BAB IV
ANALISIS DAN DESAIN

4.1 Pemodelan Penampang

Pada studi ini struktur yang ditinjau merupakan rangka batang dengan material baja hot rolled. Analisis yang dilakukan pada struktur ini berupa gaya tekan dan gaya tarik. Dimodelkan kedalam pemodelan batang sederhana, adapun pemodelannya di perlihatkan pada gambar berikut ini:



Gambar 4. 1 Batang tarik dan tekan yang Ditinjau

4.1.1 Parameter Penampang

Parameter penampang merupakan element dasar yang akan dipergunakan kedalam perhitungan menggunakan metode manual dan software SAP2000 ditampilkan dibawah ini

4.1.1.1 Property penampang

Berat volume = 3.56 kg/m^3

E = 200000 N/mm^2

Poisson ratio U = 0.3

Coefficient of thermal expansion A = - mm^2

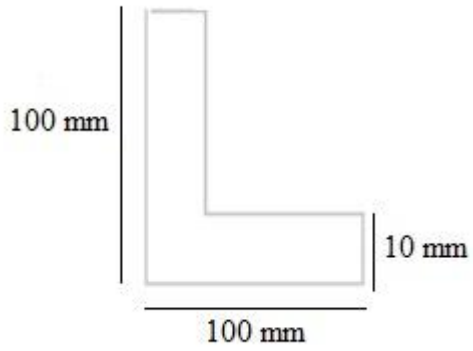
Shear modulus G = 96153.85

Minimum yieled stess, Fy = 240 MPa
Minimum tensile stess, Fu = 370 MPa

Selain property penampang diatas dimensi baja hot rolled yang direncanakan didalam desain juga dijelaskan pada sub bab selanjutnya.

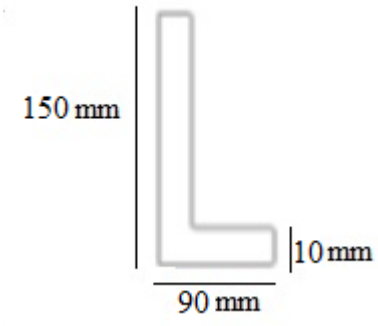
4.1.1.2 Dimensi penampang

Adapun type penampang siku sama sisi yang ditinjau adalah 100x100x10 mm dan type penampang siku tidak sama sisi yang ditinjau adalah 90x150x10 mm. Adapun gambar penampangnya dapat dlihat pada gambar berikut:



Gambar 4. 2 Type penampang siku sama sisi 100x100x10 mm

Outside vertikal leg (b1) = 100 mm
Outside horizontal leg (b2) = 100 mm
Horizontal leg thickness (t1) = 10 mm
Vertikal leg thickness (t2) = 10 mm



Gambar 4. 3 Type penampang siku tidak sama sisi 90x150x10 mm

Outside vertikal leg (b1) = 90 mm

Outside horizontal leg (b2) = 150 mm

Horizontal leg thickness (t1) = 10 mm

Vertikal leg thickness (t2) = 10 mm

Dimensi penampang diatas diperoleh dari tabel yang diperlihatkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Property Penampang Baja

METRIC SIZE

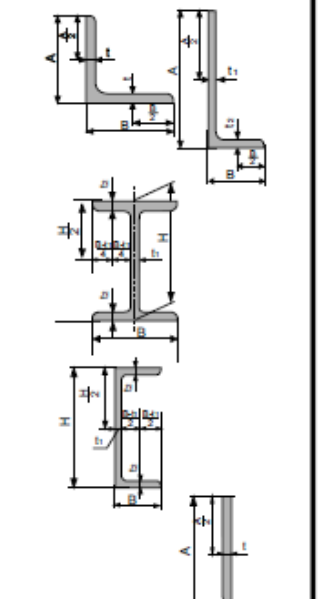
STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS				SECTION AREA	UNIT WEIGHT	INFORMATIVE REFERENCE							
						CENTER OF GRAVITY	GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA			RADIUS OF GYRATION OF AREA			MODULUS OF SECTION
H x B	t	n	r_2	A		$C_x = C_y$	$I_x = I_y$	Max I_u	Min I_v	$i_x = i_y$	Max i_u	Min i_v	$Z_x = Z_y$
mm x mm	mm	mm	mm	cm^2	kg/m	cm	cm^4	cm^4	cm^4	cm	cm	cm	cm^3
25 x 25	3	4	2	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.94	0.48	0.448
30 x 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.420	2.26	0.590	0.908	1.14	0.58	0.661
40 x 40	3	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	4	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210
40 x 40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.170	5.420	8.59	2.250	1.200	1.51	0.77	1.910
45 x 45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.280	7.910	12.50	3.290	1.360	1.71	0.87	2.460
45 x 45	4	6.5	3	3.492	2.74	1.240	6.500	10.30	2.700	1.360	1.72	0.88	2.000
50 x 50	4	6.5	3	3.892	3.06	1.370	9.060	14.40	3.760	1.530	1.92	0.98	2.490
50 x 50	5	6.5	3	4.802	3.77	1.410	11.100	17.50	4.580	1.520	1.91	0.98	3.080
50 x 50	6	6.5	4.5	5.644	4.43	1.440	12.600	20.00	5.230	1.500	1.88	0.96	3.550
60 x 60	4	6.5	3	4.692	3.68	1.610	16.000	25.40	6.620	1.850	2.33	1.19	3.660
60 x 60	5	6.5	3	5.802	4.55	1.660	19.600	31.20	8.090	1.840	2.32	1.18	4.520
60 x 60	6	8	4	6.910	5.40	1.700	22.790	36.16	9.420	1.820	2.29	1.17	5.280
65 x 65	5	8.5	3	6.367	5.00	1.770	25.300	40.10	10.500	1.990	2.51	1.28	5.350
65 x 65	6	8.5	4	7.527	5.91	1.810	29.400	46.60	12.200	1.980	2.49	1.27	6.250
65 x 65	8	8.5	6	9.761	7.66	1.880	36.800	58.30	15.300	1.940	2.44	1.25	7.960
70 x 70	6	8.5	4	8.127	6.38	1.930	37.100	58.90	15.300	2.140	2.69	1.37	7.330
75 x 75	6	8.5	4	8.727	6.85	2.060	46.100	73.20	19.000	2.300	2.90	1.48	8.470
75 x 75	9	8.5	6	12.690	9.96	2.170	64.400	102.00	26.700	2.250	2.84	1.45	21.100
75 x 75	12	8.5	6	16.560	13.00	2.290	81.900	129.00	34.500	2.220	2.79	1.44	15.700
80 x 80	6	8.5	4	9.230	7.32	2.180	56.400	89.60	23.200	2.460	3.10	1.58	9.700
90 x 90	6	10	5	10.550	8.28	2.420	80.700	128.00	33.400	2.770	3.48	1.78	12.300
90 x 90	7	10	5	12.220	9.59	2.460	93.000	148.00	38.300	2.760	3.48	1.77	14.200
90 x 90	10	10	7	17.000	13.30	2.570	125.000	199.00	51.700	2.710	3.42	1.74	19.500
• 90 x 90	13	10	7	21.710	17.00	2.690	156.000	248.00	65.300	2.680	3.38	1.73	24.800
100 x 100	7	10	5	13.620	10.70	2.710	129.000	205.00	53.200	3.080	3.88	1.98	17.700
100 x 100	13	10	7	24.310	19.10	2.940	220.000	348.00	91.100	3.000	3.78	1.94	31.100
• 100 x 100	10	10	7	19.000	14.90	2.820	175.000	278.00	72.000	3.040	3.83	1.95	24.400
120 x 120	8	12	5	18.760	14.70	3.240	258.000	410.00	106.000	3.710	4.67	2.38	29.500
• 120 x 120	11	13	6.5	25.370	19.90	3.300	340.000	541.00	140.000	3.660	4.62	2.35	39.360
• 120 x 120	12	13	6.5	27.540	21.60	3.400	367.000	583.00	151.000	3.650	4.60	2.35	42.680
• 130 x 130	9	12	6	22.740	17.90	3.530	366.000	583.00	150.000	4.010	5.06	2.57	38.700
130 x 130	15	12	8.5	36.750	28.80	3.760	568.000	902.00	234.000	3.930	4.95	2.53	41.600
• 130 x 130	12	12	8.5	29.760	23.40	3.640	467.000	743.00	192.000	3.960	5.00	2.54	49.900
• 150 x 150	12	14	7	34.770	27.30	4.140	740.000	1,180.00	304.000	4.610	5.82	2.96	68.100
• 150 x 150	15	14	10	42.740	33.60	4.240	888.000	1,410.00	365.000	4.560	5.75	2.92	82.600
150 x 150	19	14	10	53.380	41.90	4.400	1,090.000	1,730.00	451.000	4.520	5.69	2.91	103.000
175 x 175	12	15	11	40.520	31.80	4.730	1,170.000	1,860.00	480.000	5.380	6.78	3.44	91.800
• 175 x 175	15	15	11	50.210	39.40	4.850	1,440.000	2,290.00	589.000	5.350	6.75	3.48	114.000
• 200 x 200	15	17	12	57.750	45.30	5.460	2,180.000	3,470.00	891.000	6.140	7.75	3.93	150.000
• 200 x 200	20	17	12	76.000	59.70	5.670	2,820.000	4,490.00	1,160.000	6.090	7.68	3.90	197.000
200 x 200	25	17	12	93.750	73.60	5.860	3,420.000	5,420.00	1,410.000	6.040	7.61	3.88	242.000
250 x 250	35	24	18	162.600	128.00	7.450	9,110.000	14,400.00	3,790.000	7.490	9.42	4.83	519.000
• 250 x 250	25	24	12	119.400	93.70	7.100	6,950.000	11,000.00	2,860.000	7.630	9.62	4.89	388.000

NOTE : • Can be supplied by our mill

DIMENSIONAL TOLERANCE

JIS G3192/TIS 1227-194

METRIC SIZE

DIMENSION			TOLERANCE	REMARK
Leg length (A or B)	Under 50 in depth		± 1.5	
	50 or over to and excl. 100		± 2.0	
	100 or over to and excl. 200		± 3.0	
	200 or over		± 4.0	
Dept (H)	Under 100		± 1.5	
	100 or over to and excl. 200		± 2.0	
	200 or over to and excl. 400		± 3.0	
	400 or over		± 4.0	
Thickness t, t_1, t_2	For leg length A (B for T Section) or under 130 in depth	Under 6.3	± 0.6	
		6.3 or over to and excl. 10	± 0.7	
		10 or over to and excl. 16	± 0.8	
		16 or over	± 1.0	
	For leg length A (B for T Section) : 130 or over in depth	Under 6.3	+ 0.7	
		6.3 or over to and excl. 10	± 0.8	
		10 or over to and excl. 16	± 1.0	
		16 or over to and excl. 25	± 1.2	
		25 or order	± 1.5	
Length	7 m or under		± 40 0	
	over 7 m		Add 5 mm to the plus side tolerance given in the above column for every 1 m. Increase in length or its fraction.	
Out of Square (T)	I Section		2.0% or under of width B	
	Sections excluding I and T sections		2.5% or under of width of flange B (or leg length)	
Bend	I and T sections		0.20% or under of length	To be applied to bend such as sweep and camber.
	Sections excluding I and T sections		0.30% or under of length	
Web-off-center (S)	300 or under in width B	T Section	± 3.0	

4.2 Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

Dalam merencanakan suatu desain beban merupakan hal vital yang harus diperhatikan, perencanaan harus memperhatikan beban – beban yang di ijinkan seperti beban mati, beban hidup dan beban lainnya.

4.2.1 Pembebanan

Beban mati adalah berat dari semua beban yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan yang bersifat tetap pula. Beban hidup merupakan beban yang bersifat bisa ada atau tidak. kemungkinan terjadi akibat penghunian yang bersifat berpindah.

Selain beban mati dan beban hidup masih terdapat beban-beban lainya seperti: Beban angin, beban hujan, dan beban gempa namun dalam skripsi ini beban-beban tersebut tidak ditinjau, dalam skripsi ini hanya difokuskan terhadap beban mati yaitu akibat berat sendiri (D) dan beban hidup (L) akibat beban orang dalam proses pengerjaan.

