



P-ISSN : 2622-1276
E-ISSN: 2622-1284

The 5th Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)

Website Ciasstech 2022 : <https://ciasstech.widyagama.ac.id>

Open Confrence Systems : <https://ocs.widyagama.ac.id>

Proceeding homepage : <http://publishing-widyagama.ac.id/ejournal-v2/index.php/ciasstech/index>

KAJIAN HUBUNGAN DIMENSI PENAMPANG PROFIL DENGAN PANJANG BENTANG KUDA-KUDA

Fatchur Rizqi Ichsan^{1*)}, Candra Aditya²⁾, Abdul Halim³⁾

¹²³⁾ Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

INFORMASI ARTIKEL

Data Artikel :

Naskah masuk, 22 Agustus 2022

Direvisi, 1 Oktober 2022

Diterima, 28 Oktober 2022

Email Korespondensi :

fathurrizqi223@gmail.com

ABSTRAK

Konstruksi atap adalah konstruksi penting dalam sebuah bangunan karena atap berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang ada di bawahnya, hingga terlindung dari panas, hujan, angin, binatang dan keamanan. Atap harus didukung dengan suatu konstruksi yang kuat. Penelitian ini menganalisis hubungan dimensi penampang profil dengan panjang bentang kuda-kuda. Penelitian ini menganalisis struktur atap dengan obyek Pasar Mergan Malang. Perencanaan struktur atap untuk sebuah bangunan pasar rakyat diharuskan memiliki bentang kuda-kuda yang panjang, maka material yang tepat digunakan adalah menggunakan struktur baja. Penelitian mengkaji variasi panjang bentang kuda-kuda dari bentang 10,60 m sampai bentang 18,60 m dengan penambahan 2 m yang menyesuaikan kondisi lapangan pada Pasar Mergan Malang. Metode analisis perencanaan struktur kuda-kuda menggunakan menggunakan metode *LRFD* dengan bantuan software *SAP2000*. Hasil dari analisis menunjukkan bahwa pada setiap penambahan panjang kuda-kuda berpengaruh terhadap dimensi profil dan berat jenisnya. Semakin panjang bentang semakin besar berat jenis profilnya. Pada setiap penambahan panjang bentang per 2 m rata-rata prosentase kenaikan berat jenis profilnya naik 38,08% dan terdapat kenaikan dimensi penampang profilnya. Rata-rata prosentase kenaikan biaya struktur atap setiap panjang bentang naik 19,44%.

Kata Kunci : Struktur Atap, Kuda-Kuda, Dimensi Penampang, Panjang Bentang Kuda-Kuda.

1. PENDAHULUAN

Pasar adalah salah satu dari berbagai sistem, prosedur, institusi, hubungan sosial dan infrastruktur tempat usaha menjual barang, jasa, dan tenaga kerja untuk warga masyarakat sekitar. Lokasi Pasar Mergan secara tradisional cukup strategis demikian juga secara geografis, sehingga perlu diadakan perbaikan yang diharapkan dapat menjaga kualitas pasar agar tetap terjaga. Dukungan infrastruktur berupa revitalisasi pasar yang memadai akan lebih memacu pertumbuhan

secara signifikan. Dalam pembangunan revitalisasi Pasar Mergan menggunakan bahan struktur bangunan berupa baja. Struktur baja adalah struktur logam yang bahan utamanya dibuat dari komponen baja dan tersusun secara terstruktur antara satu sama lain dengan fungsi untuk menahan beban sehingga bisa lebih kuat dan kokoh [1]. Dari uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk mengadakan penelitian tentang hubungan dimensi penampang profil baja dan panjang bentang kuda-kuda. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan dimensi penampang profil baja kuda-kuda terhadap penambahan panjang bentang kuda-kuda dan hubungan penambahan panjang bentang kuda-kuda terhadap biaya. Manfaat studi ini adalah untuk memberi informasi tentang kebutuhan dimensi penampang profil kuda-kuda yang ditinjau dari panjang bentang kuda-kuda dan dapat menjadi salah satu referensi bagi para perencana struktur terkait penggunaan profil kuda-kuda.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Kombinasi Pembebanan

Supaya dalam perencanaan struktur maupun komponennya memenuhi syarat kekuatan dan layak pakai [2], maka harus memenuhi ketentuan faktor kombinasi beban ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 1. Kombinasi Pembebanan

No.	Kombinasi Beban
1	1,4 D
2	1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L _r atau S atau R)
3	1,2 D + 1,6 (L _r atau S atau R) + (L atau 0,5 W)
4	1,2 D + 1,0 W + L + 0,5 (L _r atau S atau R)
5	1,2 D + 1,0 E + L + 0,2 S
6	0,9 D + 1,0 W
7	0,9 D + 1,0 E

(Sumber : SNI 1727-2013 / 2.3.2)

Dimana *D* adalah beban mati, *L* adalah beban hidup, *L_r* adalah beban Pekerja, *S* adalah beban salju, *R* adalah beban air hujan, *W* adalah beban angin, *E* adalah beban gempa [3].

