

PERENCANAAN GORDING SEBAGAI BALOK LENTUR BAJA DENGAN METODA LRFD (LOAD RESISTANCE FACTOR DESIGN)

Elly Noriza¹, Effy Hidayaty²

^{1,2} Dosen Tetap Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Sapta Taruna
elly_23@yahoo.co.id

ABSTRACT

Structural design must be able to realize a structure that can work optimally during its service life, the structure must require the requirements for strength, stiffness, and processing time. Steel structures with stress vs strain curves have the ability, so the load resistance factor design method is a rational thing based on the concept of probability, although in planning using the LRFD method, it does not fully use probability analysis in full. This method has been widely used, including in purlin planning in this study. Purlin is analyzed as a flexural beam, which component that received bending moments due to loading on the beam. It is assumed that the beam does not have buckling, because the part of the element that is under compression is fully restrained both in the direction of the strong axis and the weak axis. The calculation of the moment on the purlin uses the formula for the simple beam. The results showed that the nominal capacity of purlin C 150.65.20.3.2 was used only 90.31% and the deflection that occurred was still below the allowable deflection.

Kata kunci : *steel sructure, purlin, load resistance factor design, deformation.*

1. PENDAHULUAN

Perencanaan komponen konstruksi harus mempertimbangkan faktor kekuatan, kekakuan, biaya dan waktu pengerjaannya agar diperoleh kondisi yang optimum, yaitu manfaat maksimum pada saat masa layan (Setiawan, 2008). Agar kondisi tersebut bisa diperoleh, diperlukan suatu perencanaan yang matang dan komprehensif, menghindari terjadinya ketidaksesuaian dalam perencanaan.

Dalam perencanaan elemen struktur, metoda LRFD (Load Resistance Factor Design) sudah sering digunakan pada struktur baja, karena metoda ini jauh lebih rasional dengan berdasarkan konsep probabilitas, walaupun dalam perencanaan menggunakan metoda LRFD tidak sepenuhnya menggunakan analisis probabilitas secara penuh, terkecuali untuk situasi-situasi tidak umum yang tidak diatur dalam peraturan. Terdapat beberapa tingkatan dalam desain probabilitas, salah satunya adalah tingkatan II dalam desain probabilitas, yaitu Metode *First Order Second Moment* (FOSM) yang menggunakan karakteristik statistik yang lebih mudah dari tahanan dan beban. Metoda ini mengasumsikan bahwa beban Q dan tahanan R saling bebas secara statistik. Metoda LRFD untuk perencanaan struktur baja diatur dalam SNI 03-1729-2019 berdasarkan pada metode FOSM.

Balok sebagai komponen struktur yang memikul beban-beban gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup, merupakan kombinasi dari elemen tekan dan elemen tarik. Dalam hal ini, diasumsikan balok tidak mengalami tekuk, karena bagian elemen yang mengalami tekan, sepenuhnya terkekang baik dalam arah sumbu kuat maupun sumbu lemah. Asumsi ini mendekati kenyataan, sebab dalam banyak kasus balok cukup terkekang secara lateral, sehingga masalah stabilitas tidak perlu mendapat penekanan lebih.

Gording sebagai salah satu elemen konstruksi atap layak mendapat perhatian lebih dalam desain, karena komponen ini terletak di atas kuda-kuda dan saling berhubungan dari kuda-kuda satu ke kuda-kuda lainnya. Untuk itu, dalam penelitian ini, pembicaraan lebih terfokus pada perencanaan gording yang diperlakukan sebagai balok lentur yang terkekang secara lateral dan tidak menerima beban aksial, dan didisain menurut SNI 03-1729-2019.

Tujuan penelitian ini dimaksudkan agar dapat memahami tata cara perencanaan balok lentur dengan metoda LRFD, memahami parameter-parameter yang menentukan desain balok lentur dan menentukan dimensi gording dengan metoda LRFD.

2. STUDI LITERATUR

Penelitian ini mengikuti persyaratan SNI 03-1729-2002 yang memegang konsep LRFD (load and resistance factor design). Suatu struktur dikatakan aman apabila memenuhi persyaratan sebagai berikut :

$$\phi R_n \geq \sum \gamma_i Q_i \quad (1)$$

Dimana ϕ = faktor keamanan untuk sisi kekuatan atau disebut faktor reduksi kekuatan (*resistence/ strength reduction factor*). R_n = kuat nominal komponen struktu, diambil nilai terkecil dari beberapa skenario kegagalan (kondisi batas) yang mungkin terjadi. γ_i = faktor keamanan untuk sisi beban atau sering disebut faktor pengali beban (*overload factor*). Q_i = beban yang direncanakan untuk dipikul komponen struktur.