4.2.2 Kombinasi Beban

Kombinasi pembebanan ultimit yang ditinjau menurut peraturan pembebanan sebagai berikut :

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5(La atau H)
3. 1,2 D + 1,6 (La atau H) + ($\gamma_L L$ atau 0,8 W)
4. 1,2 D + 1,3 W + $\gamma_L L$ + 0,5 (La atau H)
5. 1,2 D ± 1,0 E + $\gamma_L L$
6. 0,9 D ± (1,3 W atau 1,0 E)

Dimana :

D = Beban mati

L = Beban hidup

La = Beban hidup di atap

H = Beban hujan

W = Beban angin

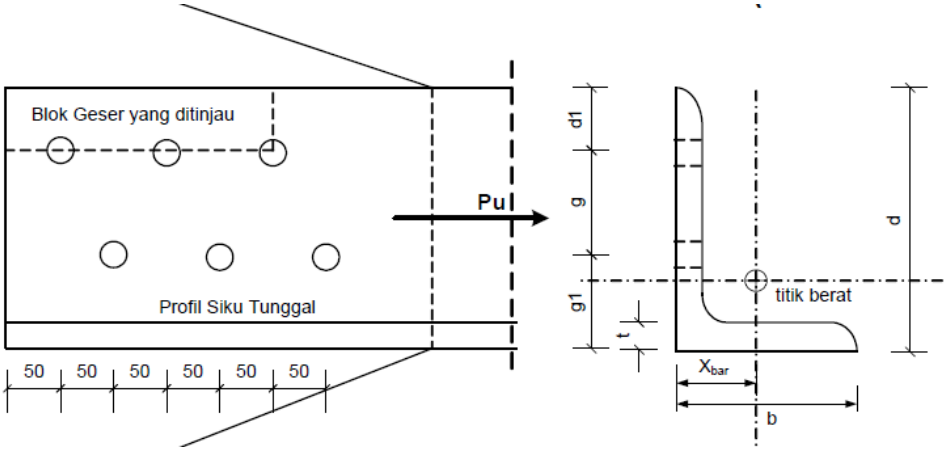
E = Beban gempa

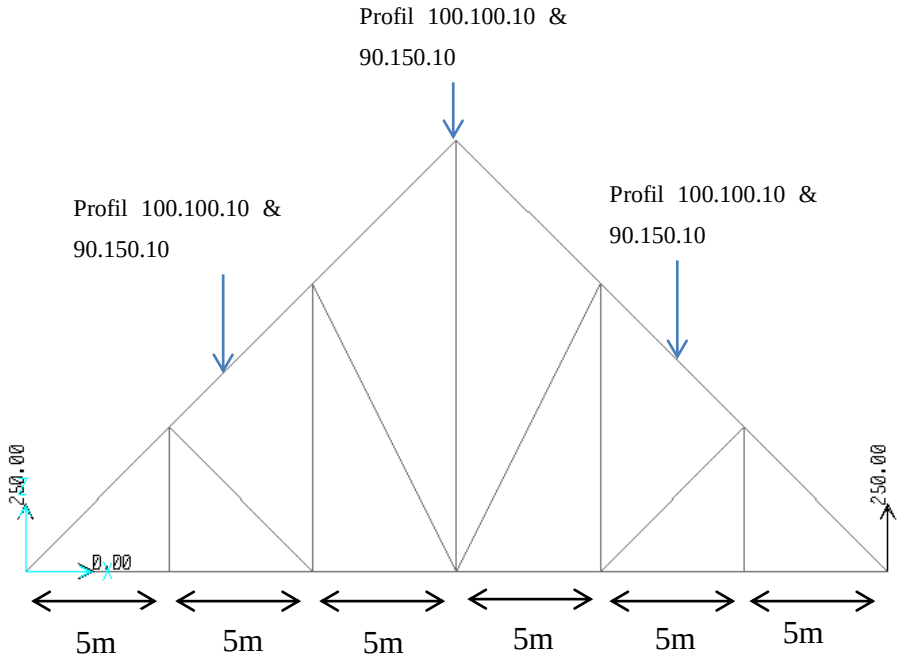
$\gamma_L L$ = 0,5 jika L < 5 kPa

= 1 jika L ≥ 5 kPa

4.3 Analisis Desain Batang Sederhana Menggunakan Metode Manual

Dengan mempergunakan data yang telah dibahas diatas, sebagai penelusuran terhadap perhitungan yang dilakukan oleh software dilakukan perhitungan dengan metode manual perhitungan dilakukan berdasarkan SNI 2002 dan Draft SNI 2011 yang menggunakan penggunaan software mathcad untuk mengurangi tingkat kesalahan yang diakibatkan oleh human error. Adapun desain untuk perhitungan manual dapat dilihat dibwah ini :





material yang di masukan sama dengan material yang di hitung dengan mempergunakan software SAP2000. Adapun perhitunganya sebagai berikut:

4.3.1 Draft SNI 2011

4.3.1.1 Siku sama sisi

- Tarik

DESAIN TARIK PROFIL SIKU SAMA KAKI

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

Data Penampang Profil L100.100.10

$A := 19000cm^2$ $b := 100mm$ $t := 10mm$ $r := 10mm$

$Ix := 175cm^4$ $Iy := Ix$ Jarak titik berat $e := 2.820cm$

$Sdt := 45deg$ $Ir := 278cm^4$ $Is := 72cm^4$

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b - e}$ $Sx = 24.373 \cdot cm^3$

$Sy := \frac{Iy}{b - e}$ $Sy = 24.373 \cdot cm^3$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$ $rx = 0.096 \cdot cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 0.096 \cdot cm$

$h := b - 0.5t$ $h = 95 \cdot mm$

$Cw := \frac{2}{36}\left(h^3 \cdot t^3\right)$ $Cw = 47631944.444 \cdot mm^6$

$J := \frac{2}{3}\left(h \cdot t^3\right)$ $J = 6.333 \cdot cm^4$

Data Bahan $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $Fy := 240MPa$ (Bj.37)

$G = 76923.077 \cdot MPa$ $Fu := 370MPa$

Baut

$d := 19mm$ $db := 21mm$ jumlah baut $nb := 2$

jarak baut : $s := 50mm$

berat bersih $Ae := A - (db \cdot t) \cdot nb$ $Ae = 18995.8 \cdot cm^2$

$Pn1 := 0.9Fy \cdot A$ $Pn1 = 410400 \cdot kN$

$Pn2 := 0.75Fu \cdot Ae$ $Pn2 = 527133.45 \cdot kN$

Geser Balok

Luas bruto yang mengalami tarik	agt := db·t	agt = 2.1·cm^2
Luas bruto yang mengalami geser	agv := 2·s·t	agv = 10·cm^2
Luas neto yang mengalami tarik	ant := agt − 0.5·db·t	ant = 1.05·cm^2
Luas neto yang mengalami geser	anv := agv − 1.5·db·t	anv = 6.85·cm^2

ϕmin := 0.75 ubs := 1

ϕRn1 := ϕmin·(0.6·Fu·anv + ubs·Fu·ant) ϕRn1 = 143.19·kN

ϕRn2 := 0.6·Fy·agv + ubs·Fu·ant ϕRn2 = 182.85·kN

Fcr := 0.75 min(Pn1, Pn2, ϕRn1, ϕRn2) Fcr = 107.392·kN

- Tekan

DESAIN TEKAN PROFIL SIKU SAMA KAKI

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

Panjang Efektif kLx := 3m kLy := 3m kLz := 3m

Data Penampang Profil L100.100.10

A := 19000cm^2 b := 100mm t := 10mm r := 10mm

Ix := 175cm^4 Iy := Ix Jarak titik berat e := 2.820cm

Sdt := 45deg Ir := 278cm^4 Is := 72cm^4

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b - e}$	Sx = 24.373·cm^3
$Sy := \frac{Iy}{b - e}$	Sy = 24.373·cm^3
$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$	rx = 0.096·cm
$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$	ry = 0.096·cm
h := b − 0.5t	h = 95·mm
$Cw := \frac{2}{36}\left(h^3 \cdot t^3\right)$	Cw = 47631944.444·mm^6

$J := \frac{2}{3}\left(h \cdot t^3\right)$ $\quad J = 6.333 \cdot cm^4$

Data Bahan $\quad E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $\quad G := \frac{E}{2.6}$ $\quad G = 76923.077\,MPa$ $\quad Fy := 240MPa$ (Bj. 37) $\quad Fu := 370MPa$

Cek kelangsingan penampang

$\frac{b}{t} = 10$ $\quad 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 12.99$

$Cek := \begin{cases} \text{"Penampang Tidak Langsing"} & \text{if } \frac{b}{t} \le 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ \text{"Penampang LANGSING"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Cek = "Penampang Tidak Langsing"

Menghitung kuat tekuk lentur untuk sumbu x (sumbu lemah)

$\frac{kLx}{rx} = 2083.952$ $\quad \lambda := \frac{kLx}{rx}$

$Q := 1$ ("Penampang Tidak Langsing")

$Fe := \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$

$Fe = 4.545 \times 10^5\,Pa$

$Fcr1 := \begin{cases} Q \cdot 0.658^{\left(Q \cdot \frac{Fy}{Fe}\right)} \cdot Fy & \text{if } Fe \ge 0.44 \cdot Q \cdot Fy \\ 0.877 \cdot Fe & \text{if } Fe < 0.44 \cdot Q \cdot Fy \end{cases}$ $\quad \phi c := 0.9$

$Fcr1 = 0.4 \cdot MPa$

$\phi c \cdot A \cdot Fcr1 = 681.632 \cdot kN$

Menghitung Kuat Tekuk Torsi Lentur untuk Sumbu Y

Prosedur yang digunakan adalah draft SNI 2011

$J := \frac{2}{3}\left(b - \frac{t}{2}\right)\cdot t^3$ $\quad J = 6.33\cdot cm^4$

$Cw := \frac{2}{36}\left[(b - 0.5t)^3\cdot t^3\right]$ $\quad Cw = 47.632\cdot cm^6$

$x0 := 0mm$ $\quad y0 := \frac{(e - 0.5\cdot t)}{\cos(45deg)}$ $\quad y0 = 3.281\cdot cm$

$r0 := \sqrt{x0^2 + y0^2 + \frac{(Ix + Iy)}{A}}$ $\quad r0^2 = 10.783\cdot cm^2$

(notasi AISC pakai tanda ba $y0^2 = 10.765\cdot cm^2$

nol)

$H := 1 - \left(\frac{x0^2 + y0^2}{r0^2}\right)$ $\quad H = 1.71 \times 10^{-3}$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $\quad ry = 0.096\cdot cm$

$\lambda y := \frac{kLy}{ry}$ $\quad \lambda y = 5209.88$

$Fey := \frac{\pi^2 E}{\lambda y^2}$ $\quad Fey = 0.1\cdot MPa$

$Fez := \left[\frac{\pi^2 E\, Cw}{(kLz)^2} + G\cdot J\right]\cdot\frac{1}{A\cdot r0^2}$ $\quad Fez = 2.38\cdot MPa$

$Fe := \frac{Fey + Fez}{2\cdot H}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4\cdot Fey\cdot Fez\cdot H}{(Fey + Fez)^2}}\right]$ $\quad Fe = 0.1\cdot MPa$

$\lambda e := \sqrt{\frac{Fy}{Fe}}$ $\quad \lambda e = 49.29$

$$Fcr2 := \begin{cases} \left(0.658^{\lambda e^2}\right)\cdot Fy & \text{if } \lambda e \le 1.5 \\ \left(\frac{0.877}{\lambda e^2}\cdot Fy\right) & \text{if } \lambda e > 1.5 \end{cases}$$ $\quad Fcr2 = 0.09\cdot MPa$

Kuat Desain Batang Tekan ini

$\phi c := 0.90$ $\quad Fcr := \min(Fcr1, Fcr2)$ $\quad Fcr = 0.07\cdot MPa$

$\phi c\cdot Fcr\cdot A = 127.74\cdot kN$

4.3.1.2 Siku tak sama sisi

- Tarik

DESAIN TARIK PROFIL SIKU TAK SAMA KAKI

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

Data Penampang Profil L90.150.10

$A := 23.2cm^2$ $b1 := 90mm$ $t := 10mm$ $b2 := 150mm$

Jarak titik berat: $Cx := 5.00cm$ $Cy := 2.04cm$

$Ix := 533cm^4$ $Iy := 146cm^4$ $Ir := 591cm^4$

$Sdt := atan(0.360) = 19.799 \cdot deg$ $r := 12mm$

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b2 - Cy}$ $Sx = 41126.543 \cdot mm^3$

$Sy := \frac{Iy}{b1 - Cx}$ $Sy = 36500 \cdot mm^3$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$ $rx = 4.793 \cdot cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 2.509 \cdot cm$

$h1 := b1 - 0.5t$ $h1 = 85 \cdot mm$

$h2 := b2 - 0.5t$ $h2 = 145 \cdot mm$

$Cw := \frac{1}{36}\left(h1^3 t^3 + h2^3 t^3\right) = 101743055.556 \cdot mm^6$

$J := \frac{1}{3}\left(h1 \cdot t^3 + h2 \cdot t^3\right) = 76666.667 \cdot mm^4$

Data Bahan $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $Fy := 240MPa$ (Bj.37)

$Fu := 370MPa$

Beban Terfaktor $Pu := 150kN$

Baut

$d := 19mm$ $db := 21mm$ jumlah baut $nb := 2$

jarak baut : $s := 50mm$

berat bersih $Ae := A - (db \cdot t) \cdot nb$ $Ae = 19 \cdot cm^2$

$Pn1 := 0.9Fy \cdot A$ $Pn1 = 501.12 \cdot kN$

$Pn2 := 0.75Fu \cdot Ae$ $Pn2 = 527.25 \cdot kN$

Geser Balok

Luas bruto yang mengalami tarik	agt := db·t	agt = 2.1·cm^2
Luas bruto yang mengalami geser	agv := 2·s·t	agv = 10·cm^2
Luas neto yang mengalami tarik	ant := agt − 0.5·db·t	ant = 1.05·cm^2
Luas neto yang mengalami geser	anv := agv − 1.5·db·t	anv = 6.85·cm^2

