Double-Channel Steel Profiles and Pipe Steel Profiles on the Structural Performance of Stadium Tribune Roofs)**

Rahmatia Hastyanti Kantu¹, Rifadli Bahsuan², Mirzan Gani³

^{1,2,3}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Gorontalo

rahmatiakntu@gmail.com¹, rifadli@ung.ac.id², mirzangani@ung.ac.id³

Article Info

Article history:

Received: 26 November 2025

Revised: 19 Desember 2025

Accepted: 22 Desember 2025

Keywords:

Pipe steel profile

Double-channel steel profile

Cross-sectional area

Profile weight

Axial compression

Axial tension

Kata Kunci:

Baja profil pipa

Baja profil double canal

Luas penampang

Berat profil

Aksial tekan

Aksial tarik

Abstract

A stadium is a building designed to accommodate various sports activities such as football, athletics, and badminton, requiring a strong and stable structural system. Stadium structures generally use reinforced concrete for main structural elements and steel roof trusses to support spectator stands. In steel roof design, the selection of steel profiles is crucial because it affects structural performance, load capacity, and material efficiency. This study aims to analyze and compare the performance of pipe steel profiles (Hollow Structural Section/HSS) and double channel steel profiles used in stadium stand roof structures. The comparison is based on cross-sectional area, unit weight, nominal strength, and design strength under axial compression and tension loads. The results show that the HSS76.2×4.8 profile, with a cross-sectional area of 1078.16 mm² and a weight of 8.46 kg/m, provides compressive and tensile strengths of 294.08 kN and 329.92 kN, respectively, when used as a diagonal member. The HSS127×7.9 profile, with an area of 2959.95 mm² and a weight of 23.24 kg/m, achieves compressive and tensile strengths of 868.59 kN and 905.74 kN as top and bottom members. In comparison, the 2C75×5.2 double channel profile shows a compressive strength of 326.29 kN and is prone to flexural-torsional buckling, while the 2C150×12.2 profile reaches a compressive strength of 793.44 kN. Overall, pipe steel profiles demonstrate better efficiency under axial loads due to lower weight and smaller cross-sectional area for comparable strength.

Abstrak

Stadion merupakan bangunan yang dirancang untuk mewadahi berbagai kegiatan olahraga seperti sepak bola, atletik, dan bulu tangkis, sehingga memerlukan sistem struktur yang kuat dan stabil. Umumnya, struktur stadion menggunakan beton bertulang sebagai elemen utama dan rangka atap baja untuk menopang tribun penonton. Dalam perencanaan rangka atap baja, pemilihan profil baja sangat penting karena berpengaruh terhadap kinerja struktur, kapasitas beban, dan efisiensi material. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kinerja profil baja pipa (Hollow Structural Section/HSS) dan profil kanal ganda (double channel) pada struktur atap tribun stadion. Perbandingan dilakukan berdasarkan luas penampang, berat per meter, kuat nominal, dan kuat rencana terhadap beban aksial tekan dan tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil HSS76.2×4.8 dengan luas penampang 1078,16 mm² dan berat 8,46 kg/m memiliki kuat tekan 294,08 kN dan kuat tarik 329,92 kN sebagai batang diagonal. Profil HSS127×7.9 dengan luas 2959,95 mm² dan berat 23,24 kg/m menghasilkan kuat tekan 868,59 kN dan kuat tarik 905,74 kN sebagai batang atas dan bawah. Sebaliknya, profil kanal ganda 2C75×5.2 memiliki kuat

tekan 326,29 kN dan lebih rentan terhadap tekuk lentur-torsi, sedangkan profil 2C150×12.2 mencapai kuat tekan 793,44 kN. Secara umum, profil baja pipa menunjukkan efisiensi struktural yang lebih baik karena mampu memberikan kekuatan yang sebanding dengan berat dan luas penampang yang lebih kecil.

Corresponding Author:

Rahmatia Hastanty Kantu
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Gorontalo
rahmatiakantu@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Stadion merupakan bangunan dengan fungsi utama sebagai sarana penyelenggaraan berbagai kegiatan olahraga, seperti sepak bola, estafet, dan bulu tangkis, yang menuntut sistem struktur dengan tingkat keamanan, kekuatan, dan kestabilan yang tinggi (Kurniawan et al., 2024; Utami et al., 2024; Limantara & Santoso, 2025). Struktur stadion umumnya tersusun atas beton bertulang pada elemen tribun dan struktur baja pada rangka atap tribun (Mentaruk et al., 2024; Mulyandari & Ningsih, 2025). Penggunaan baja sebagai material rangka atap dipilih karena memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang tinggi, kemudahan dalam fabrikasi, serta efisiensi dalam bentang panjang (Yendri, 2024; La Ola et al., 2025). Oleh karena itu, perencanaan struktur baja yang tepat sangat diperlukan agar struktur atap stadion mampu menahan beban secara optimal serta memenuhi aspek keselamatan dan umur layan bangunan.

