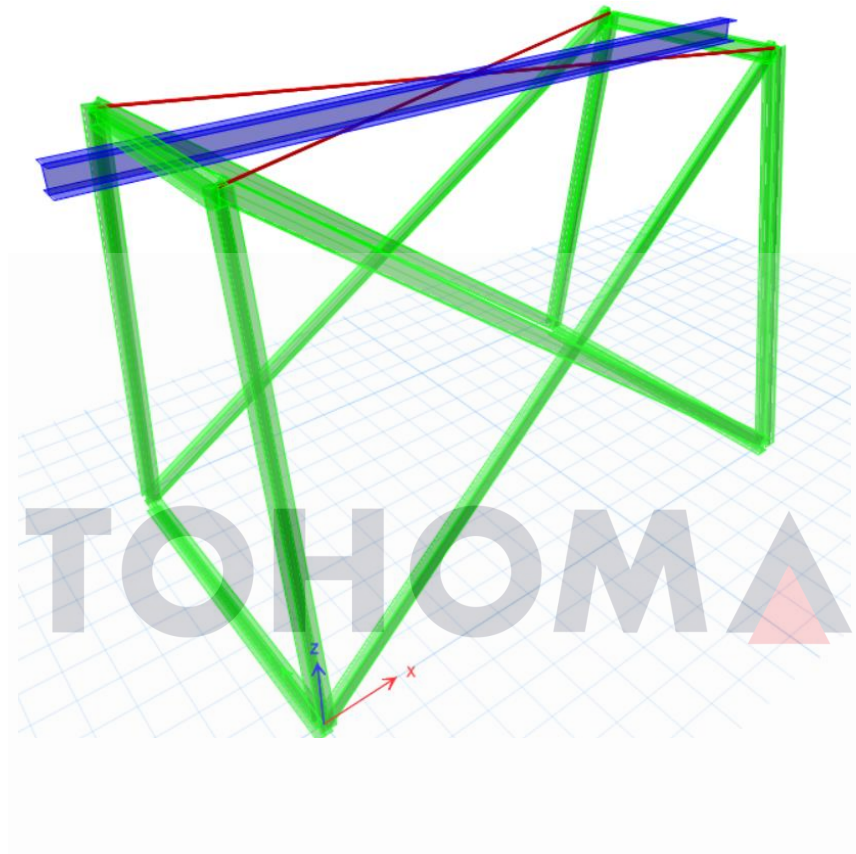


LAPORAN PERENCANAAN STRUKTUR
GRANTY CRANE



Disusun Oleh:

Fajar Surya Utamy, S. T.

Jakarta Selatan

2024

PENGANTAR

Laporan ini disusun sebagai bagian dari kegiatan perencanaan struktur Gantry Crane. Analisis struktur dilakukan dengan pemodelan tiga dimensi menggunakan program SAP2000.

Perencanaan balok dan kolom dilakukan dengan bantuan program SAP2000 menggunakan ACI code, dengan faktor reduksi kekuatan dan beban yang digunakan sesuai dengan SNI 1727-2015 "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung".

Demikian laporan ini disiapkan sebagai satu kesatuan dengan gambar rencana struktur sebagai acuan dalam pembuatan Gantry Crane.



Fajar Surya Utamy, S. T.

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PERENCANAAN STRUKTUR GANTRY CRANE

Sepaku, Mei 2024

Disusun Oleh:

Engineer

PT. Tohoma Mandiri

(.....)
TOHOMA

Menyetujui:

Enginner

PT WIKA – PT Utama Karya

Project Manager

PT Tohoma Mandiri

(.....)

(.....)

