

BAB 8

STRUKTUR BAJA LANJUT

8.1 TINJAUAN PUSTAKA

Struktur baja merupakan kerangka utama sebuah bangunan yang seluruhnya atau sebagian besar komponennya terbuat dari baja. Kombinasi terorganisir dari berbagai profil baja, seperti balok I, H, profil C, dan siku, disusun sedemikian rupa untuk membentuk rangka yang kokoh dan efisien. Desain struktur baja ini dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan estetika dan fungsional bangunan, serta memperhitungkan beban-beban yang akan bekerja pada struktur tersebut, seperti beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa.

Penggunaan struktur baja pada proyek konstruksi berskala menengah dan besar, terutama pada bangunan pra-rekayasa (*pre-engineered building*), semakin populer. Hal ini dikarenakan beberapa keunggulan yang dimiliki oleh baja dibandingkan dengan material konstruksi lainnya, seperti beton. Baja memiliki kekuatan tarik yang tinggi, bobot jenis yang ringan, dan fleksibilitas dalam bentuk serta ukuran. Selain itu, proses fabrikasi dan pemasangan struktur baja relatif lebih cepat, sehingga dapat menghemat waktu konstruksi.

Baja struktural, sebagai bahan utama penyusun struktur baja, memiliki karakteristik yang sangat baik untuk aplikasi konstruksi. Komposisi kimia baja yang tepat, serta proses pengolahan yang modern, menghasilkan material dengan sifat mekanik yang unggul, seperti kekuatan tarik, kekuatan luluh, dan modulus elastisitas yang tinggi. Berbagai jenis baja struktural tersedia di pasaran, masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda dan sesuai untuk aplikasi tertentu.

Sub-struktur pada bangunan dengan struktur baja umumnya terdiri dari kolom, balok, rangka atap, dan elemen-elemen penunjang lainnya. Kolom berfungsi sebagai penyangga beban vertikal, sedangkan balok berfungsi untuk mendistribusikan beban ke kolom. Rangka atap berfungsi untuk menahan beban atap dan menyalurkannya ke kolom. Semua elemen sub-struktur ini saling terhubung secara kuat melalui sambungan-sambungan yang dirancang khusus.

8.2 PEMBAHASAN

8.2.1 Baja Strutting



Gambar 8. 1 Penempatan Baja Strutting

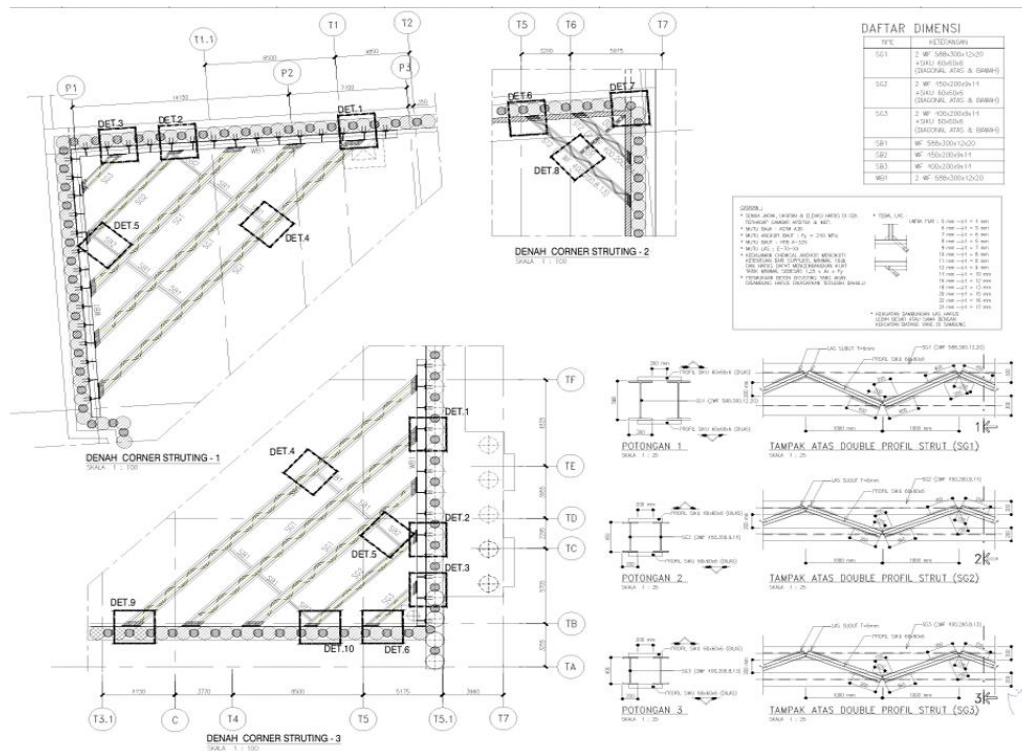


Gambar 8. 2 Baja Strutting Tampak Atas

Baja strutting adalah elemen pendukung sementara yang sangat penting dalam konstruksi. Fungsinya adalah untuk memberikan penopang sementara pada struktur bangunan saat dalam proses pembangunan atau perbaikan. Strukturnya yang sederhana namun kuat memungkinkan baja strutting untuk menahan beban yang cukup besar, sehingga memberikan stabilitas dan keamanan selama proses konstruksi berlangsung. Pada pembangunan EKA HOSPITAL BSD, baja strutting dipakai untuk menahan beban-beban bangunan di sekitar proyek pembangunan EKA HOSPITAL BSD.