Dalam perencanaan struktur baja, pemilihan profil baja menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi kinerja struktur secara keseluruhan (Prasetyo, 2024). Profil baja dirancang dengan bentuk penampang tertentu untuk memenuhi kebutuhan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas struktur. Profil baja yang umum digunakan pada rangka atap stadion antara lain baja profil pipa dan baja profil kanal (Kurnia, 2015). Baja profil pipa sering dijadikan pilihan karena memiliki penampang tertutup dan simetris, sehingga mampu menahan beban aksial secara efektif serta memiliki ketahanan yang baik terhadap gaya tekan. Namun demikian, baja profil pipa memiliki kelemahan, antara lain rentan terhadap tekuk lokal serta memerlukan perlakuan khusus dalam proses fabrikasi dan penyambungan akibat bentuknya yang melengkung (Banusha & Desmaliana, 2025).

Sejumlah penelitian terdahulu menunjukkan bahwa baja profil pipa memiliki kinerja struktural yang baik terhadap beban aksial dan lentur, khususnya pada struktur rangka batang dan rangka atap bentang panjang (Haykal, 2015; Puryantoro et al., 2020; Manurung et al., 2025). Akan tetapi, penelitian lain juga mengungkapkan bahwa proses fabrikasi dan detail sambungan baja profil pipa relatif lebih kompleks dan memerlukan biaya yang lebih tinggi (Putra, 2024; Yendri, 2024). Sebagai alternatif, baja profil double canal (kanal ganda) sering digunakan karena memiliki bentuk penampang terbuka yang lebih mudah dalam proses fabrikasi dan penyambungan, serta biaya material yang relatif lebih ekonomis (Fitrah & Herman, 2019).

Baja profil double canal merupakan gabungan dari dua profil kanal yang disusun berdampingan dan disambungkan pada sisi badannya sehingga membentuk penampang menyerupai baja profil IWF. Meskipun memiliki kelebihan dari segi kemudahan konstruksi dan efisiensi biaya, baja profil double canal memiliki kelemahan struktural, seperti kerentanan terhadap tekuk lokal, tekuk lentur, dan tekuk torsi lateral. Oleh karena itu, penggunaan baja profil double canal memerlukan analisis yang cermat untuk memastikan kapasitas dan kestabilan struktur tetap memenuhi persyaratan perencanaan.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan suatu penelitian yang membandingkan kinerja baja profil pipa dan baja profil double canal secara komprehensif, khususnya pada struktur atap tribun stadion. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kedua jenis profil baja tersebut berdasarkan luas penampang, berat profil, serta kekuatan nominal dan kekuatan desain dalam menahan beban tekan dan tarik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis dalam pemilihan profil baja yang lebih efisien, aman, dan ekonomis untuk perencanaan struktur atap tribun stadion.

2. METODE PENELITIAN

Struktur baja merupakan material yang digunakan pada struktur bangunan baik gedung maupun jembatan. Baja profil merupakan bentuk atau jenis penampang yang dirancang untuk kebutuhan struktural seperti balok dan kolom. Baja profil banyak diproduksi dalam berbagai variasi, diantaranya baja profil pipa

dan *double canal*. Diperlukan dasar perencanaan struktur baja berdasarkan standar dan peraturan yang berlaku pada Spifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1727-2020).

2.1 Elemen Tekan

Elemen tekan adalah elemen struktural yang hanya menerima gaya tekan aksial, dimana gaya yang bekerja pada sumbu longitudinal melalui senteroid penampang. Untuk menghindari terjadinya tekuk pada elemen tekan, perlu diperhatikan rasio lebar terhadap tebal dari setiap penampang. Nilai batas rasio lebar terhadap tebal (b/t) dari setiap elemen tekan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Elemen Tekan Komponen Struktur yang Mengalami Aksial Tekan

Kasus	Deskripsi Elemen	Rasio Lebar terhadap Tebal	Batas Rasio Lebar terhadap Tebal λ_r (nonlangsing /langsing)	Contoh
Elemen tidak diperkaku	1 Sayap Profil I gilas panas, pelat yang diproyeksikan dari profil I gilas panas, kaki berdiri bebas dari sepasang siku disambung dengan kontak menerus, sayap kanal, dan sayap T	b/t	$0,56 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	2 Sayap profil I tersusun dan pelat atau kaki siku yang diproyeksikan dari profil I tersusun	b/t	$0,64 \sqrt{\frac{k_c E}{F_y}}$	
	3 Kaki siku tunggal, kaki siku ganda dengan pemisah, dan semua elemen tidak diperkaku lainnya	b/t	$0,45 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	4 Badan T	d/t	$0,75 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Elemen diperkaku	5 Badan profil I simetris ganda dan penampang profil I tersusun dan kanal	h/t_w	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	6 Dinding PSR persegi panjang	b/t	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	7 Pelat penutup sayap dan pelat diafragma antara baris-baris pengencang atau las	b/t	$1,40 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	8 Semua elemen diperkaku lainnya	b/t	$1,49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
	9 PSR bulat	D/t	$0,11 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	

[a] $k_c = 4\sqrt{h/t_w}$, tetapi tidak boleh diambil kurang dari 0,35 atau lebih besar dari 0,76 dalam perhitungan.