ϕmin := 0.75 ubs := 1

ϕRn1 := ϕmin·(0.6·Fu·anv + ubs·Fu·ant) ϕRn1 = 143.19·kN

ϕRn2 := 0.6·Fy·agv + ubs·Fu·ant ϕRn2 = 182.85·kN

Fcr := 0.75 min(Pn1, Pn2, ϕRn1, ϕRn2) Fcr = 107.392·kN

- Tekan

DESAIN TEKAN PROFIL SIKU TAK SAMA KAKI

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

Panjang Efektif kLx := 3.m kLy := 3m kLz := 3m

Data Penampang Profil L90.150.10

A := 23.2cm^2 b1 := 90mm t := 10mm b2 := 150mm

Jarak titik berat: Cx := 5.00cm Cy := 2.04cm

Ix := 533cm^4 Iy := 146cm^4 Ir := 591cm^4

Sdt := atan(0.360) = 19.799·deg r := 12mm

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b2 - Cy}$	Sx = 41126.543·mm^3
$Sy := \frac{Iy}{b1 - Cx}$	Sy = 36500·mm^3
$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$	rx = 4.793·cm
$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$	ry = 2.509·cm
h1 := b1 − 0.5t	h1 = 85·mm
h2 := b2 − 0.5t	h2 = 145·mm

$$Cw := \frac{1}{36}\left(h1^3 t^3 + h2^3 t^3\right) = 101743055.556 \cdot mm^6$$

$$J := \frac{1}{3}\left(h1 \cdot t^3 + h2 \cdot t^3\right) = 76666.667 \cdot mm^4$$

Data Bahan $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $G = 76923.077 \cdot MPa$ $Fy := 240MPa$ (Bj. 37) $Fu := 370MPa$

Cek kelangsingan penampang

$\frac{b1}{t} = 9$ $0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 12.99$

$$Cek := \begin{cases} \text{"Penampang Tidak Langsing"} & \text{if } \frac{b1}{t} \le 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ \text{"Penampang LANGSING"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

Cek = "Penampang Tidak Langsing"

Menghitung kuat tekuk lentur untuk sumbu x (sumbu lemah)

$\frac{kLx}{rx} = 41.726$ Cek = "OK"

$$Cek := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \frac{kLx}{rx} \le 200 \\ \text{"Tidak OK!"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$\lambda := \frac{kLx}{rx}$ $Q := 1$ ("Penampang Tidak Langsing")

$Fe := \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2}$ $Fe = 1.134 \times 10^9 Pa$

$$Fcr1 := \begin{cases} Q \cdot 0.658^{\left(Q \cdot \frac{Fy}{Fe}\right)} \cdot Fy & \text{if } Fe \ge 0.44 \cdot Q \cdot Fy \\ 0.877 \cdot Fe & \text{if } Fe < 0.44 \cdot Q \cdot Fy \end{cases}$$

$\phi c := 0.9$ $Fcr1 = 219.65 \cdot MPa$

$\phi c \cdot A \cdot Fcr1 = 458.629 \cdot kN$

Menghitung Kuat Tekuk Torsi Lentur untuk Sumbu Y

Prosedur yang digunakan adalah draft SNI 2011

$x0 := 0mm$ $y0 := \frac{(Cy - 0.5 \cdot t)}{\cos(45deg)}$ $y0 = 2.178 \cdot cm$

$r0 := \sqrt{x0^2 + y0^2 + \frac{(Ix + Iy)}{A}}$ $r0^2 = 34.01 \cdot cm^2$ $y0^2 = 4.743 \cdot cm^2$

$$H := 1 - \left(\frac{x0^2 + y0^2}{r0^2} \right) \qquad H = 0.86$$

$$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}} \qquad ry = 2.509 \cdot cm$$

$$\lambda y := \frac{kLy}{ry} \qquad \lambda y = 199.31$$

$$Fey := \frac{\pi^2 E}{\lambda y^2} \qquad Fey = 49.69 \cdot MPa$$

$$Fez := \left[\frac{\pi^2 E\, Cw}{(kLz)^2} + G \cdot J \right] \cdot \frac{1}{A \cdot r0^2} \qquad Fez = 748.44 \cdot MPa$$

$$Fe := \frac{Fey + Fez}{2 \cdot H} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot Fey \cdot Fez \cdot H}{(Fey + Fez)^2}} \right] \qquad Fe = 49.21 \cdot MPa$$

$$\lambda e := \sqrt{\frac{Fy}{Fe}} \qquad \lambda e = 1.69$$

$$Fcr2 := \begin{cases} \left(0.658^{\lambda e^2}\right) \cdot Fy & \text{if } \lambda e \le 1.5 \\ \left(\frac{0.877}{\lambda e^2} \cdot Fy \right) & \text{if } \lambda e > 1.5 \end{cases} \qquad Fcr2 = 74.13 \cdot MPa$$

Kuat Desain Batang Tekan ini

$$\phi c := 0.90 \qquad Fcr := \min(Fcr1, Fcr2) \qquad Fcr = 74.13 \cdot MPa$$

$$\phi c \cdot Fcr \cdot A = 154.78 \cdot kN$$

4.3.2 SNI 2002

4.3.2.1 Siku sama sisi

- Tarik

DESAIN TARIK PROFIL SIKU SAMA KAKI

Satuan : $kN := 1000N \qquad MPa := 1 \frac{N}{mm^2}$

Data Penampang Profil L100.100.10

$A := 19000cm^2$ $b := 100mm$ $t := 10mm$ $r := 10mm$

$Ix := 175cm^4$ $Iy := Ix$ Jarak titik berat $e := 2.820cm$

$Sdt := 45deg$ $Ir := 278cm^4$ $Is := 72cm^4$

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b - e}$ $Sx = 24.373 \cdot cm^3$

$Sy := \frac{Iy}{b - e}$ $Sy = 24.373 \cdot cm^3$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$ $rx = 0.096 \cdot cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 0.096 \cdot cm$

$h := b - 0.5t$ $h = 95 \cdot mm$

$Cw := \frac{2}{36}\left(h^3 \cdot t^3\right)$ $Cw = 47631944.444 \cdot mm^6$

$J := \frac{2}{3}\left(h \cdot t^3\right)$ $J = 6.333 \cdot cm^4$

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

$G := 80000MPa$ $Fu := 370MPa$

Baut

$d := 19mm$ $db := 21mm$ jumlah baut $nb := 2$

jarak baut : $s := 50mm$

berat bersih $Ae := A - (db \cdot t) \cdot nb$ $Ae = 1.9 \times 10^4 \cdot cm^2$

$Pn1 := Fy \cdot A = 456000 \cdot kN$

$Pn2 := Fu \cdot Ae = 702844.6 \cdot kN$

$Pn := \min(Pn1, Pn2) = 456000 \cdot kN$

Geser Balok

Luas bruto yang mengalami tarik	$agt := db \cdot t$	$agt = 2.1 \cdot cm^2$
Luas bruto yang mengalami geser	$agv := 2 \cdot s \cdot t$	$agv = 10 \cdot cm^2$
Luas neto yang mengalami tarik	$ant := agt - 0.5 \cdot db \cdot t$	$ant = 1.05 \cdot cm^2$
Luas neto yang mengalami geser	$anv := agv - 1.5 \cdot db \cdot t$	$anv = 6.85 \cdot cm^2$

$\phi min := 0.75 \qquad ubs := 1$

$\phi Rn1 := \phi min \cdot (0.6 \cdot Fu \cdot anv + ubs \cdot Fu \cdot ant)$ $\qquad \phi Rn1 = 143.19 \cdot kN$

$\phi Rn2 := 0.6 \cdot Fy \cdot agv + ubs \cdot Fu \cdot ant$ $\qquad \phi Rn2 = 182.85 \cdot kN$

$Fcr := \min(Pn1, Pn2, \phi Rn1, \phi Rn2)$ $\qquad Fcr = 143.19 \cdot kN$

- Tekan

DESAIN TEKAN PROFIL SIKU SAMA KAKI

Satuan : $kN := 1000N \qquad MPa := 1 \frac{N}{mm^2}$

Panjang Efektif $kLx := 3m \qquad kLy := 3m \qquad kLz := 3m$

Data Penampang Profil L100.100.10

$A := 19000cm^2 \qquad b := 100mm \qquad t := 10mm \qquad r := 10mm$

$Ix := 175cm^4 \qquad Iy := Ix \qquad$ Jarak titik berat $e := 2.820cm$

$Sdt := 45deg \qquad Ir := 278cm^4 \qquad Is := 72cm^4$

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b - e} \qquad Sx = 24.373 \cdot cm^3$

$Sy := \frac{Iy}{b - e} \qquad Sy = 24.373 \cdot cm^3$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}} \qquad rx = 0.096 \cdot cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}} \qquad ry = 0.096 \cdot cm$

$h := b - 0.5t \qquad h = 95 \cdot mm$

$Cw := \frac{2}{36}\left(h^3 \cdot t^3\right) \qquad Cw = 47631944.444 \cdot mm^6$

$J := \frac{2}{3}\left(h \cdot t^3\right) \qquad J = 6.333 \cdot cm^4$

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

$G := 80000MPa \qquad Fu := 370MPa$

Cek kelangsingan penampang

$\frac{b}{t} = 10$ $\quad Cek := \begin{cases} \text{"Penampang Tidak Langsing"} & \text{if } \frac{b}{t} \le 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ \text{"Penampang LANGSING"} & \text{otherwise} \end{cases}$

$0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 12.99$ $\quad Cek = \text{"Penampang Tidak Langsing"}$

Menghitung kuat tekuk lentur untuk sumbu x (sumbu lemah)

$\lambda := \frac{kLx}{rx}$ $\quad \lambda = 2083.952$

$Q := 1$ $\quad (\text{"Penampang Tidak Langsing"})$

$\lambda c := \frac{\lambda}{\pi}\cdot\sqrt{\frac{Fy}{E}} = 22.979$

$\omega := 1.25\cdot\lambda c^2$

$\omega = 660.035$

$Fcr1 := \frac{Fy}{\omega} = 0.364\cdot MPa$

$\phi c1 := 0.85$

$\phi c1\cdot A\cdot Fcr1 = 587.241\cdot kN$

Menghitung Kuat Tekuk Torsi Lentur untuk Sumbu Y

$J := \frac{2}{3}\left(b - \frac{t}{2}\right)\cdot t^3$ $\quad J = 6.33\cdot cm^4$

$Cw := \frac{2}{36}\left[(b - 0.5t)^3\cdot t^3\right]$ $\quad Cw = 47.632\cdot cm^6$

$x0 := 0mm$ $\quad y0 := \frac{(e - 0.5\cdot t)}{\cos(45deg)}$ $\quad y0 = 3.281\cdot cm$

$y0^2 = 10.765\cdot cm^2$

$r0 := \sqrt{x0^2 + y0^2 + \frac{(Ix + Iy)}{A}}$ $\quad r0^2 = 10.783\cdot cm^2$

$$H := 1 - \left(\frac{x0^2 + y0^2}{r0^2} \right) \qquad H = 1.71 \times 10^{-3}$$

$$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}} \qquad ry = 0.096 \cdot cm$$

$$\lambda y := \frac{kLy}{ry} \qquad \lambda y = 5209.88$$

$$Fey := \frac{\pi^2 E}{\lambda y^2} \qquad Fey = 0.07 \cdot MPa$$

$$Fez := \left[\frac{\pi^2 E\, Cw}{(kLz)^2} + G \cdot J \right] \cdot \frac{1}{A \cdot r0^2} \qquad Fez = 2.47 \cdot MPa$$

$$Fe := \frac{Fey + Fez}{2 \cdot H} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot Fey \cdot Fez \cdot H}{(Fey + Fez)^2}} \right] \qquad Fe = 0.07 \cdot MPa$$

$$\lambda e := \sqrt{\frac{Fy}{Fe}} \qquad \lambda e = 58.28$$

$$Fcr2 := \begin{cases} \left(0.658^{\lambda e^2}\right) \cdot Fy & \text{if } \lambda e \le 1.5 \\ \left(\frac{0.877}{\lambda e^2}\right) \cdot Fy & \text{if } \lambda e > 1.5 \end{cases} \qquad Fcr2 = 0.09 \cdot MPa$$