Gambar 8. 3 Perletakan Baja Strutting Pada Proyek Pemabangunan EKA HOSPITAL BSD



Gambar 8. 4 Dimensi Baja Strutting

8.2.2.1 Metode Pekerjaan Baja Strutting

a. Baja Strutting

- 1) Aplikator: PT. Z Mas
- 2) Monitoring dan Evaluasi
 - Approval material strutting
 - Penyediaan peralatan dan material sesuai volume kebutuhan dengan spesifikasi yang disyaratkan
 - Pengecekan kondisi alat bantu kerja
 - Monitoring pekerjaan strutting sesuai shop drawing

Shop drawing merupakan gambar kerja detail yang dibuat khusus untuk pelaksanaan konstruksi baja strutting. Dokumen ini disusun oleh divisi *engineering* kontraktor pelaksana berdasarkan gambar desain dari konsultan perencana. Shop drawing berisi informasi lengkap mengenai dimensi, material, sambungan, dan prosedur pelaksanaan yang harus diikuti di lapangan.

- 3) Metode Pekerjaan
 - Persiapan peralatan

Pelaksanaan pekerjaan baja strutting memerlukan persiapan peralatan yang memadai. Beberapa peralatan utama yang umumnya digunakan antara lain:

- Tower Crane



Gambar 8. 5 Tower Crane

Alat berat ini berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan material baja ke lokasi pemasangan. Dengan jangkauan yang luas, tower crane sangat efektif untuk pekerjaan konstruksi bertingkat.

- Mesin Las



Gambar 8. 6 Mesin Las

Sambungan-sambungan material baja akan disatukan menggunakan mesin las. Kualitas pengelasan sangat penting untuk memastikan kekuatan dan ketahanan struktur strutting.

- Total Station

Alat ukur presisi ini digunakan untuk menentukan posisi yang tepat dari setiap komponen strutting. Dengan total station, akurasi pemasangan dapat terjamin sehingga struktur menjadi stabil.

- Jack Hammer



Gambar 8. 7 Jack Hammer

Alat ini berfungsi untuk membuat lubang pada beton atau struktur lain sebagai tempat pemasangan angkur. Angkur berfungsi untuk mengikat strutting pada struktur bangunan.

- Fabrikasi baja strutting

Pekerjaan Pabrikasi baja strutting adalah proses penyiapan dan perakitan baja yang akan digunakan pada pekerjaan strutting. Proses perakitan baja dilakukan pada area fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan dan pengelasan baja sesuai kebutuhan yang ada di lapangan. Pekerjaan fabrikasi baja strutting dikerjakan dengan penyesuaian gambar shop drawing. Setelah pabrikasi, dilakukan mobilisasi material ke arah proyek.

- Uji penetran, adalah metode pengujian non-destruktif (NDT) yang digunakan untuk mendeteksi cacat pada permukaan material seperti retak, porositas, dan cacat permukaan lainnya. Uji ini bekerja dengan memanfaatkan cairan penetran yang dapat meresap ke dalam celah atau retakan yang ada pada permukaan material dan kemudian memperlihatkannya secara visual.
- Pengecatan Anti karat (zinchromate), digunakan untuk mencegah karat dan korosi.
- Pekerjaan Ground Anchor

Ground anchor pada dasarnya adalah sistem pendukung dinding penahan tanah yang bekerja memanfaatkan daya lekat dengan tanah dan gaya tarik antar strand-nya.

Tahap pekerjaan ground anchor dilakukan sebagai berikut:

- 1) Pekerjaan Persiapan, seperti pembersihan lokasi dan pengadaan material.
- 2) Pengukuran dan penandaan lokasi titik-titik ground anchor
- 3) Platform Kerja Pekerjaan Ground Anchor, Dikarena ground anchor sering dipasang pada beberapa level ketinggian yang berbeda, maka metode pemasangannya harus disesuaikan dengan elevasi pengerjaan galian.
- 4) Drilling, dilakukan dengan cara mengarahkan dan setting posisi mesin bor dan diameter lubang bor sesuai dengan gambar rencana. Saat pengeboran perlu dilakukan pembilasan yang bertujuan untuk membuang lumpur dan kotoran dari lubang bor.



Gambar 8. 8 Pekerjaan drilling

- 5) Instalasi tendon ke dalam lubang bor, hal yang harus dilakukan yaitu memasukkan tendon ke dalam lubang, pastikan panjang strand diluar lubang mencukupi untuk stressing, kemudian cek dan perbaiki posisi tendon sebelum digrouting. Segera setelah pekerjaan instalasi tendon, grouting segera dilaksanakan dalam waktu kurang dari 24 jam dengan menggunakan pompa grouting.



Gambar 8. 9 Instalasi tendon

- 6) Pasang waller beam, Bracket dan Bearing pad, pemasangan ini merupakan temporary sistem untuk alas kerja dan transfer beban pada pekerjaan ground anchor yang nantinya akan dibongkar.



Gambar 8. 10 Contoh pemasangan waller beam

- 7) Pasang anchor head, kepala anchor dipasang langsung pada bracket baja dan akan dilepas setelah pengecoran slab lantai basement sudah mencapai level kepala ground anchor.



Gambar 8. 11 Anchor Head

- 8) Stressing ground anchor, dilakukan dengan cara memposisikan hydraulic jack pada anchor head, pastikan tidak ada celah antara jack dengan anchor block, tandai strand pada bagian jack untuk monitor perpanjangan kabel.



