

DESAIN STRUKTUR UTAMA CLEAR SPAN BAJA DENGAN VARIASI BENTANG DAN TINGGI KOLOM STRUKTUR

Khairil¹⁾

¹⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to analyze and design the clear span steel structure with variations of structural span and column height also to provide information on the weight increase of the structure in accordance with the increase of structural span and column height, where the weight of the structure is closely related to the construction cost. The structure is designed with four variations of column height that is 4m, 5m, 6m and 7m where each column height is varied by 5 spans of structure is 15m, 20m, 25m, 30m and 35m. The design results show that the column and rafter cross sections vary and increased according to changes in the structure span and column height. Magnification of structural spans and height of columns result in greater structure weight so that the required cost will increase also in accordance with the percentage of weight gain of the structure.

Keywords: *Clear Span, Steel Structure, weight structure*

1. PENDAHULUAN

Struktur *clear span* adalah salah satu istilah yang dikenal untuk jenis struktur yang hanya didukung pada kedua sisi terluar struktur sehingga pada bagian tengah struktur menjadi sangat luas tanpa terhalang oleh kolom-kolom penopang struktur seperti yang banyak dijumpai pada bangunan umumnya. Model tersebutnya umumnya digunakan untuk bangunan-bangunan gudang, pertokoan grosir dan beberapa sarana olah raga seperti lapangan futsal, badminton dan lainnya. Gambar 1 memperlihatkan contoh model *clear span*. Pada struktur baja, model *clear span* dapat berupa *frame* (gambar 1a) atau berupa *truss* (gambar 1b) dimana pemilihan model didasarkan pada besarnya bentang struktur dan kemudahan saat pelaksanaan dilokasi proyek.

Struktur *clear span* umumnya terbuat dari struktur baja, mengingat struktur baja sangat baik digunakan untuk struktur dengan bentang panjang karena dimensi yang dibutuhkan sangat kecil dibandingkan dengan menggunakan beton atau struktur lainnya. Selain itu, menurut Dewobroto (2016:4) bahan material baja unggul jika ditinjau dari segi kekuatan, kekakuan dan daktilitasnya. Jadi tidaklah mengherankan jika di setiap proyek-proyek konstruksi baja selalu dibutuhkan.



a. *clear span* model *frame*

b. *clear span* model *truss*

Gambar 1. Struktur baja model *clear span*

Sejak diperkenalkan hingga sekarang, model ini tidak mengalami perubahan yang signifikan bahkan tetap. Namun untuk membuatnya masih dibutuhkan seorang perencana yang mengerti akan hal tersebut dan tentunya membutuhkan biaya yang tidak sedikit dalam perencanaannya. Bagi sebagian masyarakat yang tidak bermodal banyak, perencanaan elemen strukturnya terkadang hanya didasarkan pada pengalaman

¹ Korespondensi: Khairil, Telp. 081342945982, khairil@poliupg.ac.id

kontraktor pelaksana yang akan mereka tunjuk untuk membuat bangunan mereka nantinya. Hal ini menjadi tidak benar jika kebiasaan ini terus dilakukan karena penentuan besarnya elemen struktur tidak hanya berdasarkan pengalaman namun didasarkan pada banyak hal terutama beban yang berlaku pada struktur tersebut.

Karena bentuknya yang tidak berubah-ubah maka seharusnya struktur jenis *clear span* dapat dengan mudah dipilah-pilah berdasarkan bentang struktur dan tinggi strukturnya saja, untuk dijadikan dasar dalam menganalisis dan mendesain struktur jenis tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dan desain terhadap struktur baja model *clear span* dengan berbagai variasi bentang struktur dan tinggi kolom serta untuk memberikan gambaran seberapa besar kenaikan berat struktur seiring dengan penambahan bentang dan tinggi kolom dimana berat struktur sangat terkait dengan harga/biaya konstruksi. Dengan adanya gambaran desain tersebut, diharapkan dapat memberikan manfaat kepada masyarakat sehingga masyarakat tidak lagi hanya mengandalkan pengalaman sang kontraktor tapi telah memiliki informasi dan data yang lebih pasti dalam memilih ukuran elemen struktur yang akan dibuat berdasarkan bentang dan tinggi struktur yang diinginkan.