2.2. Desain Elemen Struktur Baja

Dalam metode LRFD terdapat persyaratan persyaratan yang harus dipenuhi dalam menentukan penampang profil suatu struktur yang digunakan. Dalam perhitungan struktur baja terdapat 3 elemen yang harus memenuhi syarat, yaitu elemen tarik, elemen tekan dan elemen lentur.

2.2.1 Elemen Tarik

Kekuatan tarik tersedia adalah $\phi_t P_n$ dari komponen struktur tarik, nilai terendah sesuai dengan keadaan batas dari leleh tarik pada penampang bruto dan keruntuhan tarik pada penampang netto [4].

a. Untuk kekuatan leleh tarik pada penampang bruto :

$$P_n = \phi_t \cdot f_y \cdot A_g \quad (1)$$

Dengan ϕ_t adalah faktor reduksi = 0,9 [SNI 1729-2015], f_y adalah tegangan leleh minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015], A_g adalah luas bruto dari komponen struktur (mm²) [SNI 1729-2015] [5].

b. Untuk kekuatan putus tarik pada penampang netto :

$$P_n = \phi_t \cdot f_u \cdot A_e \quad (2)$$

Dengan ϕ_t adalah faktor reduksi = 0,75 [SNI 1729-2015], f_u adalah tegangan tarik minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015], A_e adalah luas netto dari komponen struktur (mm²) [SNI 1729-2015] [5].

2.2.2 Elemen Tekan

Kekuatan tekan nominal adalah $\phi_t P_n$ dari komponen struktur tekan, nilai terendah diperoleh berdasarkan pada perhitungan tegangan kritis (F_{cr}) [6].

$$P_n = F_{cr} \cdot A_g \quad (3)$$

Dengan P_n adalah kekuatan nominal (N) [SNI 1729-2015], F_{cr} adalah tegangan kritis (MPa) [SNI 1729-2015], A_g adalah luas bruto dari komponen struktur (mm^2) [SNI 1729-2015] [10].

$$\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \text{ (atau } \frac{f_y}{f_e} \leq 2,25) \quad (4)$$

$$F_{cr} = 0,658 \frac{f_y}{f_e} \quad (5)$$

$$\frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \text{ (atau } \frac{f_y}{f_e} \geq 2,25) \quad (6)$$

$$F_{cr} = 0,887 \cdot f_e \quad (7)$$

$$f_e = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad (8)$$

Dengan F_{cr} adalah tegangan kritis (MPa) [SNI 1729-2015], A_g adalah luas bruto dari komponen struktur (mm^2) [SNI 1729-2015], f_e adalah tegangan tekuk kritis elastis (MPa) [SNI 1729-2015], K adalah faktor panjang efektif (mm) [SNI 1729-2015], L adalah panjang dari komponen struktur (mm) [SNI 1729-2015], r adalah radius girasi (mm) [SNI 1729-2015] [5].

2.2.3 Elemen Lentur

Menurut SNI 1729-2015 ketentuan lentur desain $\phi_b M_n$ dan kekuatan lentur yang diizinkan ditentukan dengan $\phi_b = 0,90$ bentuk penampang, diklasifikasikan menjadi kompak, tidak kompak atau langsing berdasarkan rasio lebar terhadap ketebalannya [6]. Berikut adalah klasifikasi bentuk penampang :

- Penampang kompak ($\lambda < \lambda_p$)
- Penampang tidak kompak ($\lambda_p < \lambda < \lambda_r$)
- Penampang langsing ($\lambda > \lambda_r$)

Untuk profil I, nilai-nilai yang dibutuhkan untuk menentukan bentuk penampang sebagai berikut :

- Untuk flange :

$$\lambda = \frac{bf}{2tf} \quad (8)$$

$$\lambda_p = 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (9)$$

$$\lambda_r = 1 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (10)$$

Dengan bf adalah lebar dari komponen struktur (mm) [SNI 1729-2015], tf adalah tebal sayap dari komponen struktur (mm) [SNI 1729-2015], E adalah modulus elastisitas (MPa) [SNI 1729-2015], f_y adalah tegangan leleh minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015].