Kuat Desain Batang Tekan ini

$\phi c := 0.85$ $\quad Fcr := \min(Fcr1, Fcr2)$ $\quad Fcr = 0.08 \cdot MPa$

$\phi c \cdot Fcr \cdot A = 121.33 \cdot kN$

4.3.2.2 Siku tak sama sisi

- Tarik

DESAIN TARIK PROFIL SIKU SAMA KAKI

Satuan : $kN := 1000N$ $\quad MPa := 1 \frac{N}{mm^2}$

Data Penampang Profil L90.150.10

$A := 23.2cm^2$ $\quad b1 := 90mm$ $\quad t := 10mm$ $\quad b2 := 150mm$

Jarak titik berat: $\quad Cx := 5.00cm$ $\quad Cy := 2.04cm$

$Ix := 533cm^4$ $\quad Iy := 146cm^4$ $\quad Ir := 591cm^4$ $\quad Is := 88.3cm^4$

$Sdt := atan(0.360) = 19.799 \cdot deg$ $\quad r := 12mm$

Besaran Penampang

$S_x := \frac{I_x}{b2 - C_y}$ $S_x = 41126.543 \cdot mm^3$

$S_y := \frac{I_y}{b1 - C_x}$ $S_y = 36500 \cdot mm^3$

$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A}}$ $r_x = 4.793 \cdot cm$

$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ $r_y = 2.509 \cdot cm$

$h1 := b1 - 0.5t$ $h1 = 85 \cdot mm$

$h2 := b2 - 0.5t$ $h2 = 145 \cdot mm$

$C_w := \frac{1}{36}\left(h1^3 t^3 + h2^3 t^3\right) = 101743055.556 \cdot mm^6$

$J := \frac{1}{3}\left(h1 \cdot t^3 + h2 \cdot t^3\right) = 76666.667 \cdot mm^4$

Data Bahan $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $F_y := 240MPa$ (Bj.37)

Beban Terfaktor $P_u := 150kN$ $F_u := 370MPa$

Baut

$d := 19mm$ $d_b := 21mm$ jumlah baut $n_b := 2$

jarak baut : $s := 50mm$

berat bersih $A_e := A - (d_b \cdot t) \cdot n_b$ $A_e = 19 \cdot cm^2$

$P_{n1} := F_y \cdot A = 556.8 \cdot kN$

$P_{n2} := F_u \cdot A_e = 703 \cdot kN$

$P_n := \min(P_{n1}, P_{n2}) = 556.8 \cdot kN$

Geser Balok

Luas bruto yang mengalami tarik	$a_{gt} := d_b \cdot t$	$a_{gt} = 2.1 \cdot cm^2$
Luas bruto yang mengalami geser	$a_{gv} := 2 \cdot s \cdot t$	$a_{gv} = 10 \cdot cm^2$
Luas neto yang mengalami tarik	$a_{nt} := a_{gt} - 0.5 \cdot d_b \cdot t$	$a_{nt} = 1.05 \cdot cm^2$
Luas neto yang mengalami geser	$a_{nv} := a_{gv} - 1.5 \cdot d_b \cdot t$	$a_{nv} = 6.85 \cdot cm^2$

$\phi_{min} := 0.75$ $u_{bs} := 1$

$\phi R_{n1} := \phi_{min} \cdot (0.6 \cdot F_u \cdot a_{nv} + u_{bs} \cdot F_u \cdot a_{nt})$ $\phi R_{n1} = 143.19 \cdot kN$

$\phi R_{n2} := 0.6 \cdot F_y \cdot a_{gv} + u_{bs} \cdot F_u \cdot a_{nt}$ $\phi R_{n2} = 182.85 \cdot kN$

$F_{cr} := \min(P_{n1}, P_{n2}, \phi R_{n1}, \phi R_{n2})$ $F_{cr} = 143.19 \cdot kN$

- Tekan

DESAIN TEKAN PROFIL SIKU TAK SAMA KAKI

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

Panjang Efektif $kLx := 3m$ $kLy := 3m$ $kLz := 3m$

Data Penampang Profil L90.150.10

$A := 23.2cm^2$ $b1 := 90mm$ $t := 10mm$ $b2 := 150mm$

Jarak titik berat: $Cx := 5.00cm$ $Cy := 2.04cm$

$Ix := 533cm^4$ $Iy := 146cm^4$ $Ir := 591cm^4$

$Sdt := atan(0.360) = 19.799 \cdot deg$ $r := 12mm$

Besaran Penampang

$Sx := \frac{Ix}{b2 - Cy}$ $Sx = 41126.543 \cdot mm^3$

$Sy := \frac{Iy}{b1 - Cx}$ $Sy = 36500 \cdot mm^3$

$rx := \sqrt{\frac{Ix}{A}}$ $rx = 4.793 \cdot cm$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 2.509 \cdot cm$

$h1 := b1 - 0.5t$ $h1 = 85 \cdot mm$

$h2 := b2 - 0.5t$ $h2 = 145 \cdot mm$

$Cw := \frac{1}{36}\left(h1^3 t^3 + h2^3 t^3\right) = 101743055.556 \cdot mm^6$

$J := \frac{1}{3}\left(h1 \cdot t^3 + h2 \cdot t^3\right) = 76666.667 \cdot mm^4$

Data Bahan $E := 2 \cdot 10^5 MPa$ $G := 80000MPa$ $Fy := 240MPa$ (Bj. 37)

Cek kelangsingan penampang

$\frac{b1}{t} = 9$

$0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 12.99$

$Cek := \begin{cases} \text{"Penampang Tidak Langsing"} & \text{if } \frac{b1}{t} \le 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ \text{"Penampang LANGSING"} & \text{otherwise} \end{cases}$

Cek = "Penampang Tidak Langsing"

Menghitung kuat tekuk lentur untuk sumbu x (sumbu lemah)

$\lambda := \frac{kLx}{rx}$ $\lambda = 41.726$ $Q := 1$

("Penampang Tidak Langsing")

$\lambda c := \frac{\lambda}{\pi}\cdot\sqrt{\frac{Fy}{E}} = 0.46$

$\omega := \frac{1.43}{1.6 - 0.67\cdot\lambda c} = 1.107$

$Fcr1 := \frac{Fy}{\omega} = 216.794\cdot MPa$

$\phi c1 := 0.85$

$\phi c1\cdot A\cdot Fcr1 = 427.519\cdot kN$

Menghitung Kuat Tekuk Torsi Lentur untuk Sumbu Y

$x0 := 0mm$ $y0 := \frac{(Cy - 0.5\cdot t)}{\cos(45deg)}$ $y0 = 2.178\cdot cm$

$r0 := \sqrt{x0^2 + y0^2 + \frac{(Ix + Iy)}{A}}$ $r0^2 = 34.01\cdot cm^2$ $y0^2 = 4.743\cdot cm^2$

$H := 1 - \left(\frac{x0^2 + y0^2}{r0^2}\right)$ $H = 0.86$

$ry := \sqrt{\frac{Iy}{A}}$ $ry = 2.509\cdot cm$

$\lambda y := \frac{kLy}{ry}$ $\lambda y = 199.31$

$Fey := \frac{\pi^2 E}{\lambda y^2}$ $Fey = 49.69\cdot MPa$

$Fez := \left[\frac{\pi^2 E\, Cw}{(kLz)^2} + G\cdot J\right]\cdot\frac{1}{A\cdot r0^2}$ $Fez = 778.33\cdot MPa$

$$Fe := \frac{Fey + Fez}{2 \cdot H}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot Fey \cdot Fez \cdot H}{(Fey + Fez)^2}}\right] \qquad Fe = 84.59 \cdot MPa$$

$$\lambda e := \sqrt{\frac{Fy}{Fe}} \qquad \lambda e = 1.68$$

$$Fcr2 := \begin{cases} \left(0.658^{\lambda e^2}\right) \cdot Fy & \text{if } \lambda e \le 1.5 \\ \left(\frac{0.877}{\lambda e^2}\right) \cdot Fy & \text{if } \lambda e > 1.5 \end{cases} \qquad Fcr2 = 74.18 \cdot MPa$$

Kuat Desain Batang Tekan ini

$$\phi c := 0.85 \qquad Fcr := \min(Fcr1, Fcr2) \qquad Fcr = 74.18 \cdot MPa$$

$$\phi c \cdot Fcr \cdot A = 146.29 \cdot kN$$

Hasil kuat tari dan tekan menggunakan perhitungan manual dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 2 Siku sama sisi

Rumus	SNI 2002	Draft SNI 2011	Selisih perhitungan dalam %
Kuat Tarik (kN)	456000	410400	10
Kuat Tekan(kN)	121,33	127,74	5,5

Tabel 4. 3 Siku tak sama sisi

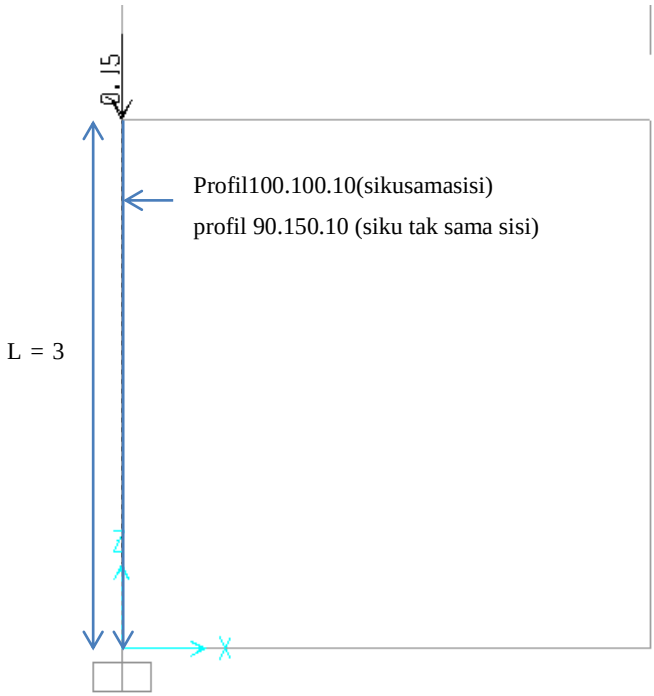
Rumus	SNI 2002	Draft SNI 2011	Selisih perhitungan dalam %
Kuat Tarik (kN)	556,8	501,12	10
Kuat Tekan (kN)	146,29	154,78	5,5

4.4 Analisis Desain Batang Sederhana Menggunakan SAP 2000 Versi 14

Berdasarkan data yang telah dibahas diatas maka pada tahapan ini dicoba untuk melakukan perhitungan secara cepat dan sebagai referensi perhitungan dengan mempergunakan bantuan *software* SAP2000 versi 14. Adapun tahapannya di jelaskan di bawah ini.

4.4.1 Pemodelan Struktur

Pemodelan yang dilakukan untuk memodelkan baja hot rolled yang menerima beban merata akibat beban mati (SIDL) dan beban terpusat akibat beban hidup (LL) di modelkan kedalam balok sederhana. Adapun sendi yang menopang dimodelkan kedalam sendi tumpu dan sendi rol, tumpuan sendi dapat memberikan reaksi vertikal dan horizontal, sedangkan tumpuan rol hanya dapat memberikan reaksi vertikal pada tahapan ini dilakukan pemodelan struktur yang akan di rancang. Perhatikan satuan yang akan dipergunakan dalam perhitungan karena satuan akan mempengaruhi terhadap tahapan perhitungan berikutnya dan akan berpengaruh terhadap hasil akhir dari perhitungan terhadap penampang yang akan ditelusuri, pemodelan struktur diperlihatkan pada gambar dibawah ini:

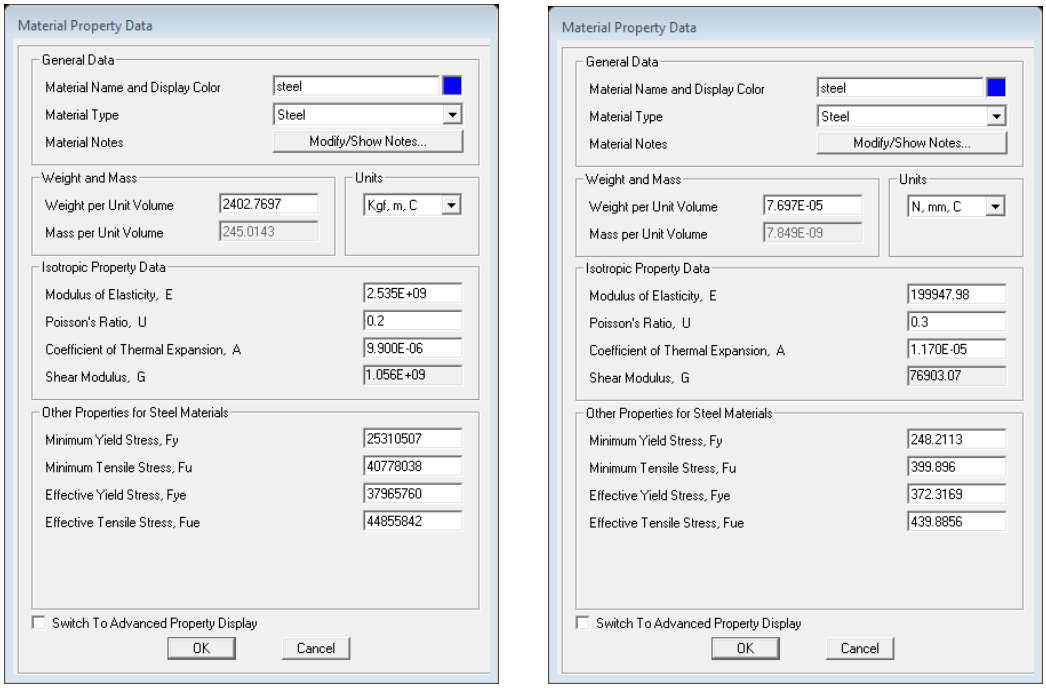


Gambar 4. 4 Pemodelan Batang Sederhana

4.4.2 Input Material Property

Input property material merupakan tahapan yang dilakukan untuk memasukan property penampang yang dimasukkan kedalam program SAP2000 data ini diperoleh berdasarkan peraturan yang berlaku dalam perhitungan ini mengacu pada AISC2005 dan tabel yang dikeluarkan oleh pabrik - pabrik baja proses input