2. METODE PENELITIAN

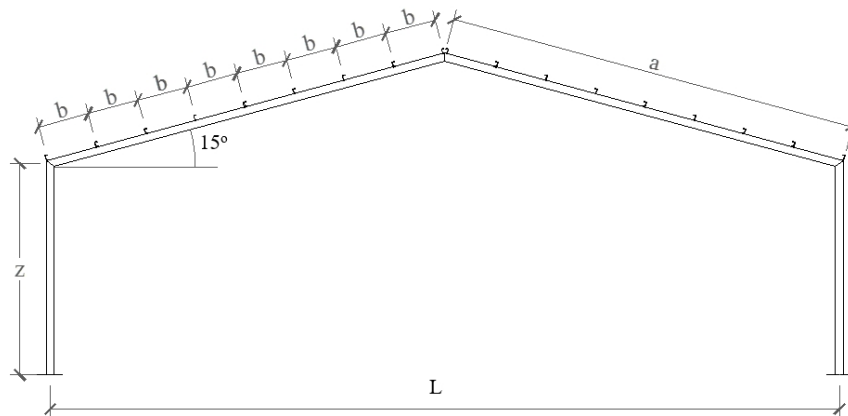
Penelitian diawali dengan melakukan survey model *clear span*. Survey dilakukan didalam kota makassar dimana struktur *clear span* dijumpai. Survey dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh gambaran bentang dan tinggi struktur yang banyak digunakan oleh masyarakat untuk menjadi acuan dalam menetapkan geometri struktur, serta jenis dan kemiringan atap yang nantinya akan digunakan dalam menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur. Survey dilakukan menggunakan peralatan ukur yang digunakan untuk mengukur bentang dan dimensi struktur yang dicatat dalam formulir survey lapangan yang juga memuat informasi tentang jenis dan kemiringan atap. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan bantuan software analisis struktur. Beberapa struktur yang telah disurvey diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Lokasi survey struktur *clear span*

Dari hasil survey diperoleh model struktur yang dipilih yaitu *clear span* model *frame* seperti pada Gambar 3 dengan data dan geometri struktur sebagai berikut :

- 1) Jarak antar rafter = 6 m
- 2) Jenis atap = Spandek
- 3) Sudut kemiringan atap = 15°
- 4) Jarak gording (b) = Panjang rafter dibagi 8
- 5) Panjang rafter (a) = Tergantung bentang dan sudut kemiringan atap
- 6) Tinggi kolom (z) = di variasikan (4, 5, 6 dan 7 m)
- 7) Panjang bentang (L) = divariasikan (15, 20, 25, 30 dan 35 m)



Gambar 3. Model struktur *clear span* yang digunakan

Dengan jumlah variasi tinggi dan panjang bentang struktur tersebut diperoleh jumlah struktur yang harus dianalisis sejumlah 20 jenis. Mutu baja yang dipilih adalah mutu baja yang umum digunakan dilapangan yakni BJ 37 dengan nilai kuat tarik disesuaikan dengan SNI-03-1729-2002. Nilai tegangan putus minimum (f_u) dan tegangan leleh minimum (f_y) diperlihatkan pada Tabel 1. Berdasarkan model dan data struktur yang diperoleh beban-beban selanjutnya dihitung berdasarkan peraturan pembebanan Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013).

Tabel 1 Spesifikasi kebutuhan baja untuk keperluan desain (SNI, 2002:11)

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Model dan data struktur yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan software analisis struktur dan didesain sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI-03-1729-2002). Struktur dikatakan dapat (aman) untuk digunakan jika memenuhi kriteria kekuatan dan kemampuan struktur sebagai berikut :

- 1) Kekuatan yang diperlukan didapatkan dari hasil analisis struktural dengan memperhatikan kombinasi beban yang berlaku. Syarat kekuatan struktur ditunjukkan pada persamaan 1 sampai 3.

$$P_u \leq \phi P_n \quad (1)$$

$$M_u \leq \phi M_n \quad (2)$$

$$V_u \leq \phi V_n \quad (3)$$

P_u , M_u dan V_u adalah gaya-gaya akibat beban terfaktor pada kombinasi pembebanan sedangkan P_n , M_n dan V_n adalah gaya-gaya nominal hasil perhitungan daya dukung dari profil baja terpilih. Dalam

perencanaan, kekuatan struktur direduksi dengan menggunakan faktor tahanan (ϕ), sedangkan beban yang bekerja diberi faktor beban yang diaplikasikan dalam kombinasi beban.

- 2) Nilai kemampulayanan struktur ditentukan oleh batas kelangsingan (λ) dan batas lendutan (δ). Nilai kelangsingan penampang merupakan persyaratan desain batang tekan. Menurut Setiawan (2002), untuk batang-batang yang direncanakan terhadap tekan, nilai kelangsingan batang (λ) dibatasi sebesar 200 yang dihitung berdasarkan persamaan 4, dimana nilai panjang tekuk (L_k) juga tergantung pada jenis kekangan pada ujung-ujung batang dan panjang batang itu sendiri. Nilai lendutan untuk rafter (balok) juga diatur sesuai dengan persamaan 5 dimana L adalah panjang bentang.

$$\lambda = L_k/r \tag{4}$$

$$\delta = L/240 \tag{5}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain struktur diperlihatkan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa perubahan tinggi kolom tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada nilai inersia rafter tetapi sangat berpengaruh pada nilai inersia kolomnya. Sedangkan perubahan lebar bentang tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada nilai inersia kolom tetapi sangat berpengaruh pada nilai inersia rafternya.