- Untuk web :

$$\lambda = \frac{h}{tw} \quad (11)$$

$$\lambda_p = 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (12)$$

$$\lambda_r = 5,7 \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (13)$$

Dengan h adalah tinggi dari komponen struktur (mm) [SNI 1729-2015], t_w adalah tebal badan dari komponen struktur (mm) [SNI 1729-2015], E adalah modulus elastisitas (MPa) [SNI 1729-2015], f_y adalah tegangan leleh minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015] [5].

Komponen struktur profil I kompak simetris ganda dan kanal melengkung di sumbu major.

a. Momen tahanan

$$M_n = M_p = f_y \cdot Z_x \quad (14)$$

Dengan f_y adalah tegangan leleh minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015], Z_x adalah modulus penampang elastisitas di sumbu x (mm³) [SNI 1729-2015].

b. Tekuk torsi-lateral

$$L_p = 1,76 \sqrt{\frac{I_y}{A}} \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (15)$$

Dengan L_p adalah panjang bentang yang tertumpu secara lateral (mm) [SNI 1729-2015], I_y adalah momen inersia di sumbu y (mm³) [SNI 1729-2015], A adalah luas penampang profil (mm²) [SNI 1729-2015], E adalah modulus elastisitas (MPa) [SNI 1729-2015], f_y tegangan leleh minimum yang disyaratkan (MPa) [SNI 1729-2015] [5].

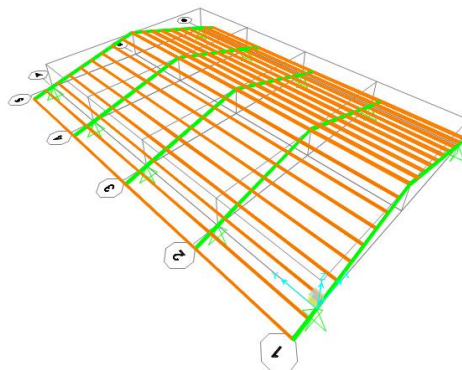
2.3. Data Penelitian

Dalam penelitian struktur atap yang berlokasi di Pasar Mergan Malang ini, perhitungan struktur yang dimulai dari panjang bentang kuda-kuda 10,60 m sampai 18,60 m, karena dalam lokasi penelitian untuk posisi kolom dapat didirikan pada jarak terpendek 10,60 m berada di tepi dinding bedak pedagang sedangkan jarak terpanjang dari lokasi tersebut 18,60 m karena dari struktur bangunan eksisting sebelumnya posisi kolom berada pada jarak bentang 18,60 m dan lebih dari 18,60 m terdapat perbedaan elevasi yang cukup tinggi. Jenis kuda-kuda pada penelitian ini menggunakan jenis gableframe yang panjang bentang terpendeknya 10 m.

Tabel 2. Penentuan type Kuda-Kuda Berdasarkan Panjang Bentang

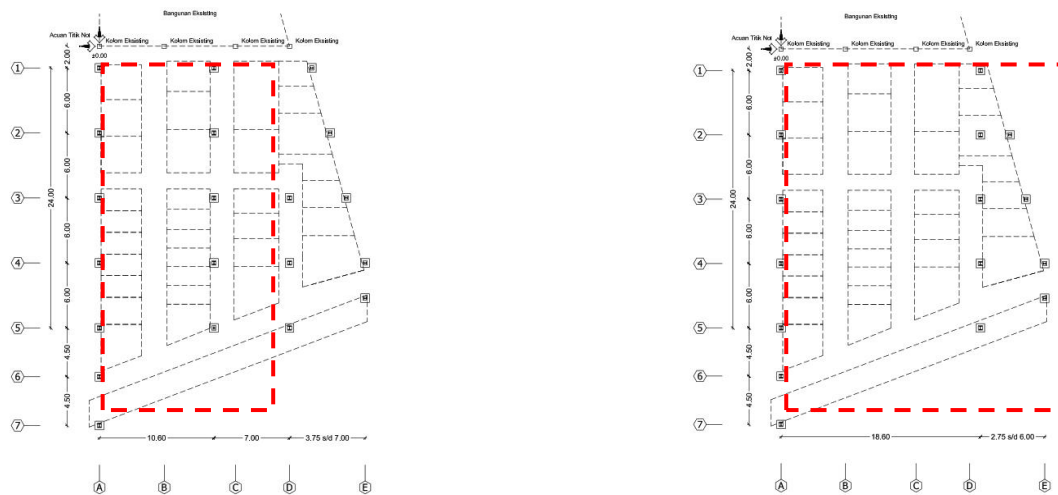
Type Kuda-Kuda	Panjang Bentang (m)
Type 1	10,60 m
Type 2	12,60 m
Type 3	14,60 m
Type 4	16,60 m
Type 5	18,60 m