LAPORAN PERENCANAAN

Analisis dan Desain Struktur

Gantry Crane

1. PENDAHULUAN

A. DATA UMUM

Nama Proyek : *Gantry Crane* IPAL KIPP IKN
Lokasi Proyek : IKN Zona 1

B. DATA STRUKTUR

Fungsi Bangunan : Mobilisasi Material & *Tool Supporting*
Sistem Struktur : Struktur Baja
Mutu Baja : BJPHC 400
Tinggi Bangunan : 3 meter

C. PERATURAN PERENCANAAN

- a. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung (SNI 1726:2015)
- b. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983 (PPIUG:1983)
- c. Beban Minimum Untuk Perencanaan Struktur Gedung dan Yang Lainnya (SNI 1727:2013)

D. PEMBEBANAN

Struktur dibebani dengan beban akibat berat sendiri struktur, beban mati tambahan, beban hidup dan beban angin. Beban mati tambahan meliputi beban mesin dan beban railing. Beban hidup meliputi beban hidup lantai. Beban yang digunakan dalam perencanaan struktur meliputi:

- a. Beban Mati (D) : berat sendiri struktur + beban mati tambahan

- b. Beban Hidup (L): beban hidup pekerja + berat mesin + berat frame, dll
- c. Beban Angin (W)

Kombinasi beban yang digunakan yaitu:

- a. $1,4D$
- b. $1,2D + 1,6L$
- c. $1,2D \pm 1,0W + 1,0L$
- d. $0,9D \pm 1,0W$

Beban – beban yang bekerja pada sturktur:

- a. Beban Mati
Berdasarkan hasil running otomatis oleh program *ETBAS* didapatkan berat struktur sendiri sebesar 800 kg
- b. Beban Hidup
 - Beban terpusat berasal dari seorang pekerja dengan peralatan sebesar 200 kg
 - Beban hidup mesin D200 : 1600 kg
 - Beban hidup frame : 1780 kg
- c. Beban angin
Beban angin yang bekerja pada portal rangka baja sebesar 500kg dan penginputan pada program *etabs* menggunakan metode *Auto wind pressure*

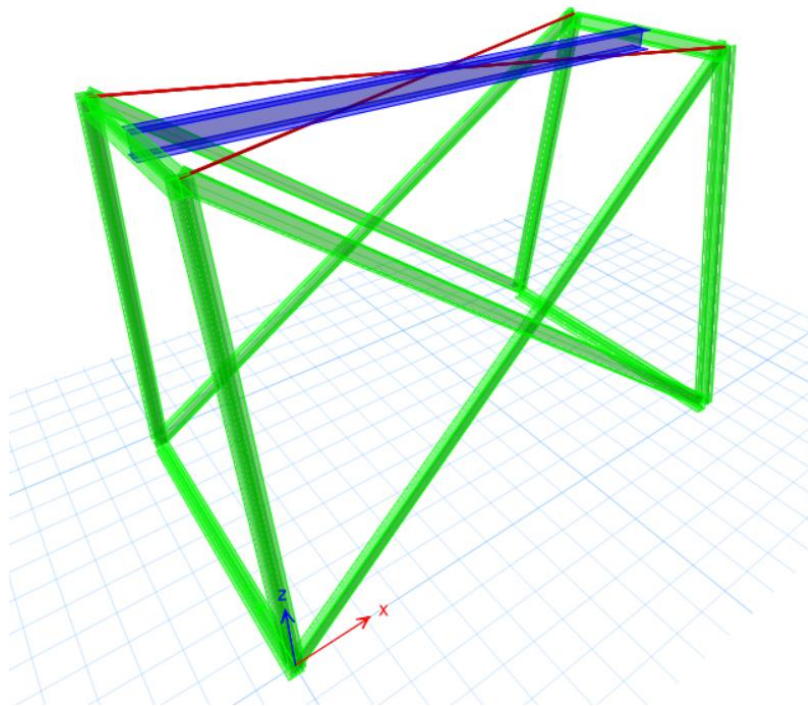
2. PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

A. PEMODELAN STRUKTUR

Analisa dan desain struktur *Gantry Crane* ini menggunakan Program *Etabs*. Struktur didesain dengan menggunakan material baja dan dimodelkan seccara 3 dimensi seperti pada Gambar 1. Komponen seperti *Beam* dan Kolom dimodelkan sebagai elemen batang (*Frame Element*). Pembebanan pada model struktur diberikan sesuai dengan perhitungan beban rencana yang telah disepakati sebelumnya.