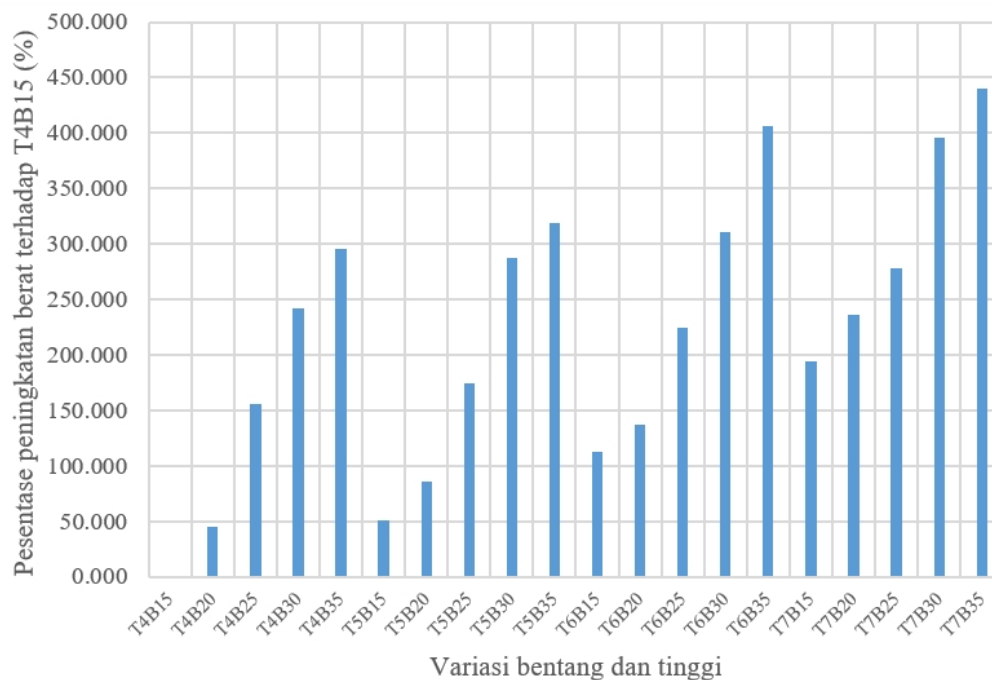
Tabel 2 Hasil desain struktur

Tinggi (m)	Bentang (m)	Kolom			Rafter		
		Profil (mm)	Inersia arah x (mm^4)	Ratio	Profil (mm)	Inersia arah x (mm^4)	Ratio
4	15	WF175.175.7,5.11	28164706	0,685	WF200.150.6.9	27657184	0,741
	20	WF200.200.8.12	46104917	0,769	WF300.150.6,5.9	69325191	0,726
	25	WF250.250.9.14	105788119	0,676	WF300.200.8.12	108608400	0,761
	30	WF250.250.9.14	105788119	0,916	WF350.250.8.12	177153408	0,738
	35	WF300.300.10.15	199327500	0,775	WF450.200.8.12	275055341	0,803
5	15	WF250.250.9.14	105788119	0,28	WF200.150.6.9	27657184	0,762
	20	WF250.250.9.14	105788119	0,472	WF300.150.6,5.9	69325191	0,796
	25	WF250.250.9.14	105788119	0,721	WF300.200.8.12	108608400	0,789
	30	WF300.300.10.15	199327500	0,648	WF350.250.8.12	177153408	0,802
	35	WF300.300.10.15	199327500	0,815	WF450.200.8.12	275055341	0,851
6	15	WF300.300.10.15	199327500	0,202	WF300.150.6,5.9	69325191	0,498
	20	WF300.300.10.15	199327500	0,329	WF300.150.6,5.9	69325191	0,841
	25	WF300.300.10.15	199327500	0,502	WF300.200.8.12	108608400	0,851
	30	WF300.300.10.15	199327500	0,687	WF350.250.8.12	177153408	0,83
	35	WF350.350.12.19	395061761	0,523	WF450.200.8.12	275055341	0,916
7	15	WF300.300.10.15	199327500	0,198	WF400.200.8.13	229648683	0,191
	20	WF300.300.10.15	199327500	0,315	WF400.200.8.13	229648683	0,317
	25	WF300.300.10.15	199327500	0,507	WF400.200.8.13	229648683	0,529
	30	WF350.350.12.19	395061761	0,427	WF400.200.8.13	229648683	0,781
	35	WF350.350.12.19	395061761	0,551	WF450.200.8.12	275055341	0,944