Berikut adalah gambar perencanaan struktur atap :

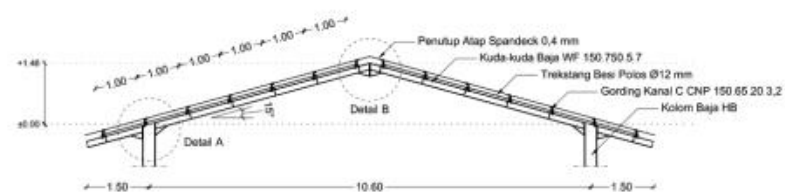


Gambar 1. Perspektif Kuda-Kuda

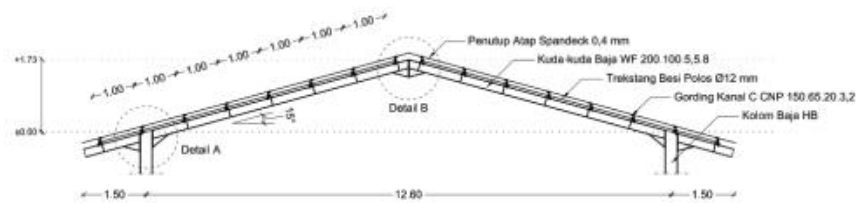
Dalam penelitian ini, panjang bentang kuda-kuda yang terpendek ada pada panjang 10,60 m dan terpanjang 18,60 m, berikut denah dari kuda-kuda panjang bentang 10,60 m dan kuda-kuda panjang bentang 18,60 m.



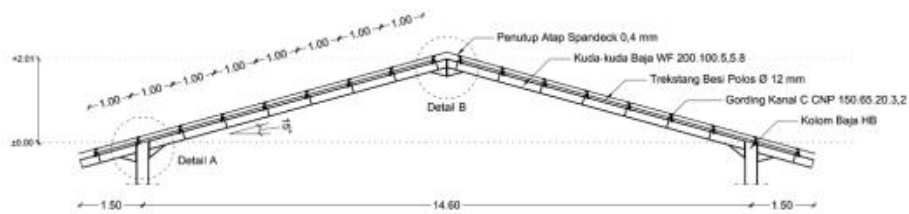
Gambar 2. Denah Kuda-Kuda Type 1 & Type 5