Data – data elemen struktur :

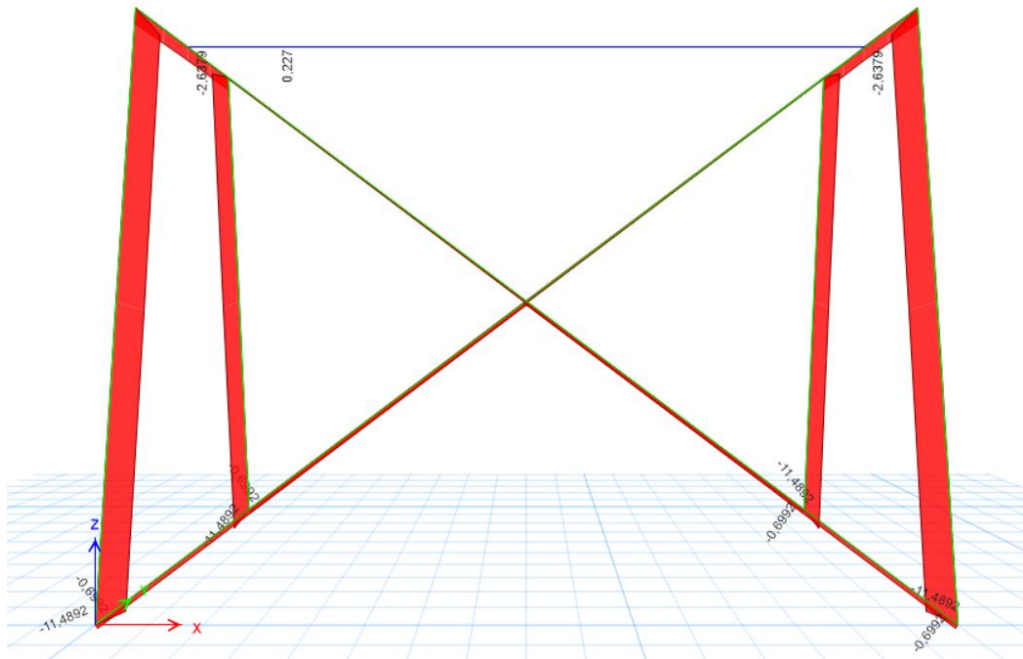
- H Beam 100 = 100 x 100 x 6 x 8
- H Beam 150 = 150 x 150 x 7 x 10
- UNP 100 = 100 x 100 x 5
- Sling Baja = M10



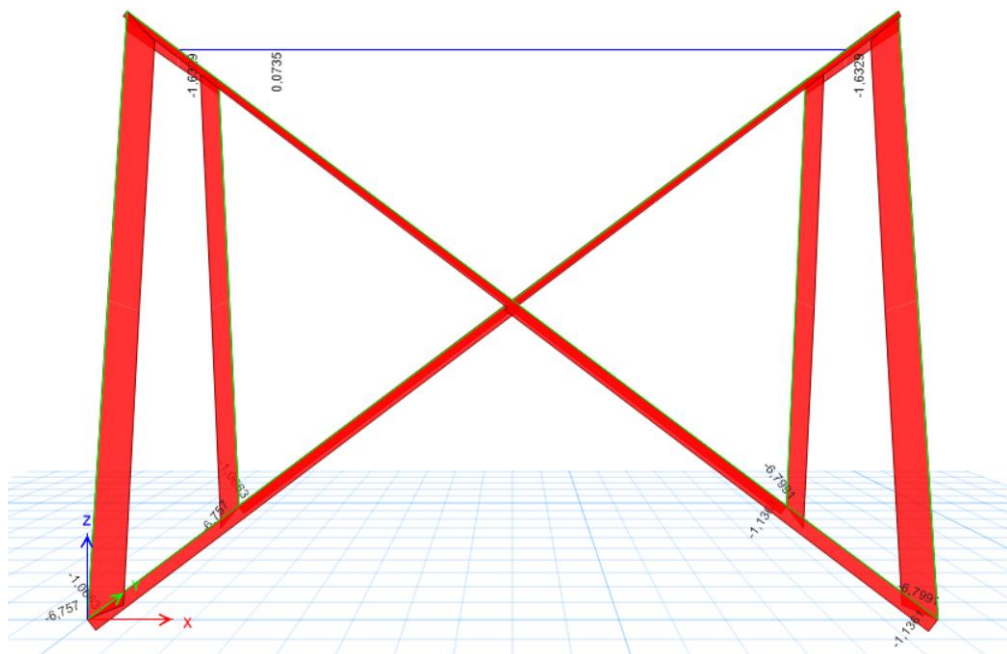
Gambar 1. Model struktur 3D *Gantry Crane*