Gambar 8. 12 Stressing ground anchor

- Pekerjaan Instal strutting

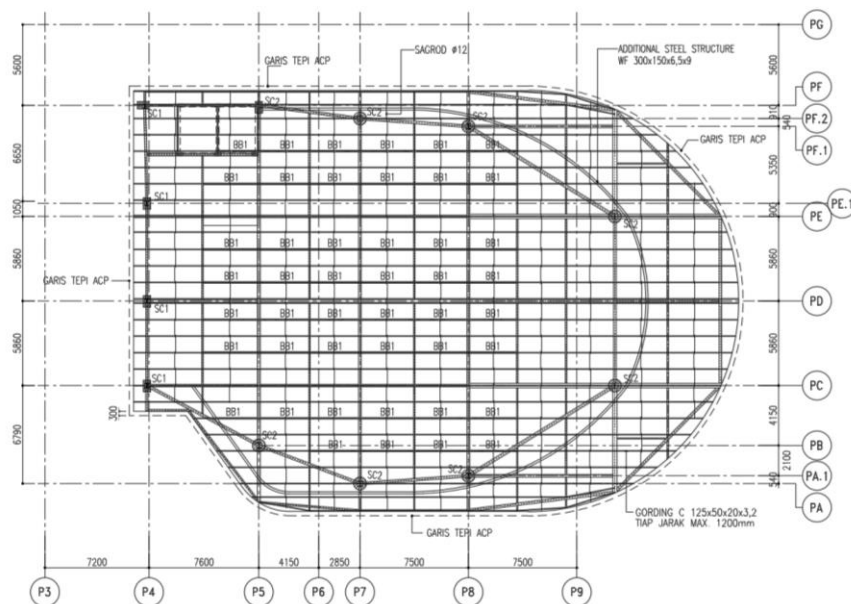
Tahap pekerjaan strutting beam dilakukan sebagai berikut:

- Pasang plat landas baja pada waller beam
- Pasang strutting beam secara bertahap sesuai dengan gambar rencana
- Pasang baut sebagai pengunci strutting beam dan waller beam

- Pekerjaan Grouting

Grouting adalah proses mengisi celah atau rongga pada struktur material dengan bahan tertentu yang memiliki sifat tidak menyusut dan cenderung mengembang.

8.2.2 Rangka Atap Baja



Gambar 8. 13 Rangka Atap Bangunan Ptoon

Baja adalah alternatif untuk mengatasi kelemahan kayu dari masalah keawetan, tetapi baja ringan mempunyai beberapa kelemahan yaitu berat jenis tinggi, tidak mudah dalam pembuatan bentang besar dan memerlukan pengawasan ekstra ketat dalam pelaksanaannya dan pembuatannya.

Penggunaan material baja yang dikombinasikan usuk profil C dan reng adalah suatu alternatif untuk mengatasi kelemahan dari penggunaan material rangka atap beton dan kayu, sehingga penggunaannya cukup populer. Penggunaan material ini, memerlukan penanganan khusus dalam penyambungan dengan baut, peralatan dan sisa material baja. Rangka atap baja untuk rumah mulai dikenal dan dipergunakan empat sampai lima tahun terakhir, dan baja merupakan baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun kekuatannya cukup besar.

8.2.2.1 Perhitungan Pembebanan

a) Beban Mati (q)

- Beban penutup atap = $50 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} = 50 \text{ kg/m}$
- Berat Gording = 5.5 kg/m
- Beban Mati (q) = $50 \text{ kg/m} + 5.5 \text{ kg/m} = 55.5 \text{ kg/m}$

b) Beban Hidup

Beban hidup adalah beban terpusat dan terjadi karena beban manusia yang bekerja pada pekerjaan atap dan beban air hujan.

1) Beban Hidup Pekerja = 100 kg

2) Beban Air Hujan

Beban hidup akibat hujan (PPI UG 1983 BAB 3 Pasal 3.2 Ayat 2a)

$$q = (40 - (0.8\alpha)) = (40 - (0.8 \times 1^\circ))$$

$$= 39.98 \text{ kg/m}^2 \geq 20 \text{ kg/m}^2$$

Karena $q > 20 \text{ kg/cm}^2$, maka diambil $q = 20 \text{ kg/m}^2$

$$\text{Beban air hujan} = 20 \times 7.4 \times 1.132 = 167.54 \text{ kg}$$

c) Beban Angin

Tekanan tiup angin = 25 kg/m^2

Koefisien angin:

- Angin tekan = $0.02\alpha - 0.4 = 0.02 \times 1^\circ - 0.4 = 0.4$
- Angin hisap Beban angin = -0.40

(PPPURG, hal 21)

Beban angin

- Beban angin tekan = $0.2 \times 1.132 \text{ m} \times 25 \text{ kg/m}^2 = 5.66 \text{ kg/m}$

- Beban angin hisap = $-0,4 \times 1.132 \text{ m} \times 25 \text{ kg/m}^2 = -11.32 \text{ kg/m}$

d) Momen Akibat Pembebanan

1) Beban Mati (D)

$$q = 55.5 \text{ kg/m}$$

$$\begin{aligned} q_x &= q \sin \alpha \\ &= 55.5 \text{ kg/m} \cdot \sin 1^\circ \\ &= 0.97 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_y &= q \cos \alpha \\ &= 55.5 \text{ kg/m} \cdot \cos 1^\circ \\ &= 55.49 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{xi} &= (1/8 \cdot q_x \cdot L^2) \cdot 0.8 \\ &= (1/8 \times 0.97 \times 7.4^2) \times 0.8 \\ &= 5.31 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{yi} &= (1/8 \cdot q_y \cdot L^2) \cdot 0.8 \\ &= (1/8 \times 55.49 \times 7.4^2) \times 0.8 \\ &= 303.86 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