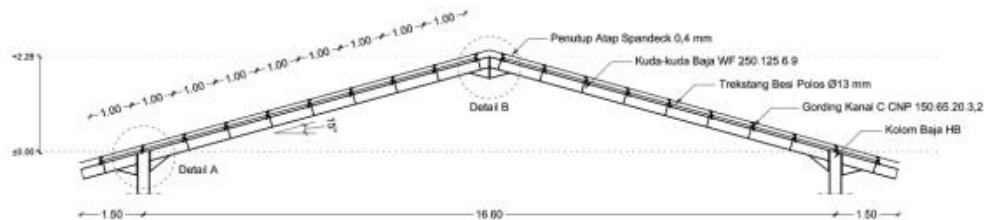
Gambar 3. Model Kuda-Kuda Type 1



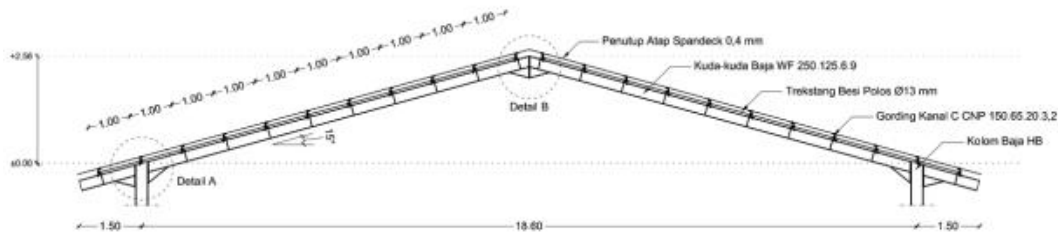
Gambar 4. Model Kuda-Kuda Type 2



Gambar 5. Model Kuda-Kuda Type 3



Gambar 6. Model Kuda-Kuda Type 4



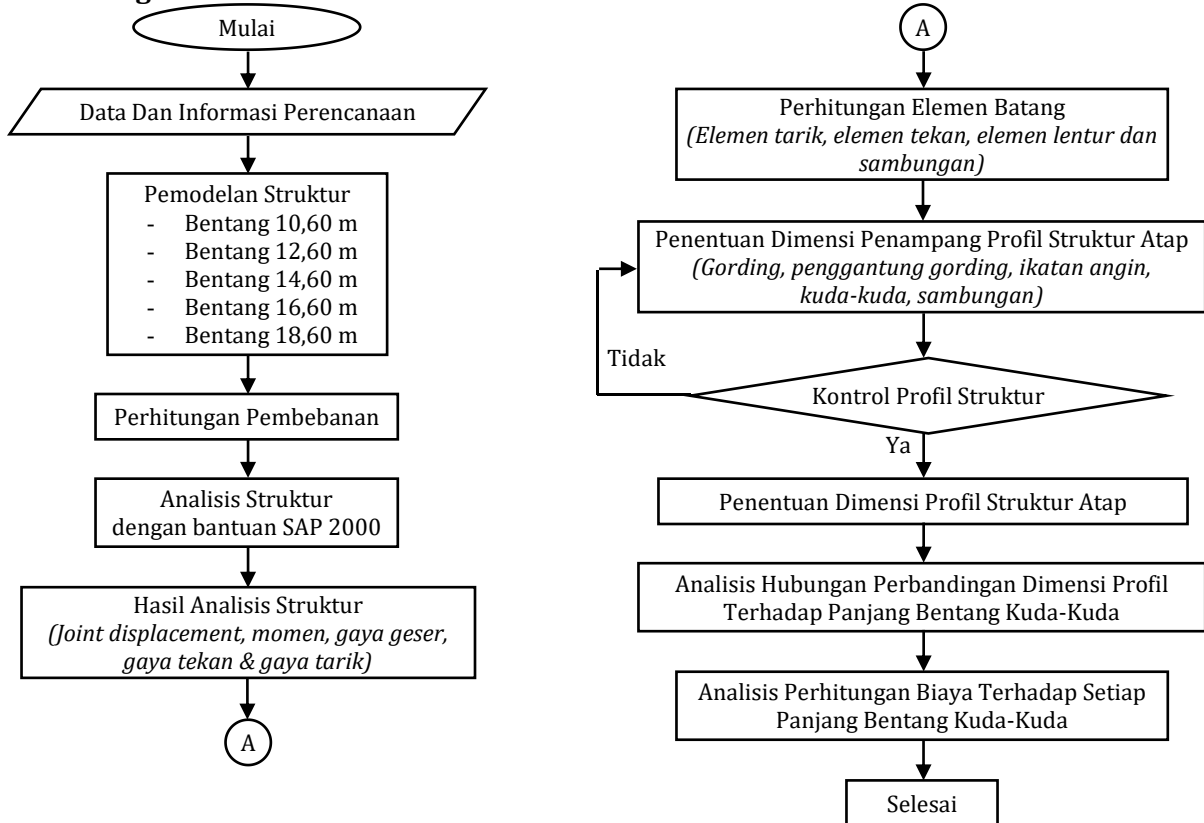
Gambar 7. Model Kuda-Kuda Type 5

2.4. Spesifikasi Dan Data Struktur

Berikut adalah data struktur atap :

- | | | | |
|-----------------|-----------------|--------------------------|----------|
| a. Penutup atap | : Spandek KR-12 | e. Mutu baja | : BJ-37 |
| b. Gording | : Kanal C | f. Jarak antar kuda-kuda | : 6,00 m |
| c. Trekstang | : Besi polos | g. Jarak antar gording | : 1,00 m |
| d. Kuda-kuda | : Baja WF | h. Sudut kemiringan | : 15° |

2.5. Rancangan Penelitian



Gambar 8. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pembebanan

Perhitungan pembebanan meliputi beban yang bekerja pada struktur atap, meliputi :

Tabel 3. Pembebanan

Type Kuda-Kuda	Beban	Arah x	Arah Y	Satuan
Beban Mati (D)	18,26	17,639	4,726	Kg/m
Beban Pekerja (Lr)	100	96,593	25,882	Kg
Beban Air Hujan (R)	120	115,911	31,058	Kg
Beban Angin Tekan (W)	2,5	2,41	0,65	Kg/m
Beban Angin Hisap (W)	-10	-9,66	-2,59	Kg/m

3.2. Perhitungan Gording

a. Perhitungan Gaya Batang

Hasil dari perhitungan momen terhadap batang gording sebagai berikut :

Tabel 4. Perhitungan Gaya Batang Gording

Type Kuda-Kuda	Mu (kg.m)	Mux (kg.m)	Mux (kg.m)
Type 1	309,288	298,749	72,550
Type 2	309,288	298,749	72,550
Type 3	309,288	298,749	72,550
Type 4	309,288	298,749	72,550
Type 5	309,288	298,749	72,550

