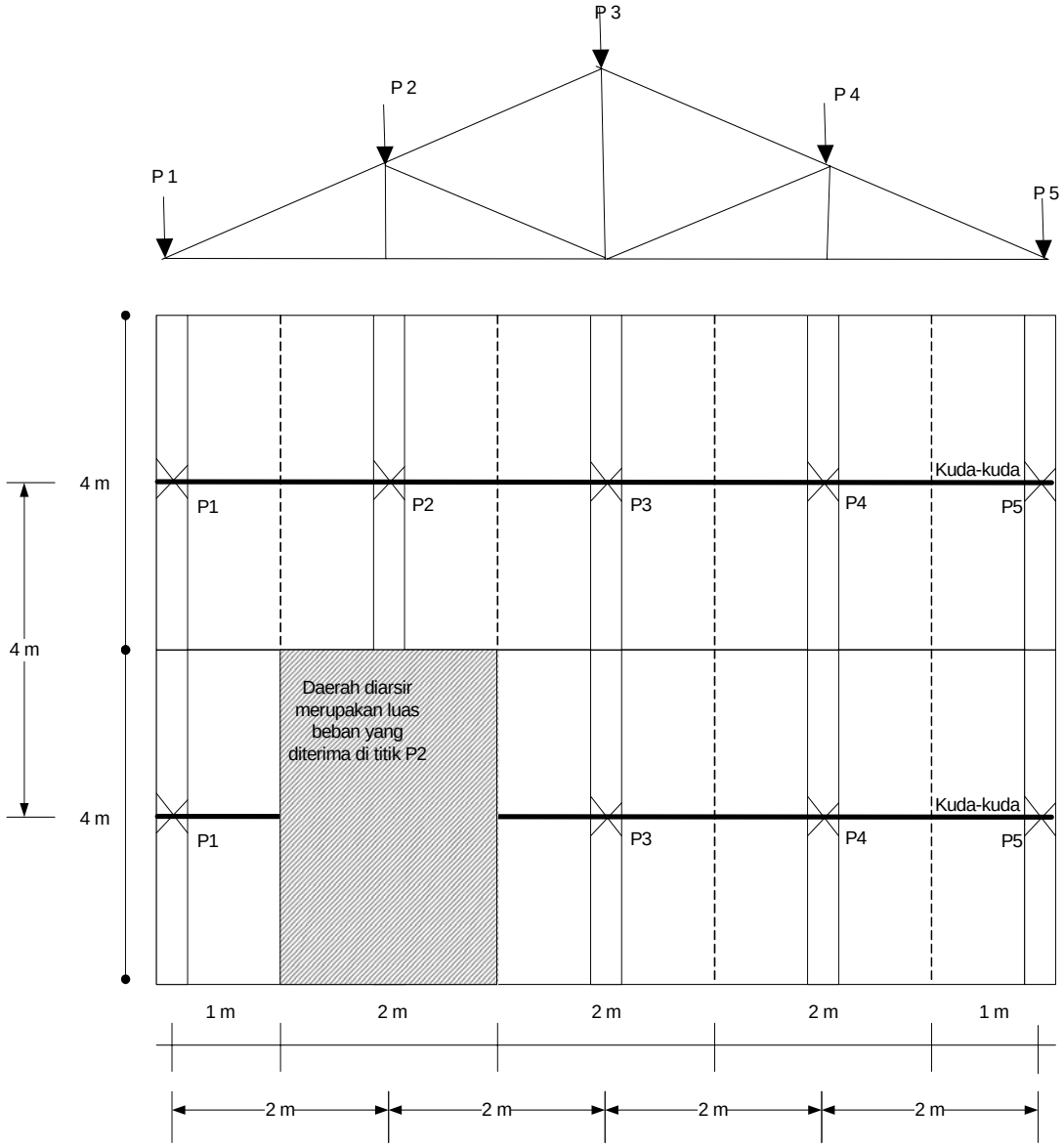
DESAIN GORDING PROFIL WF MENURUT AISC - LRFD 2005 (LENTUR DAN GESER)