Pada penelitian ini baja profil *double canal* berdasarkan klasifikasi penampang terjadi tekuk lentur dan tekuk torsi karena baja profil *double canal* merupakan penampang yang seimbang sama seperti penampang IWF maka tidak ada unsur lentur, karena unsur lentur hanya terjadi pada penampang yang tidak seimbang. Sedangkan untuk baja profil pipa berdasarkan klasifikasi penampang hanya terjadi tekuk lentur. Untuk memperjelas klasifikasi penampang berdasarkan kondisi kelangsungan dan jenis tekuk yang dapat terjadi pada batang tekan dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan untuk Penerapan Profil

Penampang Melintang	Tanpa Elemen Langsing		Dengan Elemen Langsing	
	Penampang pada Bab E	Keadaan Batas	Penampang pada Bab E	Keadaan Batas
	E3 E4	FB TB	E7	LB FB TB
	E3 E4	FB FTB	E7	LB FB FTB
	E3	FB	E7	LB FB
	E3	FB	E7	LB FB

a. Panjang Efektif

$$L_c = K \cdot L$$

b. Tekuk Lentur pada Komponen Struktur tanpa Elemen Langsing
Kekuatan tekan nominal (P_n)

$$P_n = F_{cr} \times A_g \quad (1)$$

Tegangan kritis, F_{cr} dapat dihitung dari :

$$\frac{L_c}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (2)$$

$$\text{maka } F_{cr} = \left(0.658 \frac{F_y}{F_E} \right) \quad (3)$$

$$\frac{L_c}{r} \geq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4)$$

$$\text{maka } F_{cr} = 0.877 F_e \quad (5)$$

$$\text{dengan } F_e = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{L_c}{r}\right)^2} \quad (6)$$

c. Tekuk Lentur pada Komponen Struktur dengan Elemen Langsing

Kekuatan tekan nominal (P_n)

$$P_n = F_{cr} \times A_g \quad (7)$$

Tegangan kritis, F_{cr} dapat dihitung dengan persamaan (3) atau persamaan (4), dengan menggunakan tegangan tekuk elastis torsi atau torsi lentur, F_e yang ditentukan sebagai berikut:

Untuk komponen simetri ganda

$$F_e = \left(\frac{\pi^2 E C_w}{L_{cx}^2} + GJ \right) \frac{1}{I_x + I_y} \quad (8)$$

Untuk komponen simetri tunggal

$$F_e = \left(\frac{F_{ey} + F_{ez}}{2H} \right) \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ez}H}{(F_{ey}F_{ez})^2}} \right] \quad (9)$$

2.2 Elemen Tarik

a. Batas Kelangsungan

Untuk elemen tarik tidak ada batas kelangsungan maksimum untuk komponen yang mengalami tarik. Tetapi menurut SNI 1729:2020 baja profil *double canal* harus di cek rasio kelangsungan L/r lebih baik tidak melebihi 300, tetapi saran ini tidak berlaku untuk baja profil pipa.

b. Leleh Tarik pada Penampang Bruto

$$P_n = F_y \times A_g \quad (10)$$

c. Keruntunan Tarik pada Penampang Neto

$$A_e = A_n \times U \quad (11)$$

dengan $U = 1.0$

$$P_n = F_u \times A_e \quad (12)$$

2.3 Perencanaan Beban

Perencanaan beban pada bangunan ini dilakukan untuk menjamin keamanan, kenyamanan, dan keandalan struktur dalam menerima berbagai kombinasi beban selama umur layan bangunan. Jenis beban yang diperhitungkan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa yang mengacu pada peraturan dan standar nasional yang berlaku di Indonesia.

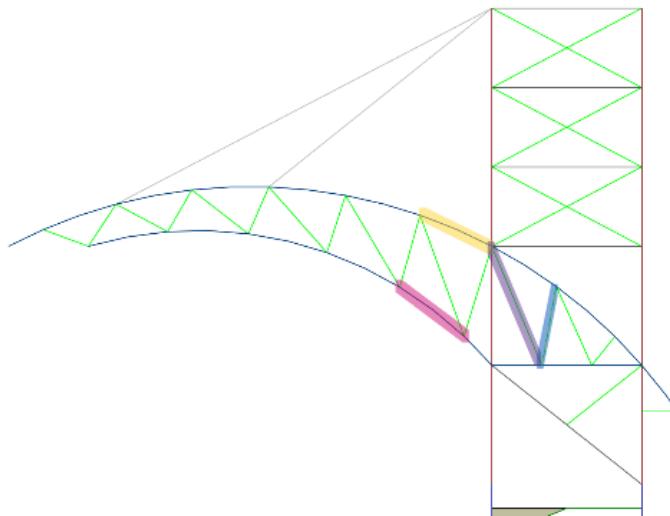
Beban mati, beban hidup, serta beban angin dihitung berdasarkan ketentuan dalam Beban Desain Minimum dan Kriteria untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2020). Beban mati mencakup berat sendiri elemen struktur dan non-struktur, seperti balok, kolom, pelat lantai, rangka atap, penutup atap, serta komponen permanen lainnya. Beban hidup ditentukan sesuai dengan fungsi bangunan dan aktivitas yang terjadi di dalamnya, termasuk beban akibat keberadaan pengguna, peralatan, dan beban sementara lainnya. Sementara itu, beban angin dihitung dengan mempertimbangkan kecepatan angin dasar, kategori eksposur, faktor topografi, serta ketinggian bangunan, sehingga diperoleh tekanan angin rencana yang bekerja pada elemen struktur.