Faktor reduksi kekuatan (ϕ) digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan ketidaksempurnaan dan penyimpangan kekuatan bahan serta perbedaan kekuatan dibandingkan dengan perhitungan kekuatan teoritis yang digunakan. Nilai ϕ diambil lebih kecil dari 1, sehingga kekuatan rencana sebuah komponen struktur ϕR_n akan bernilai lebih kecil dari pada kekuatan nominalnya. Besar nilai ϕ bervariasi menurut jenis komponen struktur dan kondisi batas yang diperhitungkan. Faktor beban (γ) digunakan untuk memperhitungkan kemungkinan meningkatnya beban dari nilai beban minimum yang disyaratkan. Nilai γ umumnya lebih besar dari 1,0 sehingga beban rencana yang akan dipikul struktur ditingkatkan menjadi $\gamma_i Q_i$.

Tabel 1 Faktor reduksi

Kuat Rencana	Faktor Reduksi
Komponen struktur yang memikul lentur : <ul style="list-style-type: none"> Balok Lentur murni, Balok berdinding penuh, Perencanaan geser pada balok dan pengaku 	0,90
Komponen struktur yang memikul gaya tekan	0,85
Komponen struktur yang memikul gaya tarik untuk: <ul style="list-style-type: none"> Kondisi batas leleh Kondisi batas fraktur 	0,90 0,75
Sambungan baut: <ul style="list-style-type: none"> Memikul geser, tarik, maupun kombinasi geser dan tarik 	0,75
Sambungan las : <ul style="list-style-type: none"> Las tumpul penuh Las sudut, las pengisi dan las tumpul sebagian 	0,90 0,75

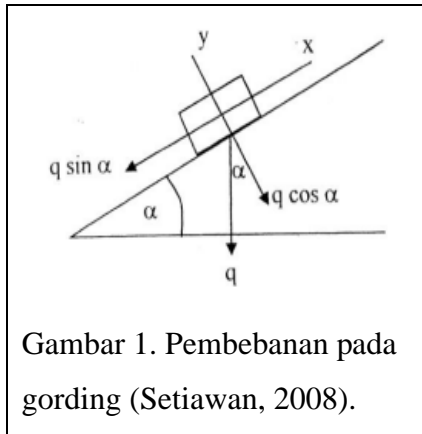
Nilai faktor beban yang digunakan akan bergantung pada kombinasi beban yang digunakan. Faktor beban menurut peraturan SNI 03-1729-2002, yaitu:

- 1,4 D atau
- 1,2 D + 0,5 (La atau H) atau
- 1,2 D + 1,6 (La atau H) + (0,8 W) atau.
- 1,2 D + 1,3 W + 0,5 (La atau H),

dimana D = beban mati diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi, tangga, dan peralatan menetap lainnya. La = beban hidup diatap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak. H = beban

hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air. W =beban angin.

Gording adalah suatu profil yang terletak diatas kuda-kuda dan saling berhubungan dari kuda-kuda satu ke kuda-kuda lainnya. Goding dianalisa sebagai konstruksi dua perletakan sederhana yang menerima momen lentur akibat pembebanan, yaitu beban mati dan beban hidup bekerja secara vertikal, sehingga beban-beban tersebut harus diproyeksikan ke arah sumbu-x dan sumbu-y profil gording, sedangkan beban angin hanya bekerja pada arah sumbu-x penampang profil (Setiawan, 2008).



Dalam perencanaan gording, analisis harus meninjau faktor kekuatan dan kestabilan. Kontrol momen yang terjadi pada gording harus memenuhi persamaan:

$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \leq 1,0 \quad (2)$$

M_{ux} , M_{uy} = momen lentur terfaktor terhadap sumbu-x dan sumbu-y, (N.mm)
 M_{nx} , M_{ny} = kuat nominal lentur

penampang terhadap sumbu-x dan sumbu-y, (N.mm) ϕ_b = faktor reduksi kuat lentur (0,9).