Satuan : $kN := 1000N$ $MPa := 1\frac{N}{mm^2}$ $ksi := 6.8971MPa$ $kg := 9.81N$



Data Struktur:

Jarak kuda-kuda $dkuda := 4m$

Kemiringan atap $\alpha := 30deg$

Beban mati (tanpa berat profil) per permukaan atap $qDluas := 150\frac{kg}{m^2}$

Beban hidup $qLluas := 150\frac{kg}{m^2}$

Jarak horisontal antara gording $dhor := 2m$

Jarak antara tumpuan lateral $dlat := \frac{dkuda}{2}$

Data Penampang: Profil WF 200x100x5.5x8

$Ix := 1840cm^4$ $A := 27.16cm^2$ $bf := 100mm$ $d := 200mm$

$Iy := 134cm^4$ $tf := 8mm$ $tw := 5.5mm$ $r := 11mm$

Besaran Penampang yang perlu dihitung (rumus untuk penampang WF)

$Sx := \frac{Ix}{0.5 \cdot d}$ $Sy := \frac{Iy}{0.5 \cdot bf}$ $Sx = 184.00\,cm^3$ $Sy = 26.80\,cm^3$

$Zx := bf \cdot tf \cdot (d - tf) + \frac{1}{4} \cdot tw \cdot (d - 2 \cdot tf)^2$ $Zx = 200.15\,cm^3$

$Zy := \frac{1}{4} \cdot \left[(2 \cdot tf) bf^2 + (d - 2tf) \cdot tw^2 \right]$ $Zy = 41.39\,cm^3$

$J := \frac{2bf \cdot tf^3 + (d - tf) \cdot tw^3}{3}$ $J = 4.48\,cm^4$

$h := d - 2 \cdot tf - 2r$ $h = 16.20\,cm$ $h0 := d - tf$ $h0 = 192.00\,mm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 2.22\,cm$

Data Bahan (Bj. 37) $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $Fy := 240 MPa$

Berat profil (dari tabel) $qprofil := 21.1 \cdot \frac{kg}{m}$ $qprofil = 206.99 \frac{1}{m} N$

Anggap bahwa kombinasi pembebanan yang menentukan adalah 1,2 D + 1,6 L

Beban terbagi rata per luas permukaan atap: $quluas := 1.2qDluas + 1.6qLluas$

$quluas = 4120.20\,Pa$

Lebar tributari permukaan atap untuk masing-masing gording $dtrib := \frac{dhor}{\cos(\alpha)}$ $dtrib = 2.31\,m$

Jadi beban terbagi rata di gording (termasuk berat sendiri), berarah vertikal:

$qu := quluas \cdot dtrib + 1.2 \cdot qprofil$ $qu = 9763.58 \frac{1}{m} N$

Komponen arah normal dan sejajar atap

$qunor := qu \cdot \cos(\alpha)$ $qunor = 8455.51 \frac{N}{m}$ bekerja tegak lurus sb x

$qusej := qu \cdot \sin(\alpha)$ $qusej = 4881.79 \frac{N}{m}$ bekerja tegak lurus sb y

Panjang tak tertumpu (unbraced length) $Lb := dlat$ $Lb = 2.00\,m$

Momen Plastis terhadap sumbu x dan sumbu y (Mpx dan Mpy)

$Mpx := Zx \cdot Fy$ $Mpx = 48.04\,kN \cdot m$

$Mpy := \min(Zy \cdot Fy, 1.6 \cdot Sy \cdot Fy)$ $Mpy = 9.93\,kN \cdot m$

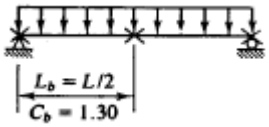
Cek FLENS LOCAL BUCKLING

$\lambda := \frac{bf}{2tf}$ $\lambda = 6.25$ $\lambda p := 0.38 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ $\lambda p = 10.97$ $\lambda r := 1.0 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ $\lambda r = 28.87$

$$Cek_Kekompakan_Flens := \begin{cases} \text{"Compact, Tidak Ada FLB"} & \text{if } \lambda \le \lambda p \\ \text{"NON COMPACT"} & \text{if } (\lambda p < \lambda \le \lambda r) \\ \text{"LANGSING"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Cek_Kekompakan_Flens = "Compact, Tidak Ada FLB"