2) Beban Hidup

• **Beban Hidup Pekerja**

$$P = L = 100$$

$$\begin{aligned} P_x &= P \sin \alpha \\ &= 100 \times \sin 1^\circ \\ &= 1.74 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_y &= P \cos \alpha \\ &= 100 \times \cos 1^\circ \\ &= 99.98 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{x2} &= (1/4 \cdot P_x \cdot L) \cdot 0.8 \\ &= (1/4 \times 1.74 \times 7.4) \times 0.8 \\ &= 2.58 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{y2} &= (1/4 \cdot P_y \cdot L) \cdot 0.8 \\ &= (1/4 \times 99.98 \times 7.4) \times 0.8 \\ &= 147.97 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

• **Beban Hidup Air Hujan**

$$P = L = 157.54 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} P_x &= P \sin \alpha \\ &= 157.54 \times \sin 1^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= 2.92 \text{ kg} \\
P_y &= P \cos \alpha \\
&= 167.54 \times \cos 1^\circ \\
&= 167.51 \text{ kg} \\
M_{x2} &= (1/4 \cdot P_x \cdot L) \cdot 0.8 \\
&= (1/4 \times 2.92 \times 7.4) \times 0.8 \\
&= 4.32 \text{ kg.m} \\
M_{y2} &= (1/4 \cdot P_y \cdot L) \cdot 0.8 \\
&= (1/4 \times 167.51 \times 7.4) \times 0.8 \\
&= 247.91 \text{ kg.m}
\end{aligned}$$

Maka jumlah beban hidup pekerja dan beban hidup air hujan adalah

$$\begin{aligned}
M_{x2} &= 2.58 \text{ kg.m} + 4.32 \text{ kg.m} \\
&= 6.9 \text{ kg.m} \\
M_{y2} &= 147.97 \text{ kg.m} + 247.91 \text{ kg.m} \\
&= 395.88 \text{ kg.m}
\end{aligned}$$

3) Beban Angin

$$\begin{aligned}
\text{Tekanan tiup angin} &= 25 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Beban angin tekan} &= 5.66 \text{ kg/m}^2 \\
\text{Beban angin hisap} &= -11.32 \text{ kg/m}^2 \\
M_{y3} \text{ tekan} &= (1/8 \cdot W_{ty} \cdot L^2) \cdot 0.8 \\
&= (1/8 \cdot 5.66 \cdot 7.4^2) \times 0.8 \\
&= 30.99 \text{ kg.m} \\
M_{y3} \text{ hisap} &= (1/8 \cdot W_{ty} \cdot L^2) \cdot 0.8 \\
&= (1/8 \cdot (-11.32) \cdot 7.4^2) \times 0.8 \\
&= -61.99 \text{ kg.m}
\end{aligned}$$

e) Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang bekerja pada struktur kuda-kuda diinput ke dalam program SAP v.14 dengan cara mengisi beban apa saja yang bekerja dengan cara Define-Load Patterns, Kombinasi pembebanannya dapat diinput dengan cara Define-Load Combinations. Menurut pasal 6.6.2 SNI 03-1729-2002 kombinasi pembebanan dijabarkan sebagai berikut:

1) 1,4D

$$U_x = 1.4 (5.31 \text{ kg.m}) = 7.43 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1.4 (303.86 \text{ kg.m}) = 425.4 \text{ kg.m}$$

2) 1,2D + 1,6 L + 0,5 (La atau H)

$$U_x = 1,2 (5.31 \text{ kg.m}) + 0,5 (2.58 \text{ kg.m}) = 94.66 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (303.86 \text{ kg.m}) + 0,5 (147.97 \text{ kg.m}) = 133.19 \text{ kg.m}$$

3) 1,2D + 1,6 (La atau H) + (0,8W)

$$U_x = 1,2 (5.31 \text{ kg.m}) + 1.6 (2.58 \text{ kg.m}) + 0,8 (0) = 94.66 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (303.86 \text{ kg.m}) + 1.6 (147.97 \text{ kg.m}) + 0,8 (6.69 \text{ kg.m}) = 194.21 \text{ kg.m}$$

4) 1,2 D + 1,3 W + 0,5 La

$$U_x = 1,2 (5.31 \text{ kg.m}) + 1,3 (0) + 0,5 (2.58 \text{ kg.m}) = 94.66 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (303.86 \text{ kg.m}) + 1,3 (30.99 \text{ kg.m}) + 0,5 (147.97 \text{ kg.m}) = 121.88 \text{ kg.m}$$

5) 0,9D ± (1,3W atau 1,0E)

$$U_x = 0.9 (54.76 \text{ kg.m}) + 1,3 (0) = 49.28 \text{ kg.m}$$

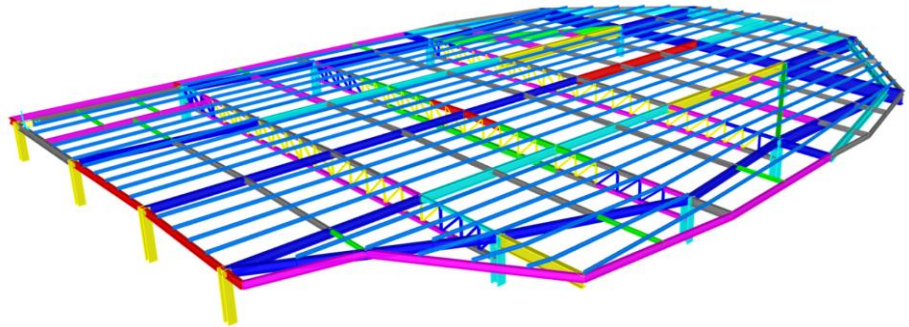
$$U_y = 0,9 (65.66 \text{ kg.m}) + 1,3 (30.99 \text{ kg.m}) = 67.79 \text{ kg.m}$$