Hasil di atas merupakan gaya momen yang terjadi pada batang gording.

b. Pendimensionan Profil

Penentuan dimensi penampang profil dan kontrol profil struktur sebagai berikut :

Tabel 5. Pendimensionan Profil Gording

Type Kuda-Kuda	Dimensi Profil (mm)	Momen interaksi	Elemen Lentur	
			Flange	Web
Type 1	CNP 150.65.20.3,2	0,558 < 1	10,16 < 10,97	46,88 < 108,54
Type 2	CNP 150.65.20.3,2	0,558 < 1	10,16 < 10,97	46,88 < 108,54
Type 3	CNP 150.65.20.3,2	0,558 < 1	10,16 < 10,97	46,88 < 108,54
Type 4	CNP 150.65.20.3,2	0,558 < 1	10,16 < 10,97	46,88 < 108,54
Type 5	CNP 150.65.20.3,2	0,558 < 1	10,16 < 10,97	46,88 < 108,54

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk semua type kuda-kuda menggunakan gording CNP 150.65.20.3,2. Maka dapat disimpulkan untuk setiap penambahan panjang bentang kuda-kuda tidak mempengaruhi dimensi profil gording.

3.3. Penggantung Gording (Trekstang)

Penentuan dimensi penampang profil dan kontrol profil struktur sebagai berikut :

Tabel 6. Pendimensionan Profil Trekstang

Type Kuda-Kuda	Dimensi Profil (mm)	Pembebanan (Kg)	Elemen Lentur	
			Kuat Rencana Leleh	Kuat Rencana Putus
Type 1	Besi Ø12	846,089	1197,504 < 846,089	1384,614 < 846,089
Type 2	Besi Ø12	966,958	1197,504 < 966,958	1384,614 < 966,958
Type 3	Besi Ø12	1087,828	1197,504 < 1087,830	1384,614 < 1087,830
Type 4	Besi Ø13	1208,698	1405,404 < 1208,698	1624,998 < 1208,698
Type 5	Besi Ø13	1329,568	1405,404 < 1329,568	1624,998 < 1329,568

Dari tabel diatas dapat dilihat mulai dari type 1 sampai type 3 menggunakan penggantung gording dengan besi diameter 12 mm, sedangkan type 4 dan type 5 menggunakan penggantung gording dengan besi 13 mm.

3.4. Ikatan Angin

Penentuan dimensi penampang profil dan kontrol profil struktur sebagai berikut :

Tabel 7. Pendimensian Profil Ikatan Angin

Type Kuda-Kuda	Dimensi Profil (mm)	Pembebanan (Kg)	Elemen Lentur	
			Kuat Rencana Leleh	Kuat Rencana Putus
Type 1	Besi Ø12	1172,382	1197,504 < 1172,382	1384,614 < 1172,382
Type 2	Besi Ø16	1406,903	2128,896 < 1406,903	2461,536 < 1406,903
Type 3	Besi Ø16	1648,127	2128,896 < 1648,127	2461,536 < 1648,127
Type 4	Besi Ø16	1896,983	2128,896 < 1896,983	2461,536 < 1896,983
Type 5	Besi Ø16	2114,344	2128,896 < 2114,344	2461,536 < 2114,344

Dari tabel diatas dapat dilihat hanya type 1 yang menggunakan ikatan angin dengan besi diameter 12 mm, sedangkan type 2 dan type 5 menggunakan penggantung gording dengan besi 16 mm.

3.5. Kuda-Kuda

a. Perhitungan Gaya Batang

Hasil dari perhitungan menggunakan *software SAP2000* sebagai berikut :

Tabel 8. Perhitungan Gaya Batang Kuda-Kuda

Type Kuda-Kuda	Pu (kg)	Mu (kg.m)	Vu (kg)
Type 1	3748,249	878,591	846,969
Type 2	4673,750	1387,701	1236,493
Type 3	5358,876	1916,666	1300,550
Type 4	6105,462	2521,473	1503,473
Type 5	6790,268	3184,922	1696,748

Hasil di atas merupakan gaya yang terbesar atau maksimal.

b. Pendimensian Profil

Penentuan dimensi penampang profil dan kontrol profil struktur sebagai berikut :