B. ANALISIS STRUKTUR

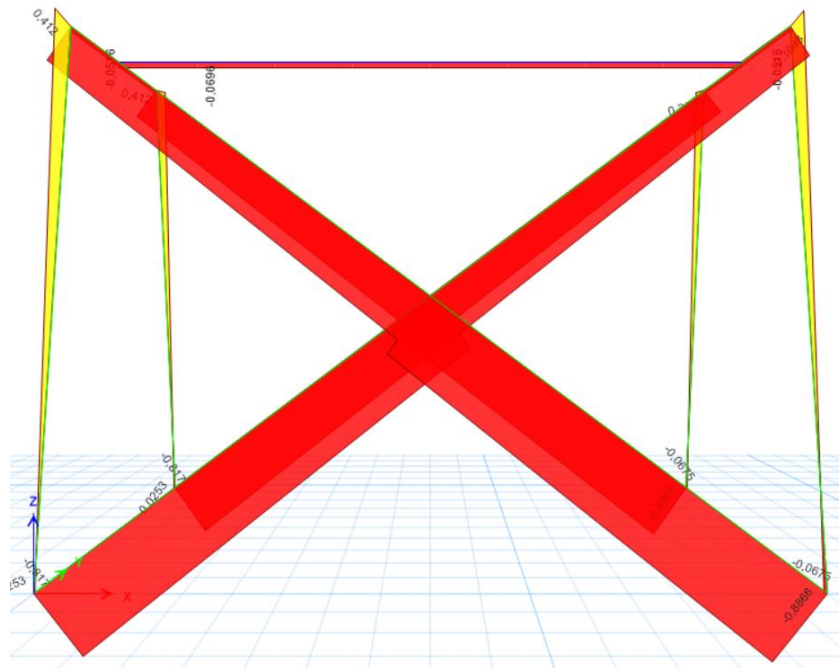
struktur dilakukan menggunakan program *ETABS*. Analisis struktur baja dilakukan dengan menggunakan SNI-1729-2015 “Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung” dimana propil baja harus memiliki nilai perbandingan kekuatan perlu/kekuatan tersedia atau Demand/Capacity(D/C) ratio yang merupakan penjumlahan dari perbandingan (D/C) aksial, (D/C) momen x dan (D/C) momen y, dimana