Beban gempa direncanakan berdasarkan Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non-Gedung (SNI 1726:2019). Perhitungan beban gempa dilakukan dengan memperhatikan lokasi bangunan, kategori risiko, klasifikasi situs, parameter percepatan gempa rencana, serta sistem struktur yang digunakan. Analisis respons struktur terhadap gempa dilakukan untuk memastikan bahwa struktur memiliki duktilitas dan kapasitas disipasi energi yang memadai, sehingga mampu menahan gaya gempa tanpa mengalami keruntuhan yang membahayakan keselamatan pengguna bangunan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Baja Profil

Gambar berikut menunjukkan lokasi dari setiap batang baja profil pipa dan baja profil *double canal*.



Gambar 1. Lokasi Batang Baja Profil

Berikut merupakan dimensi dari masing-masing baja profil yang digunakan pada atap tribun stadion ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3. Dimensi Baja Profil yang Digunakan

Nama Profil	Lokasi Batang	Warna Batang
HSS76.2X4.8	Batang diagonal	Ungu
HSS127X7.9	Batang bawah	Pink
HSS127X7.9	Batang atas	Kuning
2C75X5,2	Batang diagonal	Ungu
2C150X12,2	Batang bawah	Pink
2C150X12,2	Batang atas	Kuning

Gambar 1 menunjukkan lokasi dan distribusi penggunaan masing-masing batang baja profil pada struktur atap tribun stadion. Pada gambar tersebut, perbedaan jenis profil dan fungsi batang ditunjukkan melalui variasi warna, sehingga memudahkan identifikasi posisi setiap elemen struktur. Batang-batang utama pada rangka atap terdiri atas batang atas, batang bawah, dan batang diagonal yang berfungsi untuk menyalurkan beban atap ke struktur pendukung secara merata. Penempatan profil baja pada setiap lokasi batang disesuaikan dengan kebutuhan kekuatan dan karakteristik pembebanan yang bekerja pada elemen tersebut.

Berdasarkan data yang disajikan pada Tabel 3, baja profil pipa HSS76.2×4.8 digunakan sebagai batang diagonal yang ditandai dengan warna ungu. Pemilihan profil ini didasarkan pada kemampuannya dalam menahan gaya aksial dengan penampang tertutup dan simetris, sehingga efektif untuk elemen diagonal yang bekerja dominan terhadap gaya tarik dan tekan. Selanjutnya, baja profil pipa HSS127×7.9 digunakan pada batang bawah dan batang atas, yang masing-masing ditunjukkan dengan warna pink dan kuning. Profil ini memiliki dimensi yang lebih besar sehingga mampu menahan gaya aksial yang lebih besar dibandingkan batang diagonal.

Pada sistem rangka dengan baja profil double canal, profil 2C75×5,2 digunakan sebagai batang diagonal dan ditandai dengan warna ungu. Sementara itu, profil 2C150×12,2 digunakan sebagai batang bawah dan batang atas, masing-masing ditunjukkan dengan warna pink dan kuning. Penggunaan profil double canal dengan dimensi lebih besar pada batang atas dan bawah dimaksudkan untuk memenuhi kebutuhan kekuatan akibat beban aksial yang lebih dominan pada elemen tersebut. Dengan demikian, kombinasi antara Gambar 1 dan Tabel 3 memberikan gambaran yang jelas mengenai pemilihan jenis profil, lokasi pemasangan, serta fungsi struktural masing-masing batang baja pada atap tribun stadion.

3.2 Perbandingan Penggunaan Baja Profil Pipa dan Baja Profil Double Canal di tinjau Berdasarkan Luas Penampang, Berat Profil dan Kekuatan Nominial dan Kekuatan Desain

3.2.1 Data Luas dan Berat Profil

Berikut merupakan data dari luas penampang dan berat profil dari masing-masing profil yang digunakan.