Tabel 9. Pendimensian Profil Kuda-Kuda

Type Kuda-Kuda	Dimensi Profil (mm)	Momen interaksi	Elemen Lentur		Elemen Tekan
			Flange	Web	
Type 1	WF 150.75.5.7	0,488 < 1	5,36 < 10,97	30,00 < 108,54	0,98 < 2,25
Type 2	WF 200.100.5.5.8	0,516 < 1	6,25 < 10,97	36,36 < 108,54	0,76 < 2,25
Type 3	WF 200.100.5.5.8	0,958 < 1	6,25 < 10,97	36,36 < 108,54	1,02 < 2,25
Type 4	WF 250.125.6.9	0,487 < 1	6,94 < 10,97	41,67 < 108,54	0,83 < 2,25
Type 5	WF 250.125.6.9	0,991 < 1	6,94 < 10,97	41,67 < 108,54	1,04 < 2,25

Dari tabel diatas dapat dilihat jika type 1 menggunakan kuda-kuda WF 150.75.5.7, sedangkan type 2 sampai 3 menggunakan kuda-kuda WF 200.100.5.5.8 dan type 4 sampai type 5 menggunakan kuda-kuda WF 250.125.6.9.

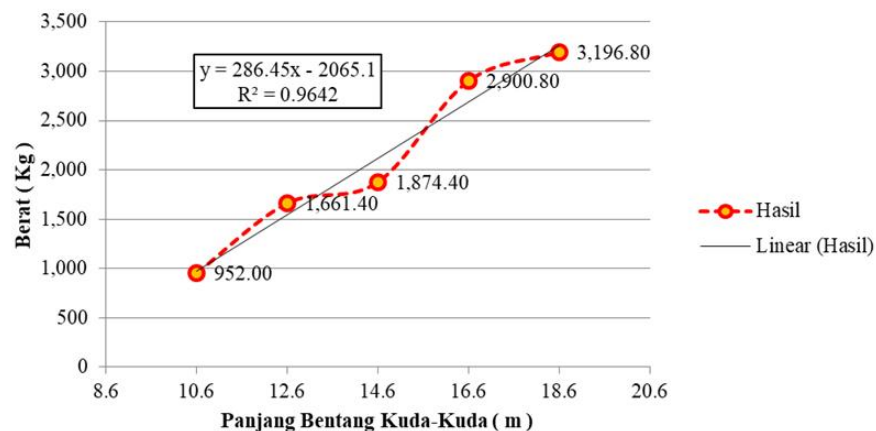
3.6. Hubungan Panjang Bentang Kuda-Kuda Terhadap Berat

Dalam menghitung biaya maka diperlukan menghitung kebutuhan volume pekerjaan dari struktur kuda-kuda. Berikut adalah volume kuda-kuda yang diperlukan untuk setiap type/panjang bentang kuda-kuda beserta prosentase dari setiap kenaikan panjang bentang kuda-kuda.

Tabel 10. Berat Dari Setiap Type Kuda-Kuda

No	Struktur Atap Berdasarkan Panjang Bentang	Berat (Kg)	Prosentase Kenaikan (%)	Prosentase Terhadap Type 1 (%)
1	Struktur Atap Panjang Bentang 10,60 m (Type 1)	952,00		
2	Struktur Atap Panjang Bentang 12,60 m (Type 2)	1661,40	74,52%	74,52%
3	Struktur Atap Panjang Bentang 14,60 m (Type 3)	1874,40	12,82%	96,89%
4	Struktur Atap Panjang Bentang 16,60 m (Type 4)	2900,80	54,76	204,71%
5	Struktur Atap Panjang Bentang 18,60 m (Type 5)	4196,80	10,20%	235,80%

Dari hasil perhitungan volume kuda-kuda, didapat untuk type 1 berat kuda-kuda WF 952 kg, type 2 1661,40 kg, type 3 1874,40 kg, type 4 2900,30 kg dan type 5 3196,80 kg. Maka dapat dijadikan hubungan antara panjang bentang dan berat kuda-kuda sebagai grafik berikut :

**Gambar 9.** Grafik Hubungan Panjang Bentang Kuda-Kuda Dengan Berat

3.7. Hubungan Panjang Bentang Kuda-Kuda Terhadap Biaya

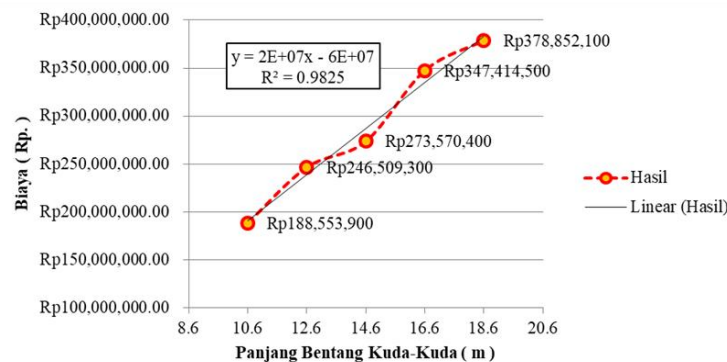
Rencana Anggaran Biaya (RAB) diperlukan untuk memperkirakan biaya suatu konstruksi. Berikut adalah biaya yang diperlukan untuk setiap type/panjang bentang kuda-kuda beserta prosentase dari setiap kenaikan panjang bentang kuda-kuda.