Analisis Perhitungan Kekuatan Struktur Rangka Atap Baja
Menggunakan SAP2000

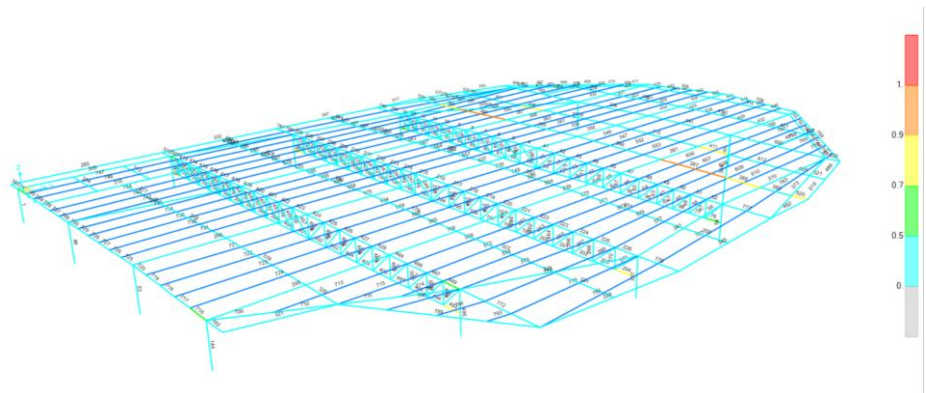
Tabel 4 Profil Baja Rangka Atap

TYPE	DIMENSI	H	B	Tw	Tf
SC1	H 300x300x10x15	300	300	10	15
SC2	H 350x350x12x19	350	350	12	19
SG1A	WF 150x75x5x7	150	75	5	7
SG2	WF 200x100x5.5x8	200	100	5.5	8
SG2A	WF 250x125x6x9	250	125	6	9
SG3	WF 300x150x6.5x9	300	150	6.5	9
SG3A	WF 350x175x7x11	350	175	7	11
SG4	WF 400x200x8x13	400	200	8	13
SG4A	WF 450x200x9x14	450	200	9	14
SG5	WF 500x200x10x16	500	200	10	16
SG6A	WF 588x300x12x20	588	300	12	20
SG7	WF 700x300x13x24	700	300	13	24
SB1A	WF 150x75x5x7	150	75	5	7
SB2	WF 200x100x5.5x8	200	100	5.5	8
SB2A	WF 250x125x6x9	250	125	6	9
SB3	WF 300x150x6.5x9	300	150	6.5	9

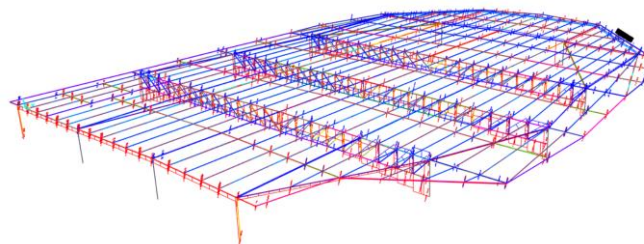
SB4	WF 400x200x8x13	400	200	8	13
SB3A	WF 350x175x7x11	350	175	7	11
SB5	WF 500x200x10x16	500	200	10	16
BB1	C 125x50x20x3.2	125	50	3.2	3.2



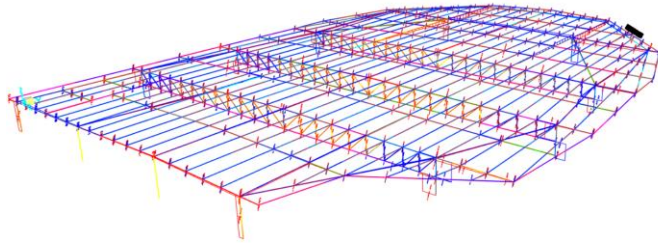
Gambar 8. 14 Model Rangka Atap Bangunan Proton



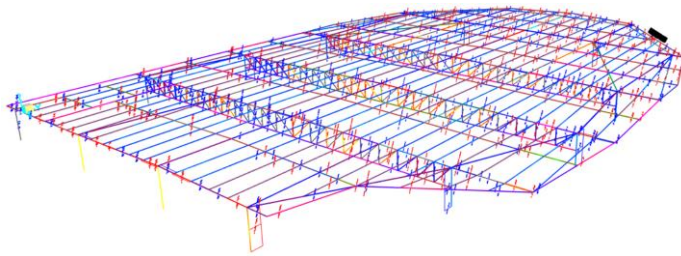
Gambar 8. 15 Hasil Analisis *Check Structure Design*