Cek LATERAL TORSIONAL BUCKLING



Menghitung Cb $Cb := 1.3$ (lihat model struktur gambar samping)

angka tsb. digunakan karena gording didesain sebagai balok sederhana dengan beban terbagi rata qu penuh dan tumpuan lateral berada di ujung (kuda-kuda) dan tengah bentang (trekstang).

Menghitung Lp dan Lr

$rts := \sqrt{\frac{Iy \cdot h0}{2 \cdot Sx}}$ $rts = 26.44\,mm$ $c := 1$ (penampang bersumbu simetri ganda)

$Fcr := \frac{Cb \cdot \pi^2 \cdot E}{\left(\frac{Lb}{rts}\right)^2} \cdot \sqrt{1 + 0.078 \cdot \frac{J \cdot c}{Sx \cdot h0}\left(\frac{Lb}{rts}\right)^2}$ $Fcr = 561.21\,MPa$

$Lp := 1.76 \cdot ry \cdot \sqrt{\frac{E}{Fy}}$ $Lp = 1.13\,m$ $Lr := \pi \cdot rts \cdot \sqrt{\frac{E}{0.7 \cdot Fy}}$ $Lr = 2.87\,m$

Menghitung Mnx LTB terhadap sumbu kuat (Sb.x)

$$Mnx_LTB := \begin{cases} Mpx & \text{if } Lb \le Lp \\ \left[Cb \cdot \left[Mpx - (Mpx - 0.7 \cdot Sx \cdot Fy) \cdot \frac{Lb - Lp}{Lr - Lp}\right]\right] & \text{if } (Lp < Lb \le Lr) \\ (Fcr \cdot Sx) & \text{if } Lb > Lr \end{cases}$$

$$Cek := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } (Mnx_LTB \le Mpx) \\ \text{"Tidak Menentukan, gunakan Mpx"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Mnx_LTB = 51.28\,kN \cdot m$ $Cek = \text{"Tidak Menentukan, gunakan Mpx"}$

Menghitung Mny LTB terhadap sumbu lemah (Sb.y)

Profil apapun yang melentur terhadap sumbu lemah dapat dipastikan tidak dapat menekuk dalam arah lainnya sehingga LTB (tekuk puntir lateral) bukanlah merupakan kondisi batas. Jadi yang menentukan adalah Mpy. Namun sebagai ilustrasi, berikut perhitungannya:

$$Mny_LTB := \begin{cases} Mpy & \text{if } Lb \le Lp \\ \left[Cb \cdot \left[Mpy - (Mpy - 0.7 \cdot Sx \cdot Fy) \cdot \frac{Lb - Lp}{Lr - Lp}\right]\right] & \text{if } (Lp < Lb \le Lr) \\ (Fcr \cdot Sy) & \text{if } Lb > Lr \end{cases}$$

$$Cek := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } (Mny_LTB \le Mpy) \\ \text{"Tidak Menentukan, gunakan Mpy"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Mny_LTB = 26.59\,kN \cdot m$ $Cek = \text{"Tidak Menentukan, gunakan Mpy"}$

MOMEN NOMINAL GORDING WF

Momen Nominal Terhadap Sumbu x (Mnx)

$Mnx := \min(Mpx, Mnx_LTB)$ $Mnx = 48.04\,kN \cdot m$

Momen Nominal Terhadap Sumbu y (Mny)