Pembatasan lendutan yang terjadi dimaksudkan agar struktur memberikan kemampulayanan yang baik. Lendutan yang berlebih pada atap biasanya dikhawatirkan akan terjadinya penggenangan air, sehingga beban struktur akan bertambah yang akan berakhir pada robohnya struktur tersebut (Bowles, 1985:174). Selain itu, lendutan yang berlebih juga dikhawatirkan dapat menimbulkan kerusakan pada elemen tak struktural yang berhubungan dengan sistem tersebut (Salmon, 1997:350). SNI 03-1729-2002 membatasi besarnya lendutan yang timbul, batasan lendutan maksimum dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 2. Batas Lendutan Maksimum (SNI 02-1729-2019)

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban Tetap (Beban mati dan Beban hidup)	Beban Sementara (Beban Angin)
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	h/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	h/300	h/200

Dari tabel di atas, diasumsikan bahwa gording adalah balok biasa yang pemikul beban tetap, yaitu

$$\frac{L}{240} \geq \Delta_{total} \quad (4)$$

L = panjang bentang gording, (cm), Δ_{total} = lendutan total akibat beban tetap pada gording, (cm)

Sumbu-y gording merupakan sumbu lemah, akibat beban arah sumbu-y maka

gording melendut besar, untuk memperkecil lendutan arah-y maka dipasang trekstang. Trekstang biasanya berupa baja bulat yang menghubungkan gording satu dengan yang lainnya, biasanya merupakan batang tarik. Menurut SNI 03-1729-2002 dinyatakan bahwa semua komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor sebesar T_u , maka harus memenuhi

$$T_u \leq \phi T_n \quad (5)$$

T_u = gaya tarik aksial terfaktor, (N), T_n = tahanan nominal dari penampang, (N) ϕ = faktor tahanan (0,90).

3. METODE PENELITIAN

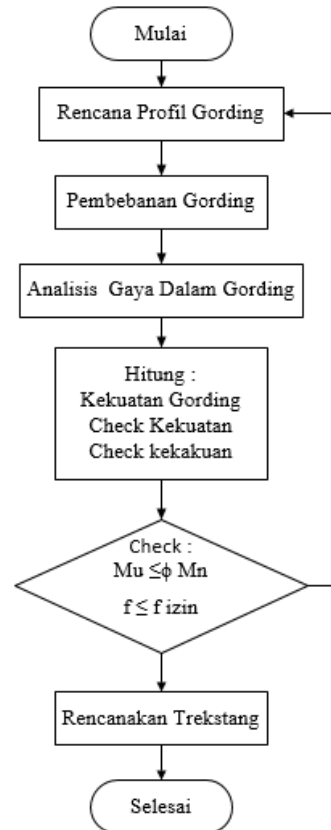
Sebelum melakukan analisis, beberapa hal harus ditentukan yaitu data dan bentuk struktur atap, mutu baja yang digunakan, jenis penutup atap yang diinginkan, termasuk data pembebanannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban yang dipikul oleh gording adalah beban mati berupa beban struktur yang bekerja merata sepanjang bentang gording, begitu juga beban angin, sedangkan beban hidup terpusat berasal dari seorang pekerja di tengah-tengah bentang gording, dan

Analisis dilakukan secara manual karena perhitungannya yang tidak kompleks.

Dalam melakukan penelitian ini, dilakukan analisis menggunakan alur seperti berikut.



Gambar 2. Diagram alir perencanaan gording

beban hidup merata berasal dari beban air hujan.

Beban angin hanya bekerja pada arah sumbu-x penampang gording, sedangkan beban mati dan beban hidup membentuk sudut (α), sehingga diproyeksikan terhadap sumbu-x dan sumbu-y penampang gording.