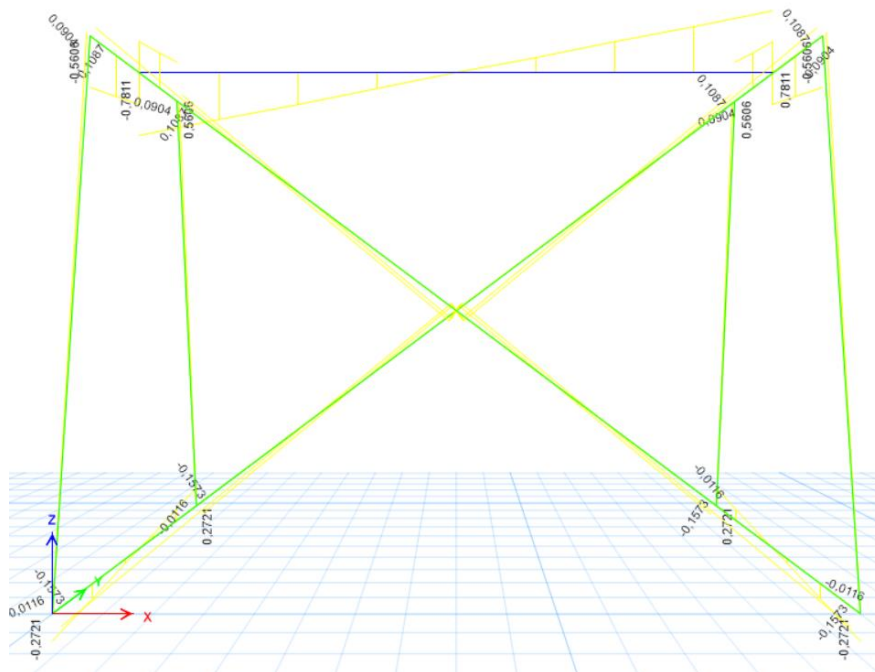
Gambar 3. Diagram Gaya Aksial Portal Arah x Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,6L (kN)



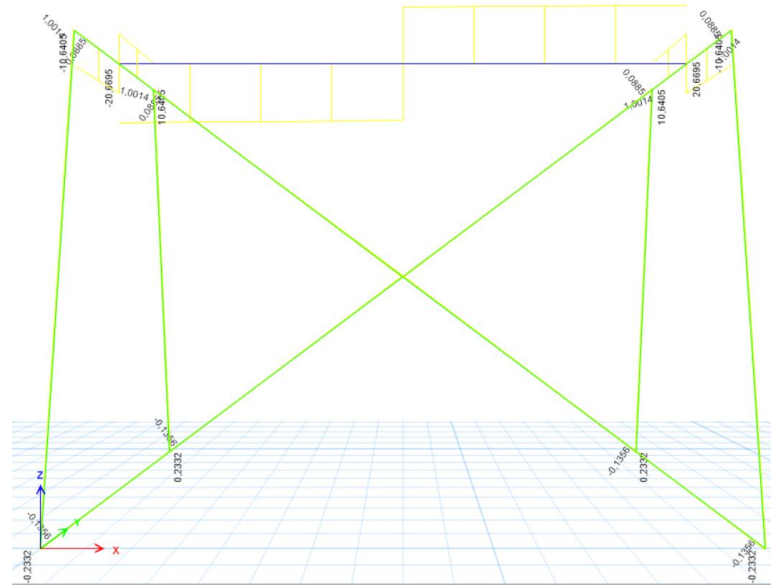
Gambar 4. Diagram Gaya Aksial Portal Arah x Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