Tabel 4. Luas Penampang dan Berat Profil

Profil Baja	Lokasi Batang	Luas mm ²	Berat Profil kg/m
HSS76.2X4.8	Batang diagonal	1078,16	8,46
HSS127X7.9	Batang bawah	2959,95	23,24
HSS127X7.9	Batang atas	2959,95	23,24
2C75X5,2	Batang diagonal	1382,33	10,85
2C150X12,2	Batang bawah	3067,52	24,08
2C150X12,2	Batang atas	3067,52	24,08

Berdasarkan data pada Tabel 4, baja profil pipa HSS76.2×4.8 memiliki luas penampang sebesar 1078,16 mm² dengan berat profil 8,46 kg/m. Profil ini merupakan profil dengan dimensi relatif kecil yang umumnya digunakan pada batang diagonal, sehingga kebutuhan kekuatan aksialnya masih dapat dipenuhi dengan luas penampang dan berat yang lebih ringan. Sementara itu, baja profil pipa HSS127×7,9 memiliki luas penampang yang jauh lebih besar, yaitu 2959,95 mm², dengan berat profil sebesar 23,24 kg/m. Peningkatan luas penampang dan berat ini menunjukkan bahwa profil HSS127×7,9 dirancang untuk menahan gaya aksial yang lebih besar, khususnya pada batang atas dan batang bawah yang menerima beban dominan dari sistem rangka atap.

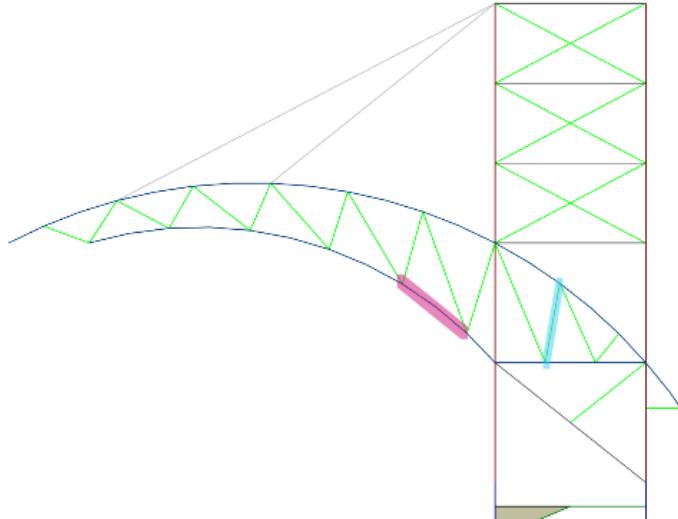
Pada baja profil double canal, profil 2C75×5,2 memiliki luas penampang sebesar 1382,33 mm² dengan berat profil 10,85 kg/m. Jika dibandingkan dengan baja profil pipa HSS76.2×4.8, profil double canal ini memiliki luas penampang dan berat yang lebih besar, meskipun digunakan pada fungsi batang yang sama, yaitu sebagai batang diagonal. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mencapai kapasitas kekuatan yang setara, baja profil double canal memerlukan dimensi penampang yang lebih besar dibandingkan baja profil pipa. Selanjutnya, profil double canal 2C150×12,2 memiliki luas penampang sebesar 3067,52 mm² dan berat profil sebesar 24,08 kg/m. Nilai ini sedikit lebih besar dibandingkan dengan baja profil pipa HSS127×7,9 yang memiliki luas penampang 2959,95 mm² dan berat 23,24 kg/m, meskipun keduanya digunakan pada batang atas dan bawah.

Berdasarkan perbandingan tersebut, dapat disimpulkan bahwa baja profil double canal cenderung memiliki luas penampang dan berat profil yang lebih besar dibandingkan dengan baja profil pipa untuk fungsi struktural yang sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa baja profil pipa lebih efisien dari segi penggunaan material, karena mampu memberikan kapasitas kekuatan yang sebanding dengan luas penampang dan berat yang lebih kecil. Perbedaan efisiensi ini dipengaruhi oleh karakteristik penampang baja

profil pipa yang bersifat tertutup dan simetris, sehingga memiliki distribusi tegangan yang lebih merata serta kinerja yang lebih baik terhadap beban aksial dibandingkan dengan baja profil double canal yang berpenampang terbuka.

3.2.2 Kekuatan Aksial Tekan

Pada kekuatan aksial tekan dibagi menjadi tekuk lentur, tekuk torsi dan torsilentur tergantung bentuk penampang dan batas kelangsungan. Lokasi batang tekan dengan gaya maksimum dan panjang batang yang besar ditunjukkan pada Gambar 2 untuk baja profil pipa dan baja profil *double canal*.



Gambar 2. Lokasi Batang Tekan

Pada penelitian ini, baja profil *double canal* berdasarkan klasifikasi penampang mengalami tekuk lentur dan tekuk torsi, dikarenakan baja profil *double canal* merupakan penampang yang seimbang sama seperti penampang IWF. Dengan demikian, maka tidak ada unsur lentur sebab unsur lentur hanya terjadi pada penampang yang tidak seimbang. Sementara itu, baja profil pipa berdasarkan klasifikasi penampang hanya terjadi tekuk lentur.