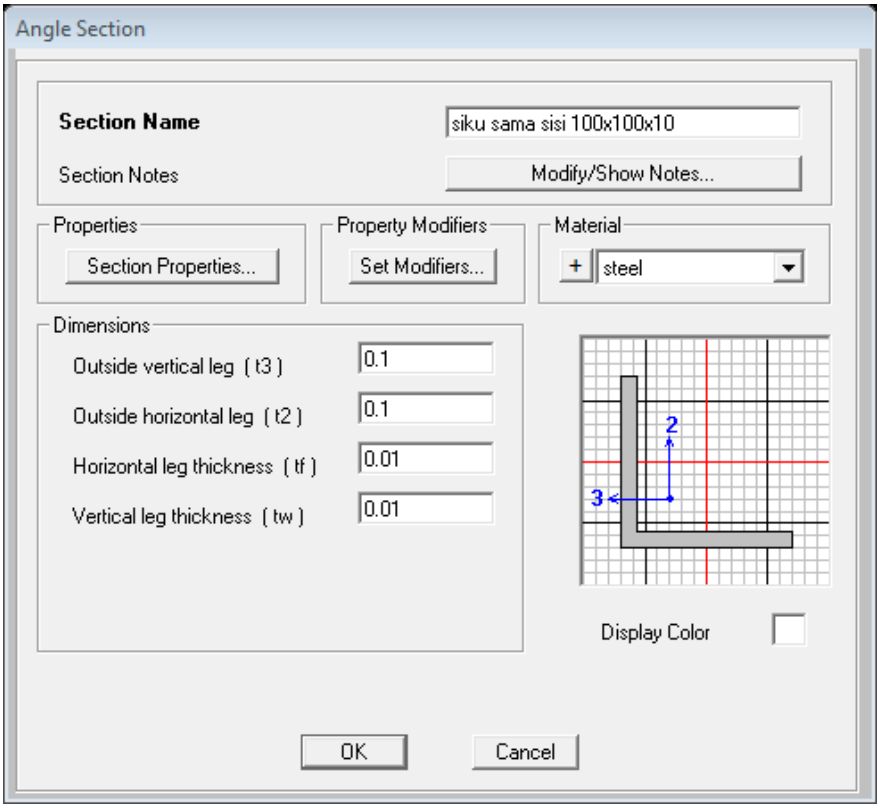
material property dalam SAP2000 peroses input ini harus dilakukan secara teliti dan dilakukan secara bertahap dimana material baja yang dipergunakan adalah mutu BJ37 dengan fy 370 dan fu 240 proses input material property untuk kasus diatas diperlihatkan pada gambar di bawah ini :



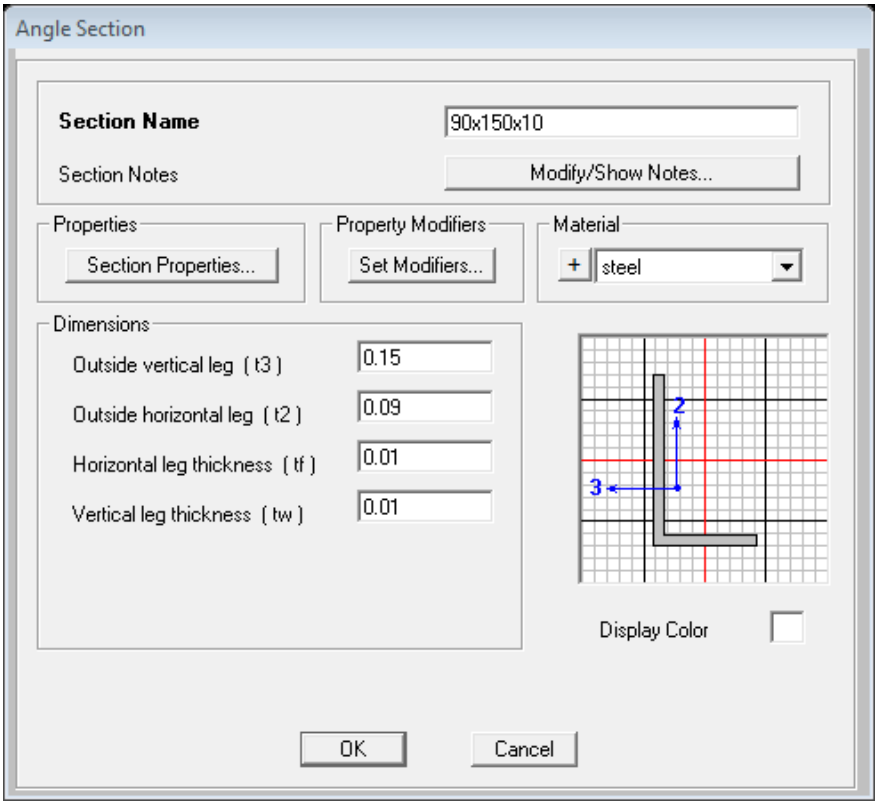
Gambar 4. 5 Input Material

4.4.3 Input Dimensi Penampang

Pada tahapan ini dilakukan proses input ukuran dari baja *hot rolled* yang akan kita rencanakan untuk dipergunakan. Data ukuran dari baja yang berlaku dilapangan yang dikeluarkan oleh pabrik produsen baja berupa tabel. Penampang yang digunakan yaitu siku sama sisi 100x100x10 dan siku tidak sama sisi 90x150x10. Ukuran penampang rencana disesuikan dengan beban yang diterimanya proses input dimensi penampang diperlihatkan dibawah ini :



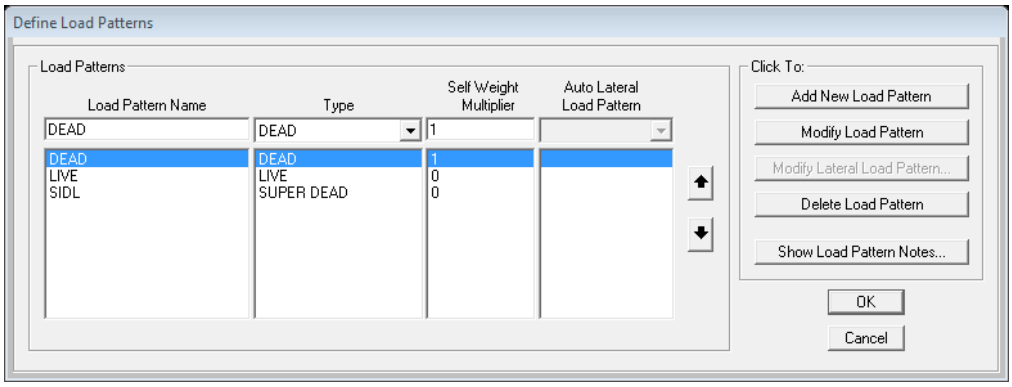
Gambar 4. 6 Input Dimensi Penampang siku sama sisi 100x100x10



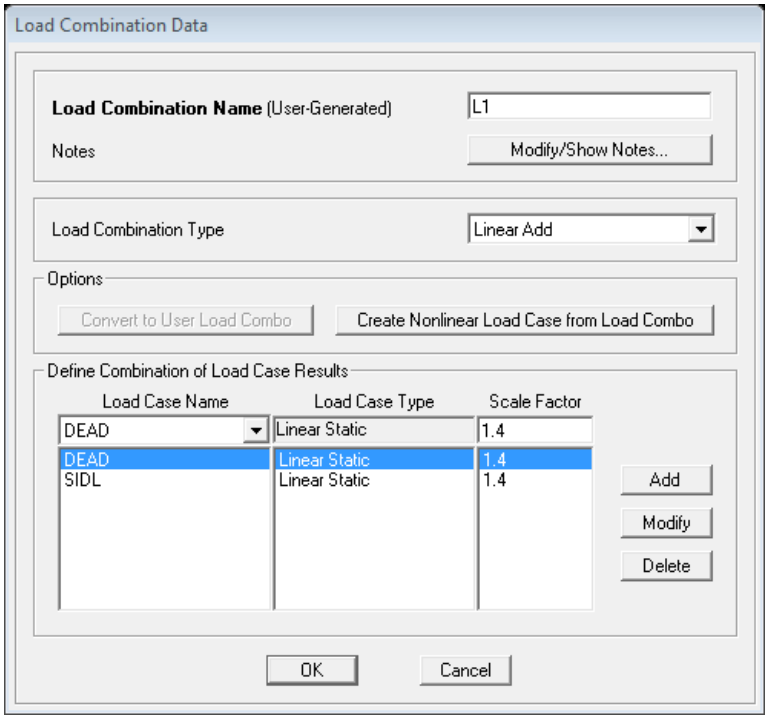
Gambar 4. 7 Input Dimensi Penampang siku tak sama sisi 90x150x10

4.4.4 Input Beban

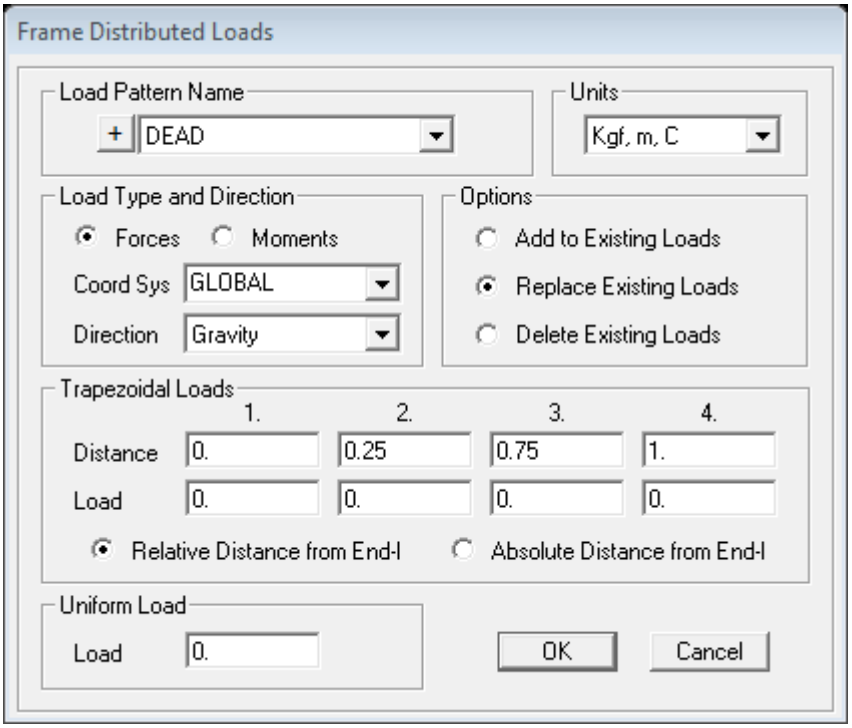
Pada proses ini dilakukan perhitungan terhadap beban yang akan dipikul oleh penampang, beban yang di input berupa beban terpusat akibat beban hidup (LL) , beban akibat berat sendiri (D) dan beban merata yang diakibatkan oleh beban mati tambahan (SIDL). Ketiga jenis beban itu akan mempengaruhi terhadap kekuatan dari struktur yang akan kita rancang, ketiga beban itu diinput kedalam *software* SAP2000 dan dibuatkan kombinasi pembebananya sesuai dengan kombinasi pembebanan yang telah dibahas sebelumya. Proses input beban dan kombinasi pembebanaan ditampilkan dibawah ini :