Nilai kelasngsingan dan lendutan pada struktur menunjukkan nilai kemampulayanan struktur atau sering diidentikkan dengan nilai kekakuan struktur. Nilai kemampulayanan merupakan salah satu syarat utama yang harus dipenuhi oleh struktur untuk kenyamanan penggunaan suatu bangunan. Hubungan kelangsingan dan lendutan dengan variasi bentang dan tinggi kolom untuk masing-masing jenis struktur diperlihatkan pada Tabel 3. Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai kelangsingan pada setiap variasi bentang dan tinggi cukup bagus karena berkisar dari 100 sampai 200, masih dibawah dari batas yang disyaratkan dan masih tergolong tidak boros. Hal yang sama juga diperlihatkan pada lendutan rafter dimana nilai lendutan yang diperoleh masih dibawah dari lendutan yang diizinkan.

Tabel 3 Nilai kemampulayanan struktur

Tinggi (m)	Bentang (m)	Kelangsingan kolom, λ		Lendutan, δ (mm)	
		Terjadi	Syarat	Terjadi	Syarat
4	15	164,38	200	52,48	62,50
	20	135,46	200	60,95	83,33
	25	114,47	200	72,20	104,17
	30	101,75	200	89,45	125,00
	35	90,55	200	81,14	145,83
5	15	182,83	200	22,44	62,50
	20	143,08	200	46,51	83,33
	25	135,14	200	88,23	104,17
	30	119,84	200	90,38	125,00
	35	106,53	200	104,45	145,83
6	15	159,79	200	20,60	62,50
	20	167,78	200	52,24	83,33
	25	151,80	200	83,85	104,17
	30	135,82	200	106,78	125,00
	35	122,73	200	100,76	145,83
7	15	167,78	200	12,07	62,50
	20	167,78	200	20,90	83,33
	25	167,78	200	60,09	104,17
	30	151,14	200	99,92	125,00
	35	151,14	200	115,29	145,83



Gambar 4. Persentase pertambahan berat pada setiap perubahan tinggi kolom dan bentang struktur

Hubungan berat struktur dengan variasi tinggi kolom dan bentang struktur yang disajikan pada Gambar 4 adalah persentase pertambahan berat struktur terhadap struktur yang memiliki tinggi kolom dan bentang terkecil yakni struktur dengan tinggi kolom 4 m dengan lebar bentang 15 m (T4B15). Tabel tersebut memberikan gambaran seberapa besar pertambahan berat struktur yang terjadi dengan adanya perubahan tinggi kolom dan bentang strukturnya. Dengan mengetahui pertambahan berat struktur maka dapat diperoleh

pertambahan biaya yang dibutuhkan untuk membangun struktur jika struktur tersebut akan dirubah bentuknya. Nilai pertambahan berat untuk setiap jenis struktur diperlihatkan pada Tabel 4.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Diperoleh profil penampang kolom dan rafter yang berbeda-beda dan semakin besar seiring dengan adanya perubahan tinggi kolom dan bentang struktur. Profil kolom terkecil yang digunakan adalah WF175.175.7,5.11 dan terbesar WF350.350.12.19 sedangkan profil rafter terkecil yang digunakan adalah WF200.150.6.9 dan terbesar WF450.200.8.12. Nilai kelangsingan kolom dan lendutan struktur yang diperoleh memenuhi persyaratan.
- 2) Dengan merubah ukuran tinggi kolom dan bentang struktur, maka akan diperoleh kenaikan berat struktur yang cukup besar sehingga biaya yang dibutuhkan untuk mengubah dimensi struktur akan bertambah sesuai dengan persentase kenaikan berat strukturnya.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung (SNI 03-1729-2002)*, Bandung.
- Badan Standardisasi Nasional, 2013, *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*, Jakarta.
- Dewobroto, W., 2016, *Struktur Baja Perilaku, Analisis dan Desain – AISC 2010 Edisi ke-2*, Jakarta : Lumina Press.
- Setiawan, A., 2008, *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (berdasarkan SNI 03-1729-2002)*, Jakarta : Erlangga.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membiayai penelitian ini melalui dana DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang. Ucapan yang sama untuk Andi Muhammad Yudi Arifin dan Irsan Maulana Hamsin serta keluarga kecilku yang telah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian ini.