Tabel 5. Kekuatan Aksial Tekan

Lokasi Batang	Nama Profil	Tekuk Lentur		Tekuk Torsi	
		Pu (kN)	$\phi = 0.90$	Pu (kN)	$\phi = 0.90$
Diagonal	HSS76.2X4.8	326,75	294,08	-	-
Bawah	HSS127X7.9	965,10	868,59	-	-
Diagonal	2C75X5,2	362,29	326,06	469,99	422,99
Bawah	2C150X12,2	881,59	793,44	1042,96	938,66

Berdasarkan data pada Tabel 5, baja profil pipa HSS76,2×4,8 mengalami kegagalan dalam bentuk tekuk lentur dengan nilai kekuatan nominal tekan sebesar 326,75 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 294,08 kN. Nilai kekuatan desain yang lebih kecil dibandingkan kekuatan nominal menunjukkan pengaruh faktor reduksi kekuatan yang diterapkan dalam perencanaan struktur baja. Profil ini digunakan pada batang diagonal yang memiliki panjang efektif relatif besar, sehingga mekanisme tekuk lentur menjadi faktor pengendali kapasitas tekan. Sementara itu, baja profil pipa HSS127×7,9 juga mengalami tekuk lentur dengan kekuatan nominal tekan sebesar 965,10 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 868,59 kN. Nilai kekuatan tekan yang lebih besar pada profil ini dipengaruhi oleh luas penampang dan momen inersia yang lebih besar, sehingga mampu meningkatkan ketahanan terhadap tekuk lentur pada batang atas dan bawah.

Pada baja profil double canal, profil 2C75×5,2 menunjukkan dua mekanisme ketidakstabilan, yaitu tekuk lentur dan tekuk torsi. Untuk tekuk lentur, kekuatan nominal tekan yang dihasilkan sebesar 362,29 kN dengan kekuatan desain tekan sebesar 326,06 kN. Selain itu, profil ini juga mengalami tekuk torsi dengan kekuatan nominal tekan sebesar 469,99 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 422,99 kN. Munculnya mekanisme tekuk torsi ini disebabkan oleh karakteristik penampang terbuka pada baja profil double canal yang memiliki kekakuan torsi lebih rendah dibandingkan penampang tertutup seperti baja profil pipa.

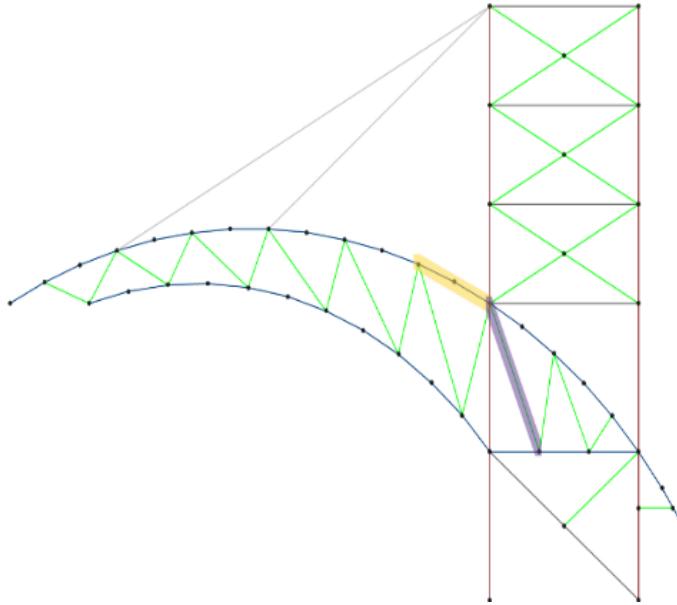
Selanjutnya, baja profil double canal 2C150×12,2 juga mengalami tekuk lentur dan tekuk torsi. Pada mekanisme tekuk lentur, profil ini memiliki kekuatan nominal tekan sebesar 881,59 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 793,44 kN. Sementara itu, pada mekanisme tekuk torsi, nilai kekuatan nominal tekan mencapai 1042,96 kN dengan kekuatan desain tekan sebesar 938,66 kN. Nilai kekuatan yang relatif besar ini

dipengaruhi oleh dimensi penampang yang lebih besar, namun tetap menunjukkan bahwa baja profil double canal rentan terhadap kegagalan akibat torsi apabila tidak diberikan pengaku atau detail sambungan yang memadai.

Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa baja profil double canal memiliki nilai kekuatan tekan yang lebih besar baik pada mekanisme tekuk lentur maupun tekuk torsi dibandingkan dengan baja profil pipa. Namun demikian, pencapaian kekuatan tersebut diperoleh dengan luas penampang dan berat profil yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun baja profil double canal mampu memberikan kapasitas tekan yang tinggi, baja profil pipa tetap lebih efisien secara struktural karena memiliki ketahanan terhadap tekuk yang baik tanpa mengalami tekuk torsi, berkat bentuk penampangnya yang tertutup dan simetris. Oleh karena itu, pemilihan jenis profil baja harus mempertimbangkan tidak hanya besarnya kekuatan tekan, tetapi juga efisiensi material dan stabilitas struktur secara keseluruhan.