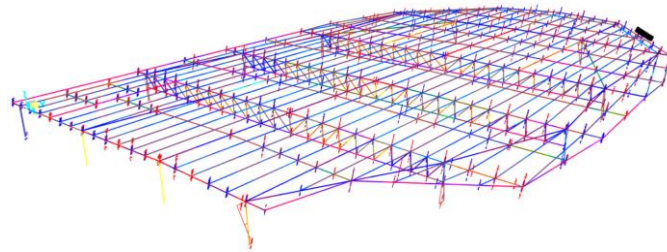
Gambar 8. 16 Hasil Reaksi Gaya Aksial



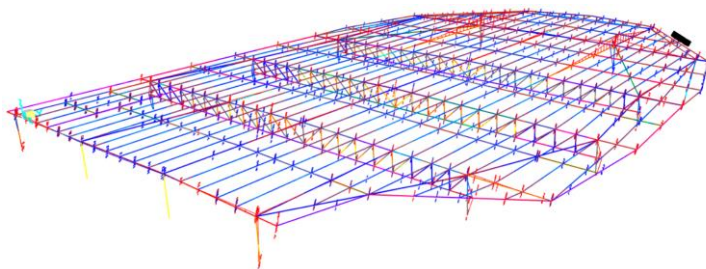
Gambar 8. 17 Hasil Reaksi Gaya V2



Gambar 8. 18 Hasil Reaksi Gaya V3



Gambar 8. 19 Hasil Reaksi Gaya M2

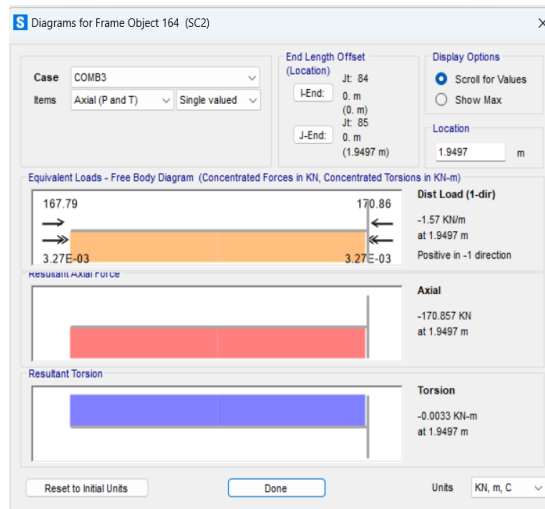


Gambar 8. 20 Hasil Reaksi Gaya M3

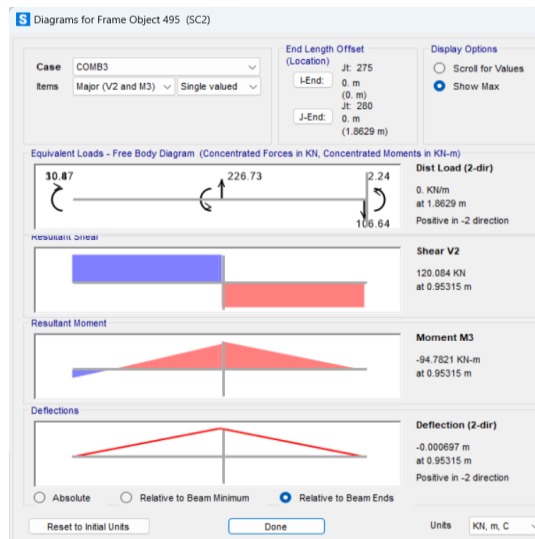
8.2.2.3 Analisis Profil Kuda-Kuda SC2 (H 350x350x12x19)

Tabel 5 Gaya Dalam Hasil Analisa SC2 SAP2000

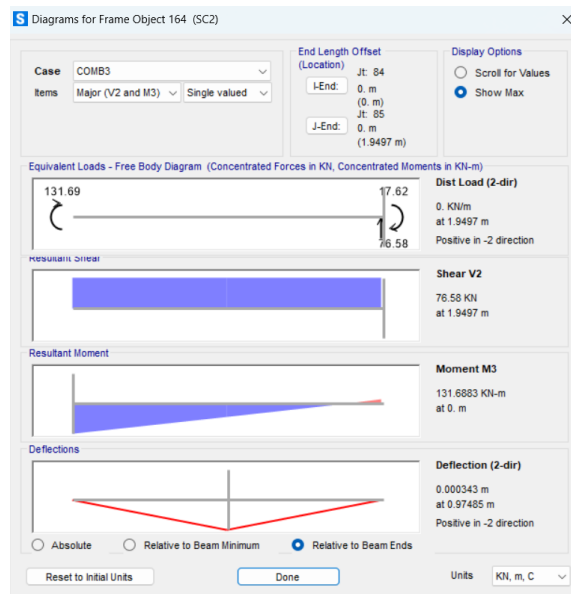
Frame	Station	OutputCase	CaseType	P	V2	V3	T	M2	M3	FrameElem
Text	m	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text
164	1.9497	COMB3	Combination	-170.857	76.58	-20.599	-0.0033	-1.9683	-17.6199	164-1
495	0	COMB3	Combination	-73.455	120.084	12.934	-0.1024	5.228	30.4717	495-1
164	0	COMB3	Combination	-167.787	76.58	-20.599	-0.0033	-42.1305	131.6883	164-1
15	0.90975	COMB3	Combination	-71.736	49.768	0.252	-0.1848	-8.3214	49.2078	15-2
164	0	COMB3	Combination	-167.787	76.58	-20.599	-0.0033	-42.1305	131.6883	164-1
164	0	COMB3	Combination	-167.787	76.58	-20.599	-0.0033	-42.1305	131.6883	164-1