Pada arah sumbu-y dipasang trekstang yang membagi bentang gording menjadi 1/3L

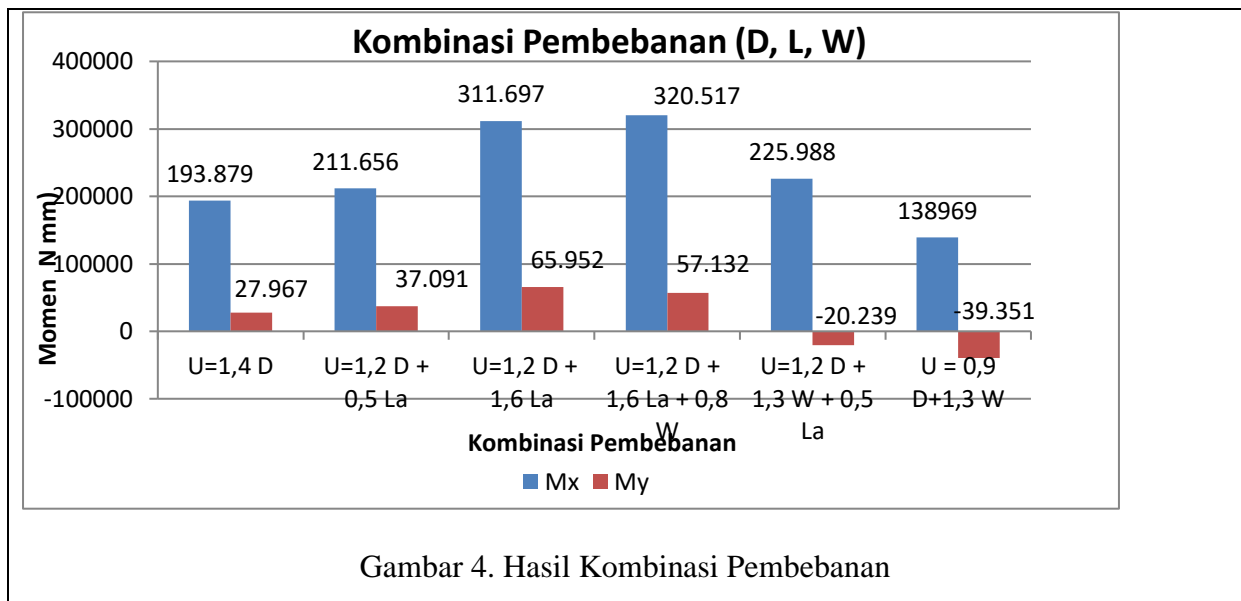
Gording dianalisa sebagai balok terlentur, yaitu komponen yang menerima momen lentur akibat pembebanan pada balok

tersebut. Perhitungan momen pada gording menggunakan rumus untuk konstruksi dua perletakan (sendi-sendu). Hasil hitungan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Data dan Hasil analisis

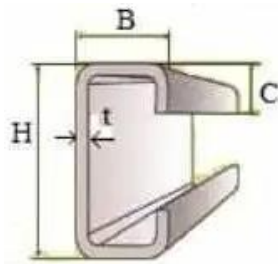
DATA KONSTRUKSI		
Jarak antar gording (m)	1,3	
Jarak antar kuda-kuda (m)	4,2	
Sudut kemiringan atap (°)	30	
Berat Penutup atap (genteng) (kg/m ²)	50	
GORDING YANG DIGUNAKAN		
Light lip channel 150.65.20.3,2		
Mutu baja	BJ 37	
PEMBEBANAN		
Beban mati	Berat gording (kg/m)	7,51
	Berat atap (kg/m)	1,3 x 50
Beban hidup	Beban orang P (kg)	100
	Beban air hujan (kg/m ²)	100
Beban angin	Tekanan angin (kg/m ²)	40
	Koeffisien angin tekan	0,1
	Koeffisien angin hisap	-0,4
HASIL PERHITUNGAN		
Pembebanan	Mx	My
Beban mati, D (kg m)	138,485	19,976
Beban hidup, L (kg m)	90,947	26,238
Beban angin, W(kg m)	11,025	-44,01
KOMBINASI PEMBEBANAN		
1. U=1,4 D	193,879	27,967
2. U=1,2 D + 0,5 La	211,656	37,091
3. U=1,2 D + 1,6 La	311,697	65,952
U=1,2 D + 1,6 La + 0,8 W	320,517	57,132
4. U=1,2 D + 1,3 W + 0,5 La	225,988	-20,239
5. U = 0,9 D+1,3 W	138969	-39,351
Dipilih kondisi paling maksimum	320,517	75,308

Dari hasil kombinasi pembebanan, diperoleh :