3.2.3 Kekuatan Aksial Tarik

Lokasi batang tarik dengan gaya maksimum dan panjang batang yang besar ditunjukkan pada Gambar 4 untuk baja profil pipa dan baja profil *double canal*.



Gambar 3. Lokasi Batang Tarik

Berikut ini merupakan hasil dari kekuatan aksial Tarik dari masing-masing profil yang digunakan dapat dilihat pada Tabel6.

Tabel 6. Kekuatan Aksial Tarik

Lokasi Batang	Nama Profil	Berdasarkan Luas Bruto	
		Pu (kN)	Faktor Reduksi $\phi = 0.90$
Diagonal	HSS76.2X4.8	366,58	329,92
Atas	HSS127X7.9	1006,38	905,74
Diagonal	2C75X5,2	469,99	422,99
Atas	2C150X12,2	1042,96	938,66

Berdasarkan Tabel 6, baja profil pipa yaitu HSS76,2X4,8 memiliki kekuatan tarik, dimana kekuatan nominal sebesar 366,58 kN dan kekuatan desain sebesar 329,92 kN. Baja profil pipa yaitu HSS127X7,9 memiliki kekuatan tarik, dimana kekuatan nominal sebesar 1006,38 kN dan kekuatan desain sebesar 905,74 kN.

Sedangkan baja profil *double canal* yaitu 2C75X5,2 memiliki kekuatan tarik, dimana kekuatan nominal sebesar 469,99 kN dan kekuatan desain sebesar 422,99 kN. Baja profil *double canal* yaitu 2C150X12,2 memiliki kekuatan tarik, dimana kekuatan nominal sebesar 1042,96 kN dan kekuatan desain sebesar 938,66 kN. Berdasarkan hasil analisis perbandingan kekuatan Tarik pada Tabel 6, diketahui baja profil *double canal* memiliki nilai yang lebih besar untuk kekuatan tarik jika dibandingkan dengan baja profil pipa.

Dari hasil analisis semua perbandingan berdasarkan luas penampang baja profil, berat baja profil, kekuatan nominal dan kekuatan desain diperoleh nilai-nilai baja profil *double canal* cenderung lebih besar

dari pada baja profil pipa karena ukuran penampang baja profil *double canal* lebih besar dibandingkan dengan ukuran penampang baja profil pipa.

4. KESIMPULAN DAN SARAN/REKOMENDASI

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Pengaruh penggunaan baja profil pipa menyebabkan nilai luas penampang baja profil pipa HSS76.2X4.8 sebesar 1078,16 mm², nilai berat baja profil pipa sebesar 8,46 kg/m, HSS76.2X4.8 merupakan batang diagonal yang memiliki kekuatan tekan dengan kekuatan nominal sebesar 326,75 kN dan kekuatan desain sebesar 294,08 kN. HSS76.2X4.8 juga merupakan batang diagonal yang memiliki kekuatan tarik dengan kekuatan nominal sebesar 366,58 kN dan kekuatan desain sebesar 329,92 kN. Luas penampang baja profil pipa HSS127X7,9 sebesar 2959,95 mm², nilai berat baja profil pipa sebesar 23,24 kg/m, HSS127X7,9 merupakan batang bawah yang memiliki kekuatan tekan serta terjadi tekuk lentur dengan kekuatan nominal tekan sebesar 965,098 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 868,59 kN. HSS127X7,9 juga merupakan batang atas yang memiliki kekuatan tarik dengan kekuatan nominal tarik sebesar 1006,38 kN dan kekuatan desain tarik sebesar 905,74 kN.

Pengaruh penggunaan baja profil *double canal* menyebabkan nilai luas penampang baja profil *double canal* 2C75X5,2 sebesar 1382,33 mm², nilai berat baja profil *double canal* sebesar 10,85 kg/m, 2C75X5,2 merupakan batang diagonal yang memiliki kekuatan tekan serta terjadi tekuk lentur dengan kekuatan nominal tekan sebesar 362,29 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 326,29 kN dan terjadi tekuk torsi dengan kekuatan nominal tekan sebesar 469,99 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 422,99 kN. 2C75X5,2 merupakan batang diagonal yang memiliki kekuatan tarik dengan kekuatan nominal sebesar 469,99 kN dan kekuatan desain sebesar 422,99 kN. Luas penampang baja profil *double canal* 2C150X12,2 sebesar 3067,52 mm², nilai berat baja profil *double canal* sebesar 24,08 kg/m, 2C150X12,2 merupakan batang bawah yang memiliki kekuatan tekan serta terjadi tekuk lentur dengan kekuatan nominal tekan sebesar 881,59 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 793,44 kN dan terjadi tekuk torsi dengan kekuatan nominal tekan sebesar 1042,96 kN dan kekuatan desain tekan sebesar 938,66 kN. 2C150X12,2 juga merupakan batang atas yang memiliki kekuatan tarik dengan kekuatan nominal tarik sebesar 1042,96 kN dan kekuatan desain tarik sebesar 938,66 kN.