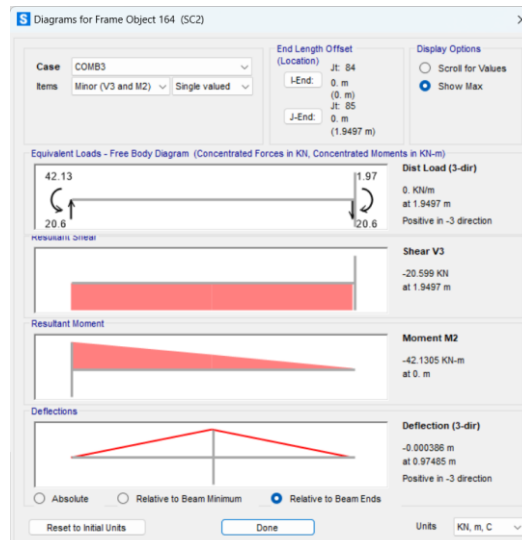
Gambar 8. 21 P Max



Gambar 8. 22 V2 Max



Gambar 8. 23 M3 Max

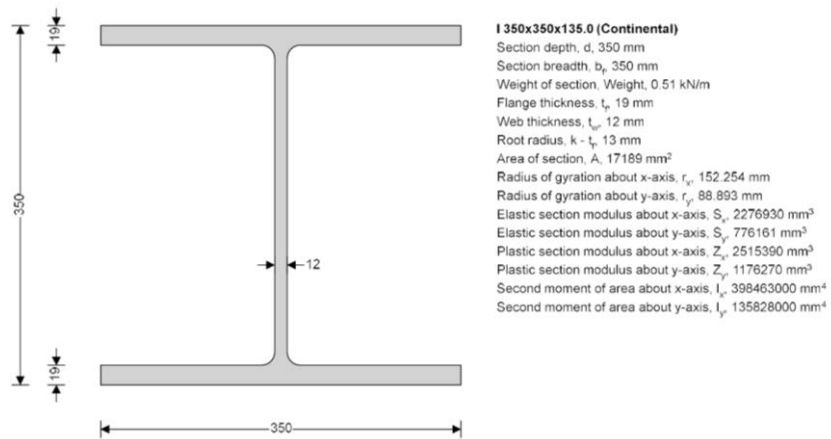


Gambar 8. 24 M2 & V3 MAX

Berdasarkan dari hasil Analisis Struktur menggunakan SAP2000, didapatkan bahwa nilai terbesar dari masing-masing gaya dalam adalah sebagai berikut:

P Max	= 170.857 kN
V2 Max	= 120.084 kN
V3 Max	= 20.599 kN
T Max	= 0.1848 kN.m
M2 Max	= 42.1305 kN.m
M3 Max	= 131.6883 kN.m

8.2.2.4 Perhitungan Kekuatan Profil SC2



Gambar 8. 25 Profil I 350x350x135.0

a. Kontrol Kekuatan Profil

- Penampang Profil Sayap

$$\frac{b}{2 \times t_f} \leq 0,38 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\frac{350}{2 \times 19} \leq 0,38 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$9.21 \leq 10,96 \text{ (OK)}$$

- Penampang Profil Badan

$$\frac{h}{t} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$\frac{350}{12} \leq 3,76 \sqrt{\frac{200000}{240}}$$

$$29.16 \leq 108,54 \text{ (OK)}$$

b. Kontrol Lateral Buckling

$$\begin{aligned} L_p &= 1,76 \times i_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \\ &= 1,76 \times 152,3 \sqrt{\frac{200000}{240}} \\ &= 7737,88 \text{ cm} \end{aligned}$$

- Lb = Lebar penutup atap

$$= 100 \text{ cm}$$

$$L_p > L_b \text{ maka } M_{nx} = M_{px}$$

(Merupakan bentang pendek menurut SNI 03-1729-2002 pasal 8.3.3)

$$\begin{aligned} \bullet \quad M_{nx} &= M_{px} &= z_x \times f_y \\ & &= 1176.28 \times 2400 \\ & &= 2823072 \text{ kgcm} &= 28230.72 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$M_u \leq 0,9 \times M_{nx}$$

$$17085 \leq 0,9 \times 28230.72$$

$$17085 \leq 25407.65 \quad (\text{OK})$$

c. Kapasitas Profil Tekan

$$\begin{aligned} \lambda &= L_k / i_x \\ &= 180 / 8.89 \\ &= 20,25 < 200 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \lambda_c &= \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \\ &= \frac{20,25}{3.14} \sqrt{\frac{240}{200000}} \\ &= 0,22 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 1,25 \times \lambda_c^2 \\ &= 1,25 \times 0,22^2 \\ &= 0,061 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_n &= \frac{A_g \times f_u}{W} \\ &= \frac{172 \times 370}{0,061} \\ &= 1043278,69 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{17422.56}{0.85 \times 1043278,69} = 0,2 < 1 \quad (\text{OK})$$

d. Kontrol Terhadap Tekuk

$$\begin{aligned} \phi T_n &= \phi \times f_y \times A_g \\ &= 0,9 \times 2400 \times 172 \\ &= 371520 > 17422.56 \quad (\text{OK}) \end{aligned}$$

Maka Profil Profil I 350x350x135.0 dapat dipakai untuk profil kuda-kuda.