Gambar 4. Hasil Kombinasi Pembebanan

Digunakan C light lip channel ukuran 150 x 65 x 20 x 3,2



artinya

$$H = 150 \text{ mm}$$

$$B = 65 \text{ mm}$$

$$C = 20 \text{ mm}$$

$$t = 3,2 \text{ mm}$$

$$I_x = 332, \times 10^4 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 54 \times 10^4$$

$$\text{mm}^4$$

$$Z_x = 44,331 \times 10^3 \text{ mm}^3$$

$$Z_y = 12,268$$

$$\times 10^3 \text{ mm}^3$$

Jadi

$$M_{ux} = 320,517 \text{ kg m} = 320,517 \times 10^4 \text{ N mm}$$

$$M_{uy} = 75,308 \text{ kg m} = 75,308 \times 10^4 \text{ N mm}$$

Asumsikan peampang kompak sehingga

$$M_{nx} = Z_x (f_y) = 44,331 \times 10^3 (240) = 10639440 \text{ N mm}$$

$$M_{ny} = Z_y (f_y) = 12,268 \times 10^3 (240) = 2944320 \text{ N mm}$$

Untuk mengantisipasi masalah puntir, maka M_{uy} dapat dibagi 2, yaitu :

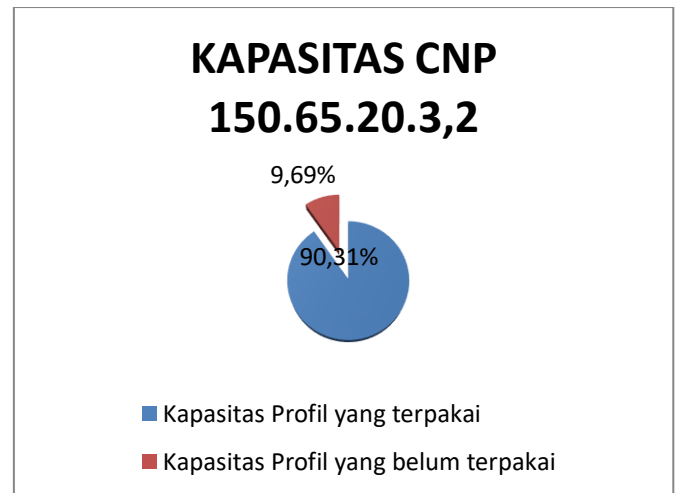
$$\frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \frac{M_{ny}}{2}} \leq 1$$

$$\frac{320,517 \times 10^4}{0,9 (10639440)} + \frac{75,308 \times 10^4}{0,9 \frac{2944320}{2}} \leq 1$$

0,903 < 1

OK memenuhi persyaratan kekuatan

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa bahwa profil CNP 125.50.20.3,2 yang digunakan pada gording cukup kuat untuk memikul beban-beban yang bekerja pada gording tersebut. Kapasitas kekuatan profil yang terpakai untuk memikul beban-beban yang bekerja dapat dilihat pada gambar 6 berikut.



Gambar 5. Kapasitas kekuatan profil yang terpakai

Pengecekan Lendutan Gording Lendutan yang terjadi pada gording dianalisa berdasarkan pembebanan tetap pada atap, yaitu akibat beban mati dan beban hidup, seperti pada tabel berikut :

Beban	Lendutan	Lendutan Izin	Keterangan
Beban mati	0,100 cm	$\frac{L}{240} = \frac{420}{240} = 1,75 \text{ cm}$	$\Delta < \Delta_{izin}$ OK
Beban Hidup	0,022 cm		
Total	0,122 cm		

Berarti gording CNP 150.65.20.3,2 memenuhi persyaratan kekuatan dan kekakuan dan dapat digunakan sebagai gording pada kasus ini.

5. KESIMPULAN

Perencanaan komponen konstruksi atap yaitu gording harus memenuhi persyaratan kekuatan dan kekakuan menggunakan metoda LRFD, yaitu harus kuat terhadap beban mati, beban hidup dan kombinasinya serta tidak

berdeformasi melebihi lendutan izin, seperti pada perencanaan gording light lip channel 150.65.20.3,2, dengan kapasitas kekuatan yang terpakai 90,31%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J.E., 1985, Desain Baja Konstruksi (Structural Steel Design), Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, 2019, Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2019, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Gunawan, T., Margaret, S., 2003, Diktat: Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja II, Jilid 1, Edisi Revisi, Delta Teknik Group, Jakarta.
- Setiawan, A., 2008, Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002), Penerbit Erlangga, Jakarta.