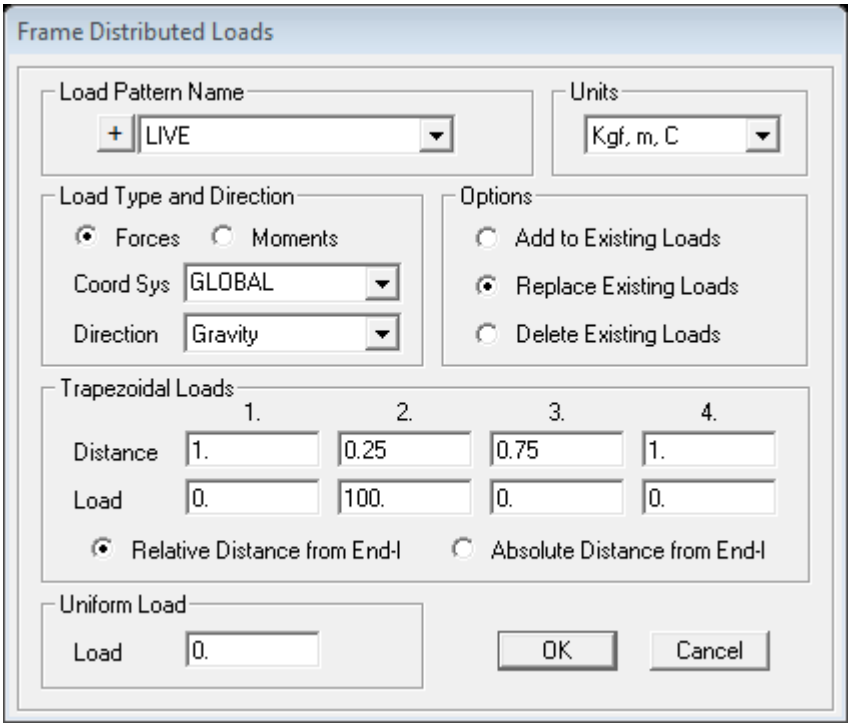
Gambar 4. 8 Input Jenis Beban



Gambar 4. 9 Kombinasi Beban



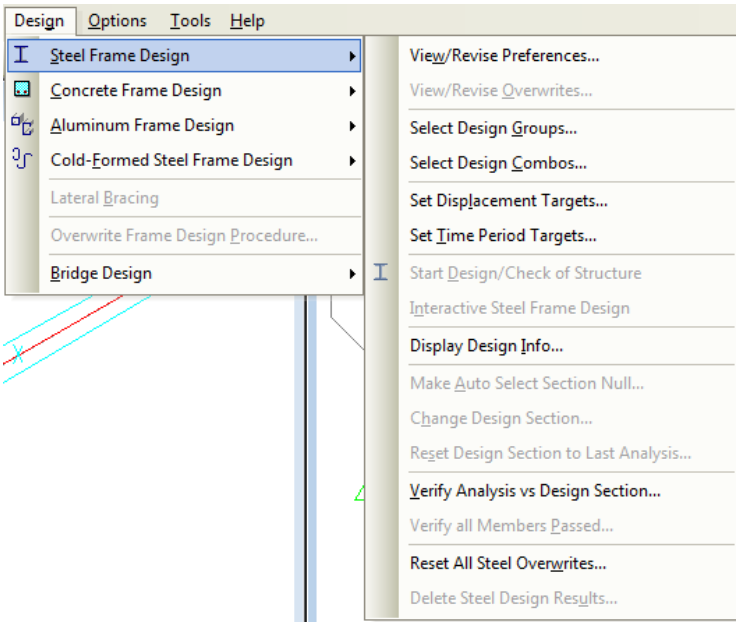
Gambar 4. 10 Input Beban Mati SIDL



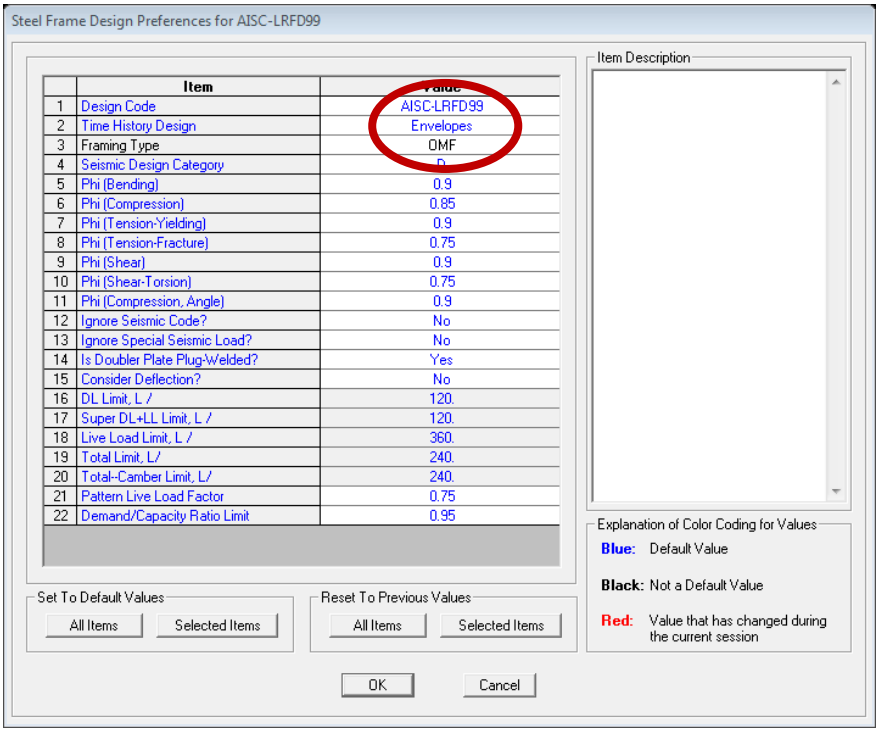
Gambar 4. 11 Input Beban Hidup

4.4.5 Pemilihan Standar Perhitungan

Seperti pembahasan sebelumya perhitungan dengan *software* SAP2000 juga dipilih standar peraturan yaitu AISC-LRFD. Untuk menampilkan menu ini dapat dilakukan dengan masuk menu *options* dan tahapan seperti dibawah ini :



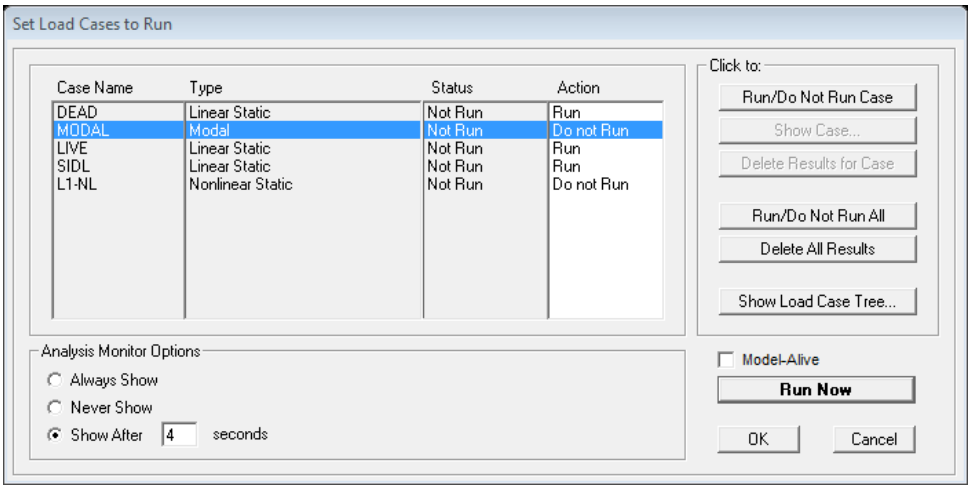
Gambar 4. 12 Standar Perhitungan



Gambar 4. 13 Standar Perhitungan

4.4.6 Run Analysis

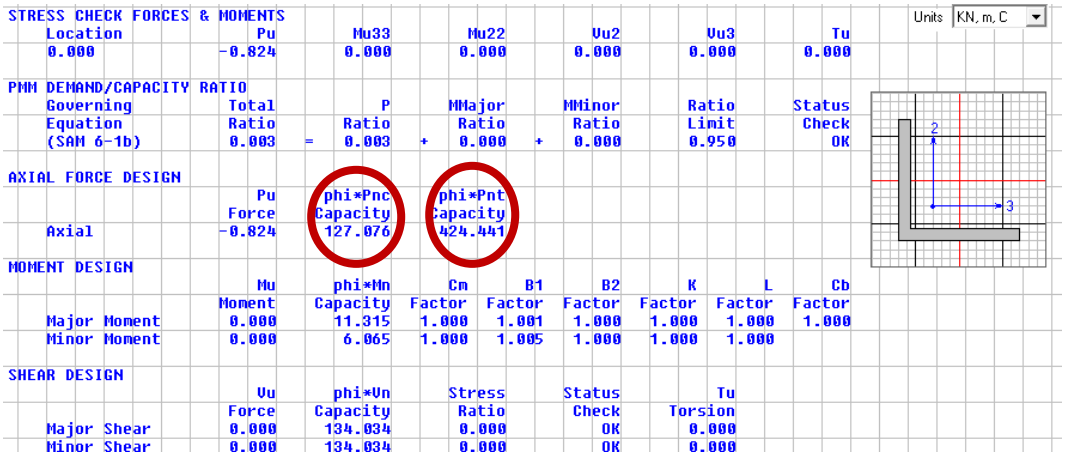
Run analysis merupakan proses penghitungan yang dilakukan oleh software terhadap material yang telah kita input dimana setelah proses input telah rampung dilaksanakan dan sudah lengkap, maka proses perhitungan pun dapat dilakukan. Proses perhitungan dari run analysis ini akan memberikan output perhitungan. yang akan kita pelajari sebagai acuan untuk penerapan dilapangan.



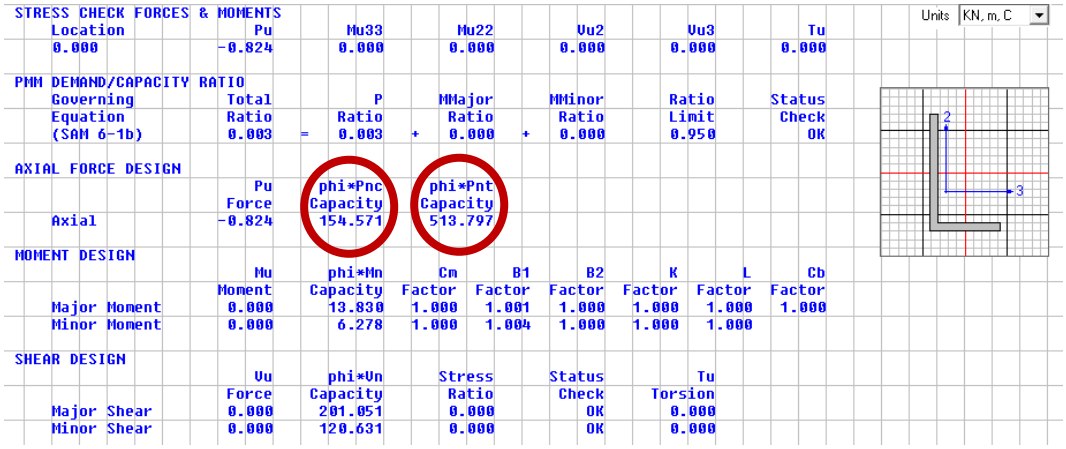
Gambar 4. 14 Run Analysis

4.4.7 Output Perhitungan

Output perhitungan merupakan hasil perhitungan yang dihasilkan dari *analysis* yang dilakukan *software* adapun *output* perhitungan diperlihatkan dibawah ini :



Gambar 4. 15 Output Perhitungan Penampang Siku Sama Sisi 100x100x10



Gambar 4. 16 Output Perhitungan Penampang Siku Sama Sisi 90x150x10

Berdasarkan data *output* yang ditunjukan pada gambar diatas perhitungan yang dihasilkan dari penggunaan Software SAP2000 untuk menghitung pembebanan pada kasus yang telah diuraikan diatas maka didapatkan nilai kuat tekan dan kuat tarik dari penampang sama sisi 100x100x10 dan tak sama sisi 90x150x10 seperti dibawah ini :

4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Terhadap Batang Sederhana

Berdasakan hasil dari masing – masing perhitungan yaitu dengan mempergunakan metode manual SNI 2011 yang mengadopsi AISC 1999 dan perhitungan dengan mempergunakan *software* SAP2000 diperoleh hasil perhitungan diperlihakan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan Menggunakan *Software* SAP2000

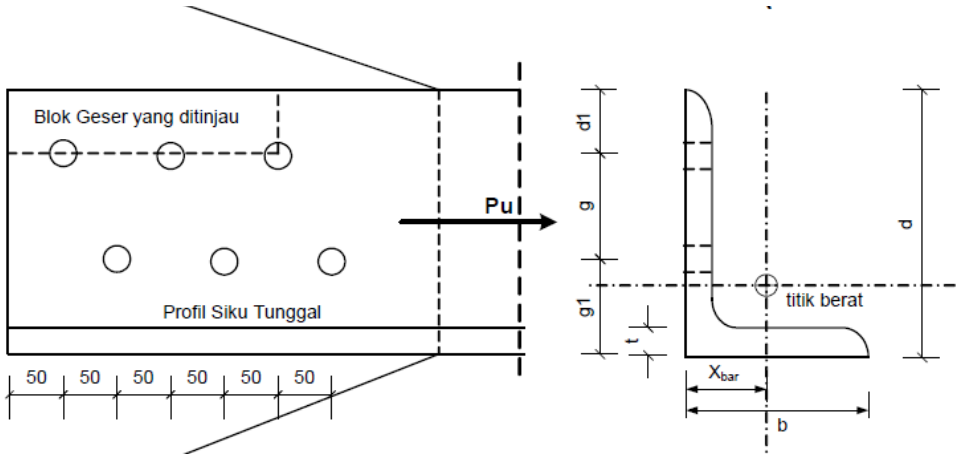
Metode perhitugan	SNI 2011	Perhitungan SAP2000	Selisih perhitungan dalam %
• Siku sama sisi			
Kuat Tarik (kN)	410400	424441	3,3
Kuat Tekan (kN)	127,74	127,07	0,5
• Siku tak sama sisi			
Kuat Tarik (kN)	501,12	513,7	3,3
Kuat Tekan (kN)	154,78	154,57	0,5