e. Kontrol Terhadap Geser

$$\frac{h}{tw} \leq \frac{1100}{\sqrt{fy}}$$

$$\frac{350}{12} \leq \frac{1100}{\sqrt{240}}$$

$$29,16 \leq 71,005 \quad (\text{OK})$$

Karena persamaan tersebut memenuhi, maka :

$$\begin{aligned} Vn &= 0,6 \times fy \times h \times t \\ &= 0,6 \times 240 \times 350 \times 12 \\ &= 604800 \end{aligned}$$

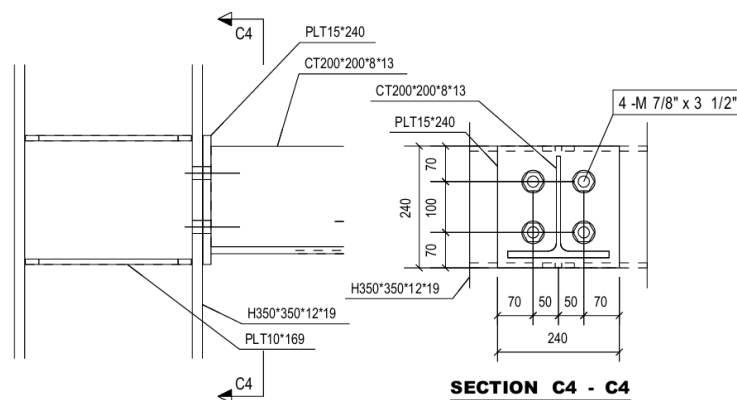
$$\phi Vn > Vu$$

$$0,9 \times 604800 > 17422.56 \text{ kg}$$

$$544320 > 17422.56 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

Maka Profil Profil I 350x350x135.0 dapat dipakai untuk profil kuda-kuda.

8.2.2.5 Perhitungan Perencanaan Sambungan Rangka Atap Baja



Dari output SAP2000 didapat gaya yang bekerja pada sambungan:

$$M = 13168,83 \text{ kg.m}$$

$$V = 17422,53 \text{ kgf}$$

Perhitungan sambungan Ke SC2

Diketahui :

Profil Baja : CT 200.200.8.13

H : 200 mm

B : 200 mm

tf : 13 mm

tw : 8 mm

Mutu Baja : BJ 37

Fy : 240 Mpa

F_u : 370 Mpa
 Mutu Baut : HTB A-325
 F_u Baut : 825 Mpa

Diameter Baut : 22 mm

Jumlah Baut : 4

Perhitungan :

1. Periksa Kekuatan Plat

$$\begin{aligned}
 A_g &= 240 \times 10 \\
 &= 2400 \text{ mm}^2 \\
 A_n &= A_g - (n \times d \times \text{Tebal Plat}) \\
 &= 2400 - (4 \times (22 + 2) \times 10) \\
 &= 1140 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_e = A_n = 1140 \text{ mm}^2$$

a. Terhadap Leleh

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &= \phi F_y \times A_g \\
 &= 0,9 \times 240 \times 2400 \\
 &= 518400 \text{ N} \\
 &= 51840 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

b. Terhadap Fraktur

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &= \phi F_u \times A_e \\
 &= 0,75 \times 370 \times 1140 \\
 &= 316350 \text{ N} \\
 &= 31625 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi T_n &> V_u \\
 31625 \text{ kg} &> 12120,69 \text{ kg} \quad (\text{OK})
 \end{aligned}$$

2. Periksa Kekuatan Baut

a. Kuat Geser Baut

$$\begin{aligned}
 R_n &= \phi \times r_l \times F_{ub} \times A_b \times m, r_l = 0.4 \text{ (baut dengan ulir)} \\
 &= 0,75 \times 0,4 \times 825 \times \left(\frac{1}{4} \times 3.14 \times 22^2\right) \\
 &= 94035,15 \text{ N} \\
 &= 9403,515 \text{ Kg} \\
 R_n \times n &= 9403,515 \times 4 \\
 &= 37614,06 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

b. Kuat Tumpu Baut

$$R_d = \phi \times 2,4 \times d_b \times t_p \times F_{up}$$

$$\begin{aligned}
&= 0,75 \times 2,4 \times 22 \times 10 \times 360 \\
&= 142560 \text{ N} \\
&= 14256 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

c. Kekuatan Tarik Baut

$$\begin{aligned}
T_d &= \phi \times 0,75 \times F_{ub} \times A_b \\
&= 0,75 \times 0,75 \times 825 \times \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2\right) \\
&= 176315,91 \text{ N} \\
&= 17631,59 \text{ Kg}
\end{aligned}$$

d. Gaya Tarik pada Baut Akibat Momen (T_u)

$$\begin{aligned}
T_u &= \frac{M_u \cdot d_{\max}}{\sum d^2}, \text{ d = jarak antar baut} \\
&= \frac{13168,83 \times 100}{100^2} \\
&= 131,69 \text{ kg}
\end{aligned}$$

$$T_d > T_u$$

$$2 \times 17631,59 > 131,69 \text{ kg}$$

$$35263,18 > 131,69 \text{ kg} \quad (\text{OK})$$

e. Persamaan Interaksi

$$\left(\frac{V_u}{R_n \times n}\right)^2 + \left(\frac{T_u}{2 \times T_d}\right)^2 \leq 1$$

$$\left(\frac{17422,53}{9403,515 \times 4}\right)^2 + \left(\frac{131,69}{2 \times 17631,59}\right)^2 \leq 1$$

$$0,21 \leq 1 \quad (\text{OK})$$

Jadi, Jumlah baut yang dipakai pada sambungan antar kuda-kuda adalah 4 buah.