Tabel 11. Rencana Anggaran Biaya Dari Setiap Type Kuda-Kuda

No	Struktur Atap Berdasarkan Panjang Bentang	Jumlah Harga (Rp.)	Prosentase Kenaikan (%)	Prosentase Terhadap Type 1 (%)
1	Struktur Atap Panjang Bentang 10,60 m (Type 1)	188,553,900.00		
2	Struktur Atap Panjang Bentang 12,60 m (Type 2)	246,509,300.00	30,72%	30,72%
3	Struktur Atap Panjang Bentang 14,60 m (Type 3)	273,570,400.00	10,98%	45,09%
4	Struktur Atap Panjang Bentang 16,60 m (Type 4)	347,414,500.00	26,99%	84,25%
5	Struktur Atap Panjang Bentang 18,60 m (Type 5)	378,852,100.00	9,05%	100,93%

Dari hasil perhitungan rencana anggaran biaya, didapat untuk prosentase kenaikan dari type 1 ke type 2 naik 30,72%, untuk type 2 ke type 3 naik 10,98%, dari type 3 ke type 4 naik 29,66%,

sedangkan type 4 ke type 5 naik 9,05%. Maka dapat dijadikan hubungan antara panjang bentang dan biaya sebagai grafik berikut :



Gambar 10. Grafik Hubungan Panjang Bentang Kuda-Kuda Dengan Biaya

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan struktur atap dari setiap panjang bentang dapat disimpulkan bahwa pada setiap penambahan panjang kuda-kuda berpengaruh terhadap dimensi profil dan beratnya. Semakin panjang bentang kuda-kuda semakin besar profil dan beratnya. Pada setiap penambahan panjang bentang per 2 m rata-rata prosentase kenaikan berat jenis profilnya naik 38,08% dan terdapat kenaikan dimensi penampang profilnya.

Hubungan penambahan panjang bentang kuda-kuda terhadap biaya dapat disimpulkan bahwa dari setiap kenaikan panjang kuda-kuda terhadap prosentase kenaikan biaya tidak sama karena pada setiap penambahan bentang kuda-kuda ada yang menggunakan dimensi profilnya sama dan berpengaruh pada biaya pekerjaan tersebut. Jika panjang bentang kuda-kuda bertambah tetapi dimensi profil yang digunakan tetap sama, maka untuk kenaikan biaya pekerjaannya juga akan lebih kecil daripada panjang bentang dan dimensi profilnya sama-sama lebih besar. Rata-rata prosentase kenaikan biaya struktur atap setiap panjang bentang naik 19,44%.

5. REFERENSI

- [1] Zuhriyah, Firdiatu., Abdul Halim, & Candra Aditya. (2021). Analisis Portal Baja Pada Gedung Bertingkat Tinggi Berdasarkan SNI 03-1729-2002 Dan SNI 1729: 2015: Studi Kasus: Gedung Laboratoria Kampus 3 Universitas Widyagama Malang. *Bouwplank Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 1(1), 43-53.
- [2] Prameswari, Maulidiah., Candra Aditya, & Dafid Irawan. (2020). Analisis Perbandingan Gaya Gempa Pada Portal Bertingkat Berdasarkan Sni 03-1726-2002 Dan Sni 03-1726-2012 Dengan Variasi Jumlah Tingkat. *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH)*, 3(1), 963-962.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. SNI 1727 : 2013*. Jakarta : Penerbit BSN.
- [4] Khafis, Muhammad. (2009). *Perencanaan Struktur Baja Pada Bangunan Tujuh Lantai Sebagai Hotel*. Skripsi. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [5] Badan Standardisasi Nasional. (2015). *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. SNI 1729 : 2015*. Jakarta : Penerbit BSN.
- [6] Lukmansa, I. (2015). *Studi Perbandingan Perencanaan Struktur Baja Menggunakan Profil Biasa Dan Profil Kastela Pada Proyek Gedung Pgn Di Surabaya*. *Extrapolasi*, 8(02). <https://doi.org/10.30996/exp.v8i02.990>