Berdasarkan hasil perhitungan, baja profil pipa memberikan kapasitas tekan dan tarik yang tinggi meskipun dengan luas penampang dan berat profil yang relative kecil. Sedangkan baja profil *double canal* dapat mencapai kapasitas yang hampir setara dengan baja profil pipa, namun harus dicapai dengan ukuran penampang yang lebih besar dan berat profil yang lebih tinggi. Dengan demikian, penggunaan baja profil pipa lebih efisien dalam hal kekuatan terhadap luas penampang dan berat, sedangkan baja profil *double canal* baru menunjukkan kinerja yang sebanding apabila dimensinya diperbesar.

4.2 Saran/Rekomendasi

Penelitian ini hanya fokus pada baja profil pipa dan baja profil *double canal*. Penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan dengan variasi bentuk baja profil lain sehingga simpulan dari kinerja struktur atap tribun stadion dapat lebih kompleks

REFERENSI

- Badan Standar Nasional. (2019). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Gedung dan Non Gedung (SNI 1726-2019)*. Jakarta,Indonesia.
- Badan Standar Nasional. (2020). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Beban Desain Minimum dan Kriteria untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2020)*. Jakarta,Indonesia.
- Badan Standar Nasional. (2020). *Standar Nasional Indonesia (SNI) Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729-2020)*. Jakarta,Indonesia.
- Banusha, B., & Desmaliana, E. (2021). Analisis Numerik Tekuk Kolom Variasi Penampang Profil Baja Tunggal. *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 7(3), 181.
- Fitrah, R. A., & Herman, H. (2019). Studi Eksperimental Perilaku Tekan Baja Ringan Dengan Variasi Profil Penampang. *Rang Teknik Journal*, 2(1).
- Haykal, M. (2015). Perilaku Sambungan Balok Baja Dan Kolom Tabung Baja Dengan Isian Beton Menggunakan Pelat Diafragma Melingkar Akibat Beban Siklik.”. *Universitas Gajah Mada*.
- Kurnia, F. D. (2015). *Redesign Struktur Atap Dengan Model Space Truss (Rangka Ruang) Pada Stadion Jember Sport Garden* (Doctoral dissertation, ITN malang).
- Kurniawan, W., Paryoko, V. G. P. J., & Widiwati, C. S. (2024). International Modern Football Stadion Di Kota Surabaya. *WASTU: Jurnal Wacana Sains & Teknologi*, 6(1), 1-11.

- La Ola, M. N., Purnama, H., Makmur, M., & Mandeno, D. (2025). Analisis Numerik Kuda-Kuda Baja Ringan terhadap Lendutan dan Efisiensi pada Berbagai Konfigurasi Struktur. *MEDIA KONSTRUKSI*, 10(2), 215-224.
- Limantana, A., & Santoso, J. P. (2025). Renewal: Stadion Terbengkalai Kamal Muara Dengan Pendekatan Desain Arsitektur Regeneratif. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 7(2), 395-410.
- Manurung, E. H., Hutagaol, K., & Putrafakhmi, D. (2025). Analisis Efisiensi Material Baja Dalam Struktur Kuda-Kuda Atap Pada Bangunan Komersial. *SINERGI: Jurnal Riset Ilmiah*, 2(7), 3140-3146.
- Mentaruk, A. T., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2024). Perencanaan Struktur Stadion Di Kota Manado. *TEKNO*, 22(88), 1027-1036.
- Mulyandari, H., & Ningsih, S. R. (2025). Harmoni struktur sebagai elemen estetika pada studi rancang Stadion mini Teluk Bayur Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *JURNAL ARSITEKTUR PENDAPA*, 8(2), 11-20.
- Prasetyo, S. (2024). Studi Alternatif Perencanaan RSU Melati Malang Menggunakan Struktur Baja Komposit Dengan Metode LRFD (Load and Resistance Factor Design).
- Putra, I. (2024). *Rancang Bangun Alat Pemotong Pipa Baja dengan Hasil Bentuk Radius untuk Pembuatan Rangka Sepeda* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Bali).
- Puryantoro, D. A. S., Husodo, A. W., & Ashari, M. L. (2020). Perencanaan Penyangga Pipa Struktur Baja pada Sistem Perpipaan LPG Terminal Plan Development Project. In *Proceedings of National Conference on Piping Engineering and Its Application* (Vol. 5, No. 1, pp. 93-98).
- Utami, W. L. N., Sulistyowati, A. D., & Suryandari, P. (2024). Perancangan Indoor Multifunction Stadium Dengan Arsitektur High-Tech Di Sampora, Kabupaten Tangerang. *Maestro*, 7(1), 60-69.
- Yendri, O. (2024). Sifat Dan Bentuk Baja. *Struktur Baja*, 40.