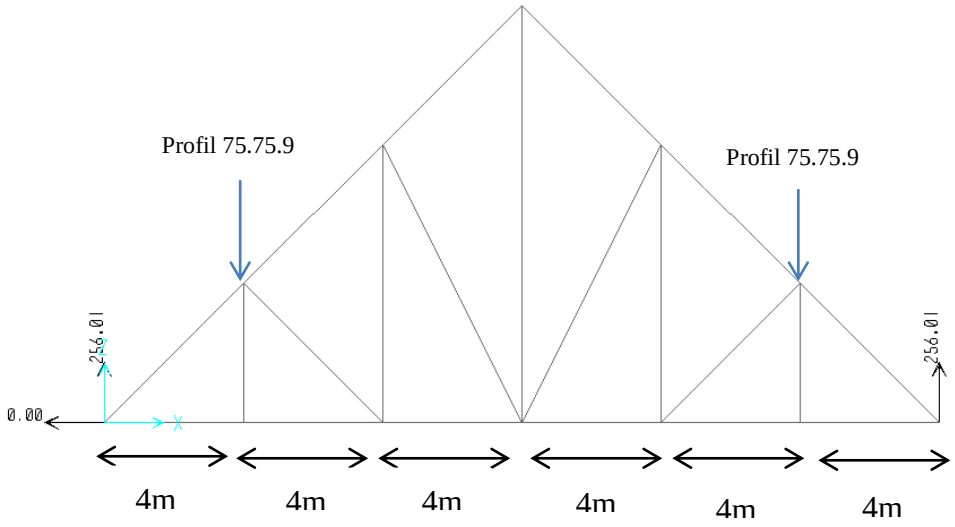
Dari tabel diatas diperoleh hasil perhitungan antara SAP2000 dan metode manual tidak terlalu berbeda dengan selisih sekitar 0,5% untuk kuat tekan, dan 3.30%

untuk kuat tarik. oleh karena itu pada *analysis* studi kasus selanjutnya untuk kecepatan pengerjaan dan mengurangi tingkat kesalahan direkomendasikan menggunakan *Software* SAP2000 untuk perhitunganya.

4.6 Studi Kasus

Studi kasus yang dipergunakan pada studi ini adalah pembangunan proyek X di lokasi X dengan mempergunakan kontruksi baja pada rangka atap, baja yang digunakan adalah baja hot rolled dengan penampang siku sama sisi 75.75.9. Panjang efektif rencana adalah 4 m, memiliki beban ultimate rencana adalah 50 kN (untuk kuat tekan dan kuat tarik rencan) dan pada sambunganya direncanakan memakai 6 buah baut 16”. Pada studi kasus ini akan dihitung kuat tarik dan kuat tekan dari penampang siku sama sisi 75.75.9, sehingga dapat diketahui mampu apa tidak nya dengan penampang tersebut menerima beban rencana. Desain penampang dapat dilihat dibawah ini :





Gambar 4.15 penampang baja yang Dihitung

Pada studi kasus ini akan menggunakan metode manual memakai software mathcad dan mengacu pada peraturan SNI 2011. Untuk perhitungannya dapat dilihat dibawah ini :

4.6.1 Menggunakan metode Manual

DESAIN TARIK PROFIL SIKU SAMA KAKI

Satuan : $kN := 1000N$ $MPa := \frac{1N}{mm^2}$ Profil L 75.75.9

Panjang Efektif $kLx := 4m$ $kLy := 4m$ $kLz := 4m$

Data penampang

$A := 12.690cm^2$ $b := 75mm$ $t := 9mm$

$imin := 1.45cm$ $imaks := 2.84cm$ Jarak titik berat $e := 2.250cm$

Data bahan $E := 200000MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $Fy := 240MPa$ $Fu := 370MPa$ BJ37

Beban Terfaktor $Pu := 100kN$

Baut $d := 16mm$ $db := 18mm$ Jumlah baut $nb := 2$

Jarak antar baut $s := 50mm$

Berat bersih $Ae := A - (db \cdot t)nb$ $Ae = 9.45 \cdot cm^2$

$Pn1 := Fy \cdot A$ $Pn1 = 304.56 \cdot kN$

$Pn2 := Fu \cdot Ae$ $Pn2 = 349.65 \cdot kN$

DESAIN TEKAN PROFIL SIKU SAMA KAKI

Satuan : $kN := 1000N$ $MPa := \frac{1N}{mm^2}$ Profil L 75.75.9

Panjang Efektif $kLx := 4m$ $kLy := 4m$ $kLz := 4m$

Data penampang $A := 12.690cm^2$ $b := 75mm$ $t := 9mm$

$imin := 1.458cm$ $imaks := 2.84cm$ Jarak titik berat $e := 2.250cm$

Data bahan $E := 200000MPa$ $G := \frac{E}{2.6}$ $Fy := 240MPa$ BJ37

$Fu := 370MPa$

Beban Terfaktor $Pu := 100kN$

Cek kelangsingan penampang

$\frac{b}{t} = 8.333$

$$Cek := \begin{cases} \text{"Penampang Tidak Langsing"} & \text{if } \frac{b}{t} \le 0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} \\ \text{"Penampang Langsing"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$0.45\sqrt{\frac{E}{Fy}} = 12.99$ $Cek = \text{"Penampang Tidak Langsing"}$

Menghitung kuat tekuk lentur untuk sb x (sumbu lemah)

$rx := imin$ $rx = 0.015\,m$

$\frac{kLx}{rx} = 274.348$ $$Cek := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \frac{kLx}{rx} \le 200 \\ \text{"Tidak OK"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\lambda c := \frac{kLx}{rx \cdot \pi}\cdot\sqrt{\frac{Fy}{E}} \qquad \lambda c = 3.025 \qquad \sqrt{\frac{Fy}{E}} = 0.035$$

$$Fcr1 := \begin{cases} \left[\left(0.658^{\lambda c^2}\right)\cdot Fy\right] & \text{if } \lambda c \le 1.5 \\ \left(\left(\frac{0.877}{\lambda c^2}\cdot Fy\right)\right) & \text{if } \lambda c > 1.5 \end{cases} \qquad Fcr1 = 23\cdot MPa$$

Menghitung Kuat Tekuk Torsi Lentur untuk sb Y

$$Iy := imaks^2\cdot A \qquad Iy = 1.024 \times 10^{-6}\, m^4$$

$$Ix := imin^2\cdot A \qquad Ix = 2.698 \times 10^{-7}\, m^4$$

$$J := \frac{2}{3}\left(b - \frac{t}{2}\right)\cdot t^3 \qquad J = 3.426 \times 10^{-8}\, m^4$$

$$Cw := \frac{2}{36}\left[(b - 0.5t)^3 t^3\right] \qquad Cw = 1.419 \times 10^{-5}\, L^2$$

$$x0 := 0mm \qquad y0 := \frac{(e - 0.5\cdot t)}{\cos(45deg)} \qquad y0 = 0.025\, m$$

$$r0 := \sqrt{x0^2 + y0^2 + \frac{(Ix + Iy)}{A}} \qquad r0^2 = 16.671\cdot cm^2$$

$$H := 1 - \left(\frac{x0^2 + y0^2}{r0^2}\right) \qquad H = 0.611$$

$$ry := \sqrt{\frac{Ix}{A}} \qquad ry = 1.458\cdot cm$$

$$\lambda y := \frac{kLy}{ry} \qquad \lambda y = 274.348$$

$$Fey := \frac{\pi^2\cdot E}{\lambda y^2} \qquad Fey = 26.226\cdot MPa$$

$$Fez := \left[\frac{\pi\, E\cdot Cw}{(kLz)^2} + G\cdot J\right]\cdot\frac{1}{A\cdot r0^2} \qquad Fez = 1.246 \times 10^3\cdot MPa$$

$$Fe := \frac{Fey + Fez}{2\cdot H}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4\cdot Fey\cdot Fez\cdot H}{(Fey + Fez)^2}}\right] \qquad Fe = 26.01\cdot MPa$$

$$\lambda e := \sqrt{\frac{Fy}{Fe}} \qquad \lambda e = 3.038$$

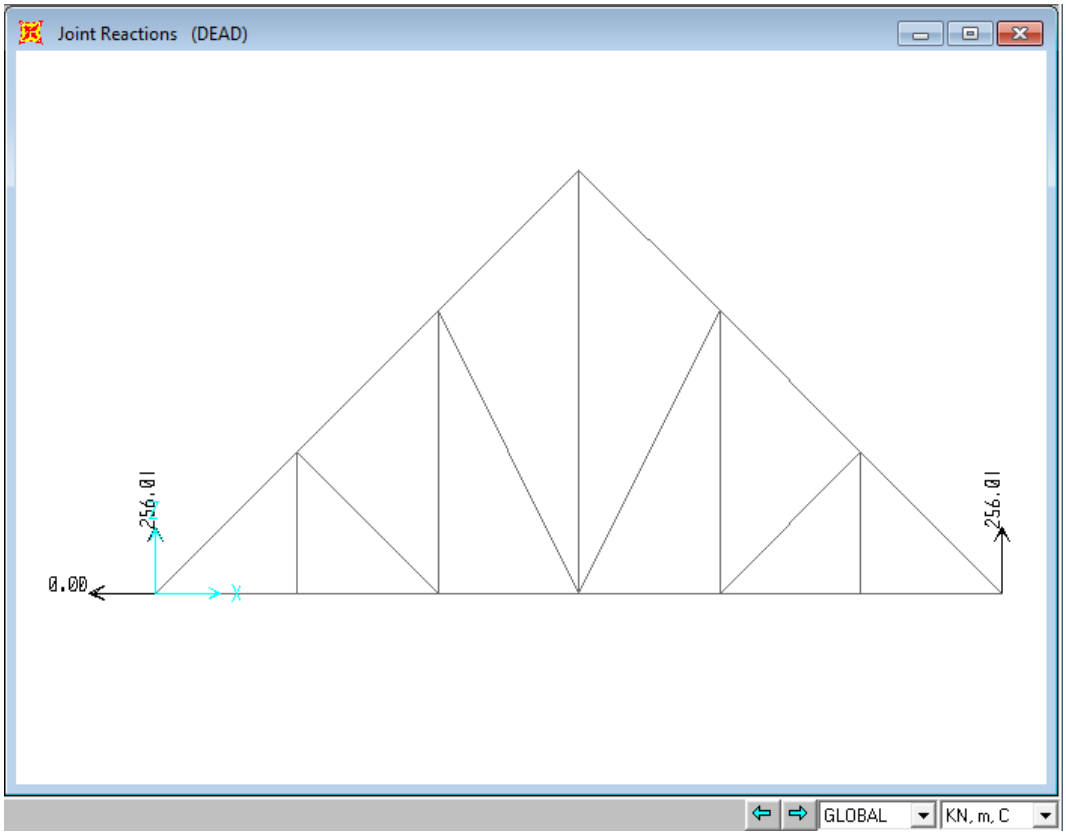
$$Fcr2 := \begin{cases} \left(0.658^{\lambda e^2} \cdot Fy\right) & \text{if } \lambda e \le 1.5 \\ \left(\left(\frac{0.877}{\lambda e^2}\right) \cdot Fy\right) & \text{if } \lambda e > 1.5 \end{cases} \qquad Fcr2 = 22.811 \cdot MPa$$