$Mny := \min(Mpy, Mny_LTB)$ $Mny = 9.93\,kN \cdot m$

MOMEN TERFAKTOR AKIBAT BEBAN

Momen dari beban terhadap sb x yang harus dipikul gording WF

$Mux := \frac{1}{8}\cdot qunor\cdot dkuda^2$ $\quad Mux = 16.91\,kN\cdot m$

Momen negatif di lokasi trekstang (untuk kondisi satu trekstang di antara kedua kuda-kuda)

$Muy := \frac{1}{8}\cdot qusej\cdot dlat^2$ $\quad Muy = 2.44\,kN\cdot m$

RASIO PERSAMAAN INTERAKSI UNTUK KONDISI MOMEN BIAKSIAL

Kombinasi momen sumbu x dan sumbu y yang digunakan:
Karena beban bekerja di flens atas (kecuali berat sendiri gording), gunakan hanya setengah kapasitas untuk memperhitungkan efek torsional.

Faktor tahanan untuk lentur $\phi b := 0.9$ $\quad Rasio := \frac{Mux}{\phi b\cdot Mnx} + \frac{Muy}{0.5(\phi b\cdot Mny)}$

$Cek := \begin{cases} \text{"Oke"} & \text{if } Rasio < 1 \\ \text{"Tidak Oke"} & \text{otherwise} \end{cases}$ $\quad Cek = \text{"Oke"}$

$\frac{Mux}{\phi b\cdot Mnx} = 0.39$ $\quad \frac{Muy}{0.5(\phi b\cdot Mny)} = 0.55$

CEK GESER

Gaya geser yang dicek adalah terhadap sumbu x saja, karena gaya geser yang terbesar

$Vu := \frac{1}{2}\cdot qu\cdot dkuda\cdot\cos(\alpha)$ $\quad Vu = 16.91\,kN$ $\quad Aw := d\cdot tw$ $\quad Aw = 11.00\,cm^2$

Kelangsingan badan dan batas-batas kelangsingan untuk tekuk badan

$\frac{h}{tw} = 29.45$ $\quad 2.24\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 64.66$ $\quad \phi v := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{h}{tw} \le 2.24\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ 0.9 & \text{if } 2.24\sqrt{\frac{E}{Fy}} < \frac{h}{tw} \le 260 \end{cases}$

$\phi v = 1.00$

Penentuan Koefisien Tekuk Pelat Web $\quad kv := 5$ (tanpa pengaku badan)

Penentuan Koefisien Geser Web $\quad 1.10\sqrt{\frac{kv\,E}{Fy}} = 71$ $\quad 1.37\sqrt{\frac{kv\,E}{Fy}} = 88.43$

$$Cv := \begin{cases} 1 & \text{if } \frac{h}{tw} \le 1.10\cdot\sqrt{\frac{kv\,E}{Fy}} \quad \text{(badan stabil)} \\ \frac{1.10\sqrt{\frac{kv\cdot E}{Fy}}}{\left(\frac{h}{tw}\right)} & \text{if } \left(1.10\cdot\sqrt{\frac{kv\cdot E}{Fy}} < \frac{h}{tw} \le 1.37\cdot\sqrt{\frac{kv\cdot E}{Fy}}\right) \quad \text{(tekuk badan inelastis dapat terjadi)} \\ \frac{1.51\cdot E\cdot kv}{\left(\frac{h}{tw}\right)^2\cdot Fy} & \text{if } 1.37\cdot\sqrt{\frac{kv\cdot E}{Fy}} < \frac{h}{tw} \le 260 \quad \text{(tekuk badan elastis dapat terjadi)} \\ \text{"Gunakan Pengaku Badan"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$Cv = 1.00$

Kuat Geser Nominal Balok: $\quad Vn := 0.6Fy\cdot Aw\cdot Cv$ $\quad Vn = 158.40\,kN$

Desain Geser Balok: $\quad \phi v\cdot Vn = 158.40\,kN$

$Cek := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } Vu < \phi v\cdot Vn \\ \text{"Tidak Kuat Terhadap Geser"} & \text{if } Vu \ge \phi v\cdot Vn \end{cases}$ $\quad Cek = \text{"OK"}$