Kuat Desain Batang Tekan

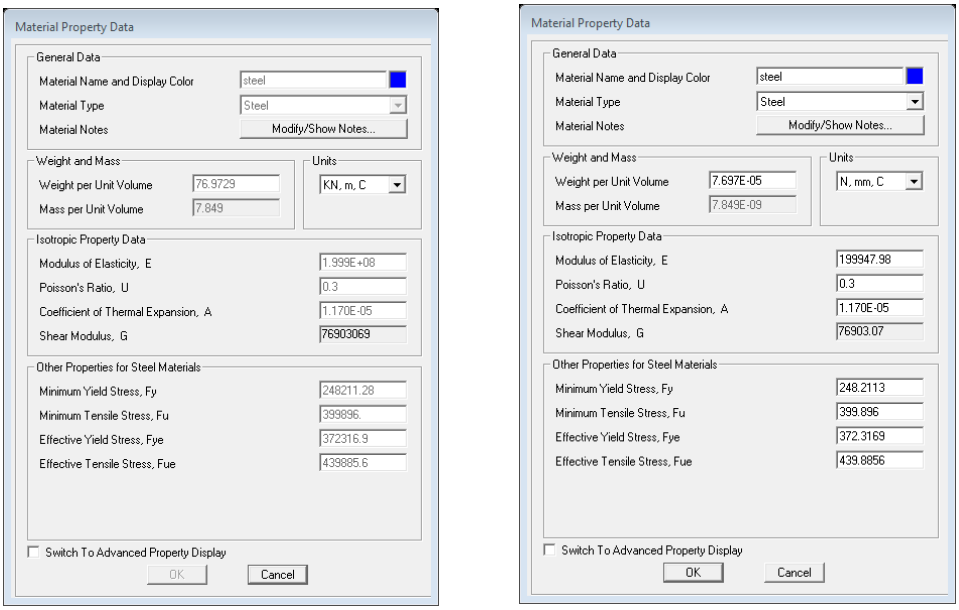
$\phi c := 0.85$ $\quad Fcr := \min(Fcr1, Fcr2)$ $\quad Fcr = 22.811 \cdot MPa$

$\phi c \cdot Fcr \cdot A = 24.605 \cdot kN$

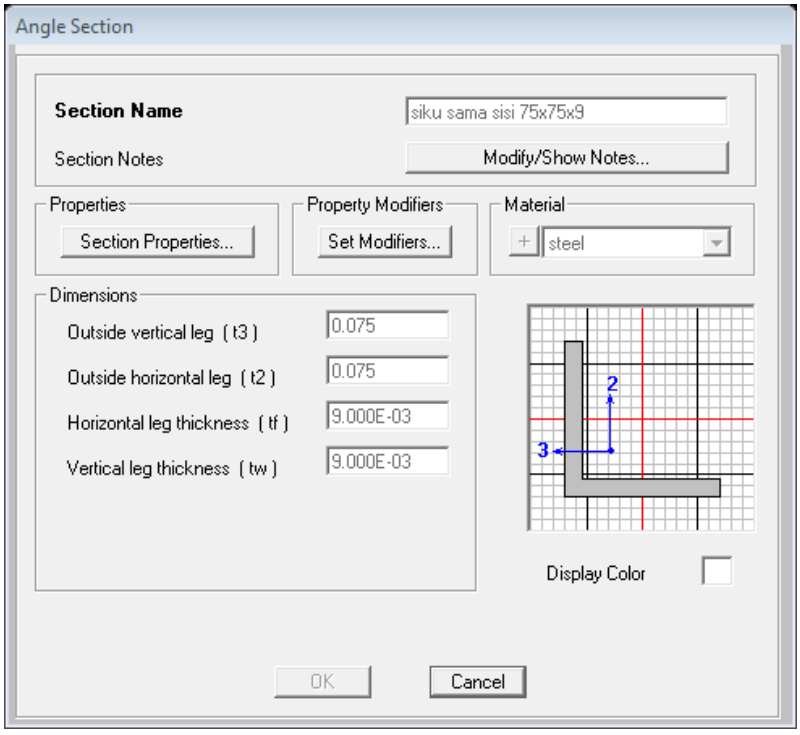
4.6.2 Menggunakan Software SAP2000 v14



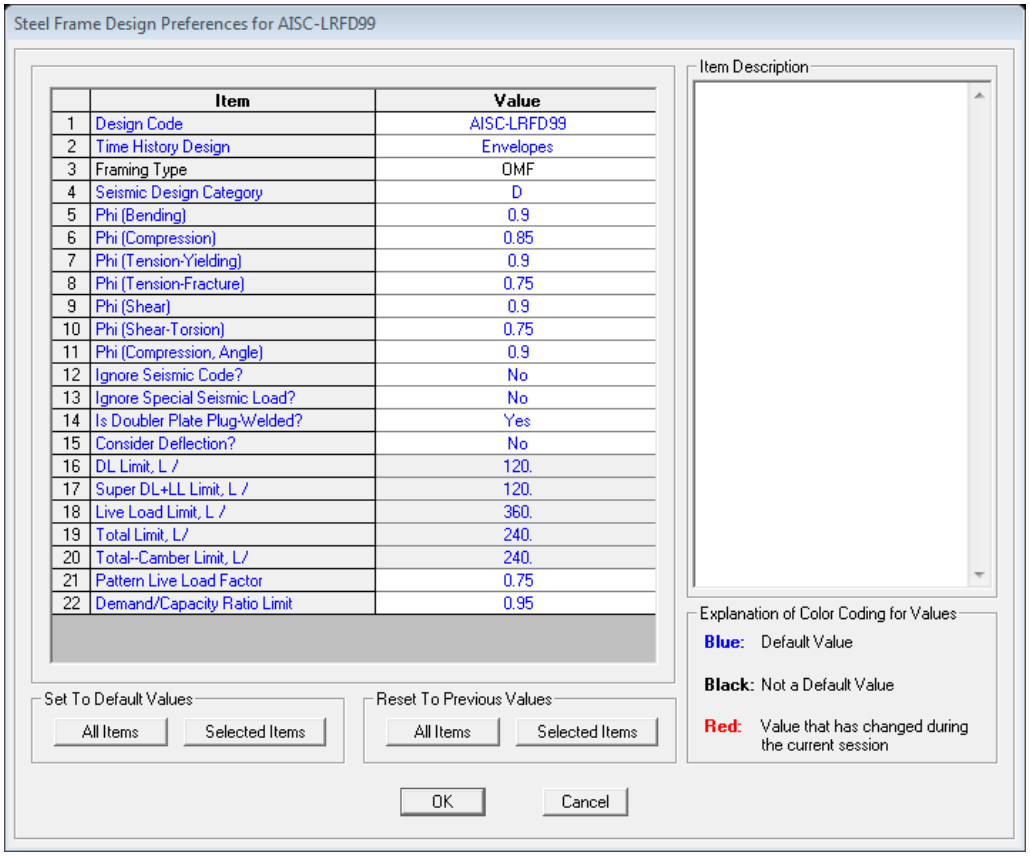
Gambar 4. 17 Pemodelan Batang Sederhana



Gambar 4. 18 Input Material

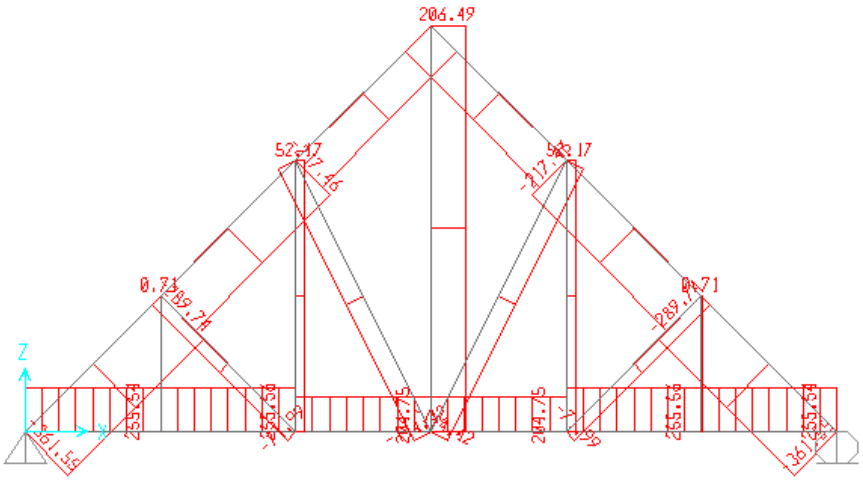


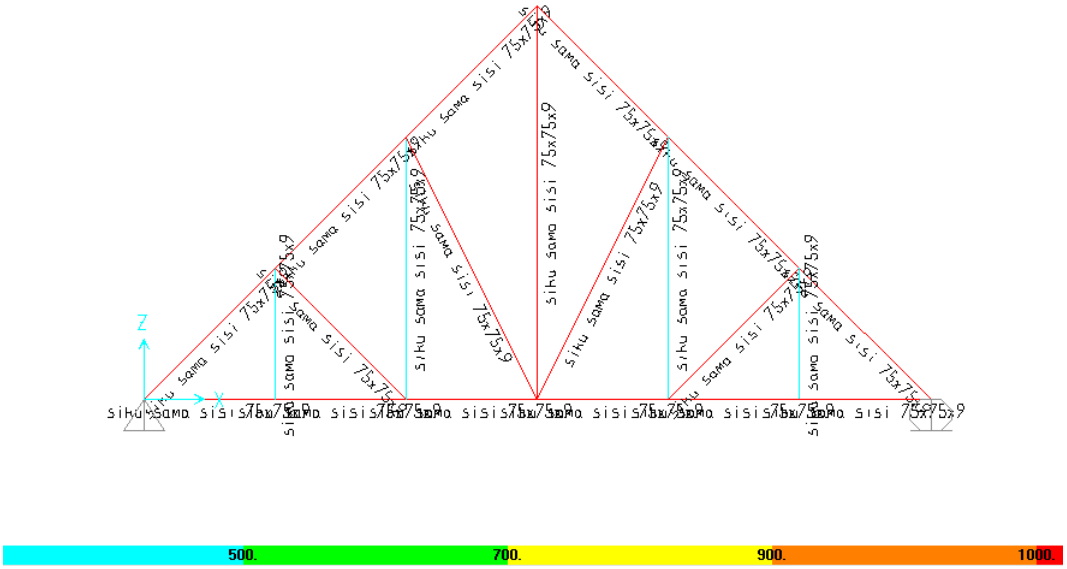
Gambar 4. 19 Input Dimensi Penampang



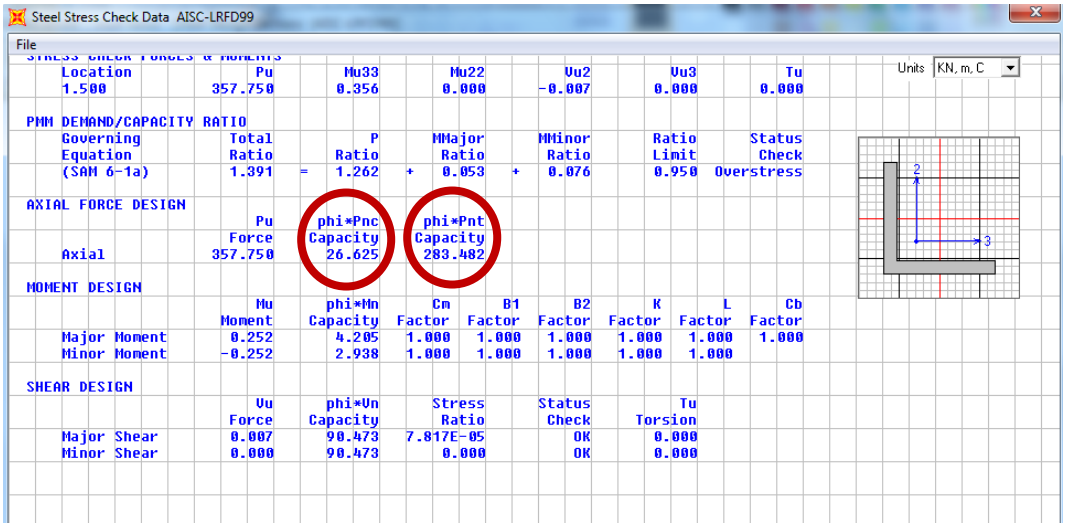
	Item	Value
1	Design Code	AISC-LRFD99
2	Time History Design	Envelopes
3	Framing Type	OMF
4	Seismic Design Category	D
5	Phi (Bending)	0.9
6	Phi (Compression)	0.85
7	Phi (Tension-Yielding)	0.9
8	Phi (Tension-Fracture)	0.75
9	Phi (Shear)	0.9
10	Phi (Shear-Torsion)	0.75
11	Phi (Compression, Angle)	0.9
12	Ignore Seismic Code?	No
13	Ignore Special Seismic Load?	No
14	Is Doubler Plate Plug-Welded?	Yes
15	Consider Deflection?	No
16	DL Limit, L /	120.
17	Super DL+LL Limit, L /	120.
18	Live Load Limit, L /	360.
19	Total Limit, L/	240.
20	Total--Camber Limit, L/	240.
21	Pattern Live Load Factor	0.75
22	Demand/Capacity Ratio Limit	0.95

Gambar 4. 20 Pemilihan Standar Perhitungan





Gambar 4. 21 Run Analysis



Gambar 4. 22 Output Perhitungan

Dari perhitungan diatas diperoleh kuat tarik dan tekan dri penampang memenuhi dari beban rencana yang diterima penampang tersebut. Hasil dari perhitungan dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 4. 5 Hasil Perhitungan Studi Kasus

Rumus	SNI 2011	SAP2000 v14	**Selisih perhitungan dalam %**
Kuat Tarik (kN)	304,56	283,482	7
Kuat Tekan(kN)	24,605	26,625	7.5