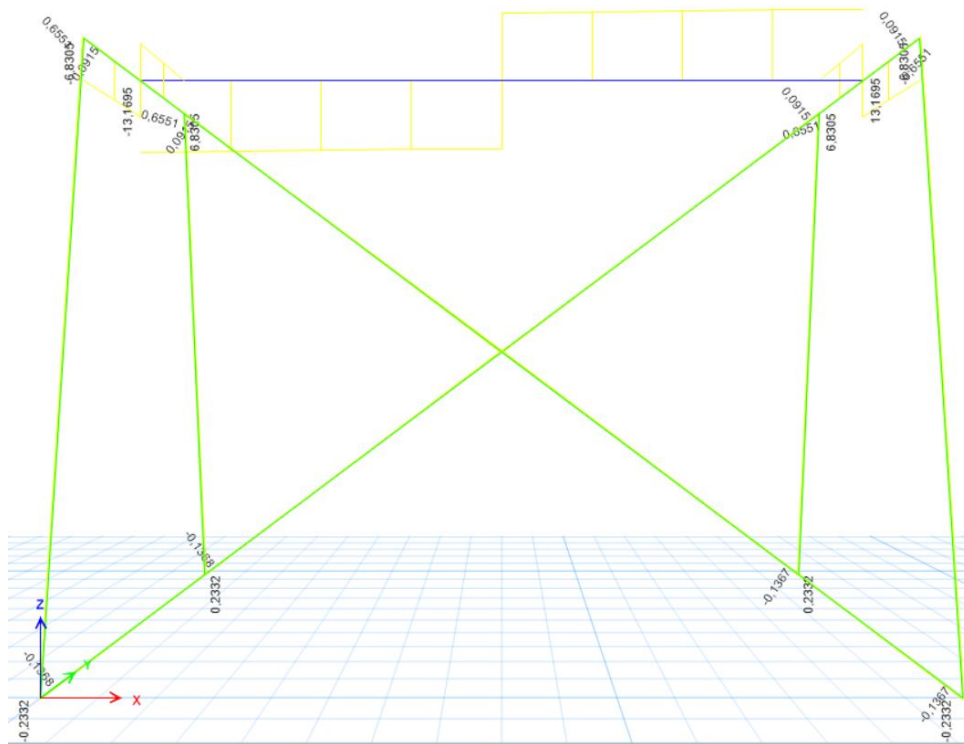
Gambar 5. Diagram Gaya Aksial Portal Arah x Kombinasi Pembebanan $0,9D + 1,0W$ (kN)



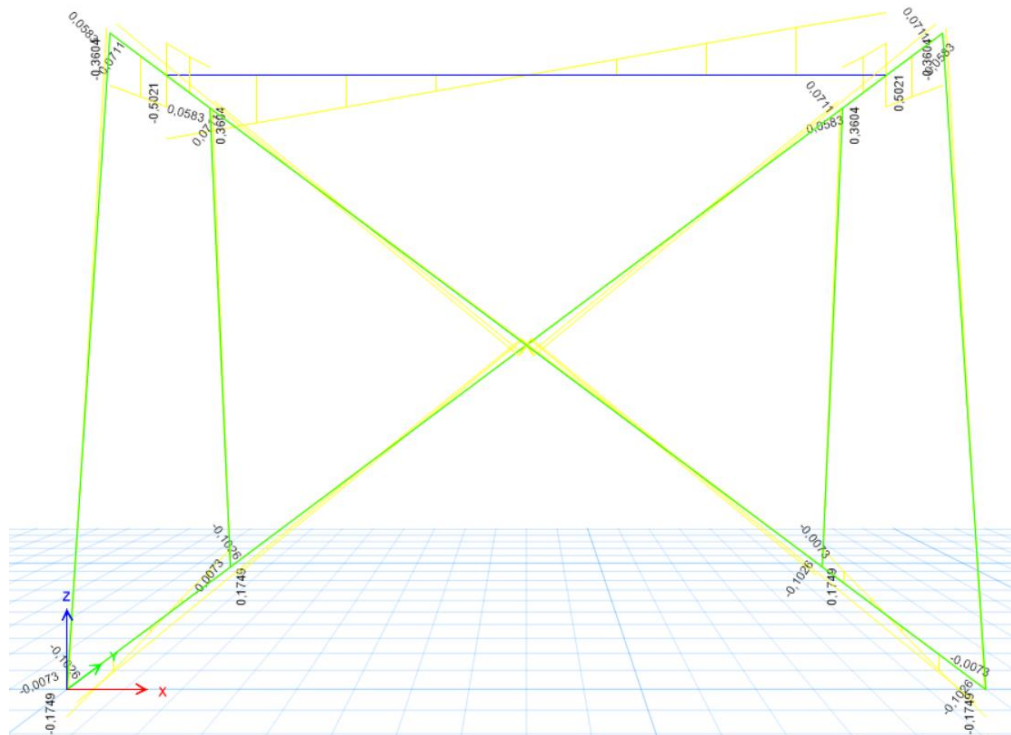
Gambar 6. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi $1,4D$ (kN)



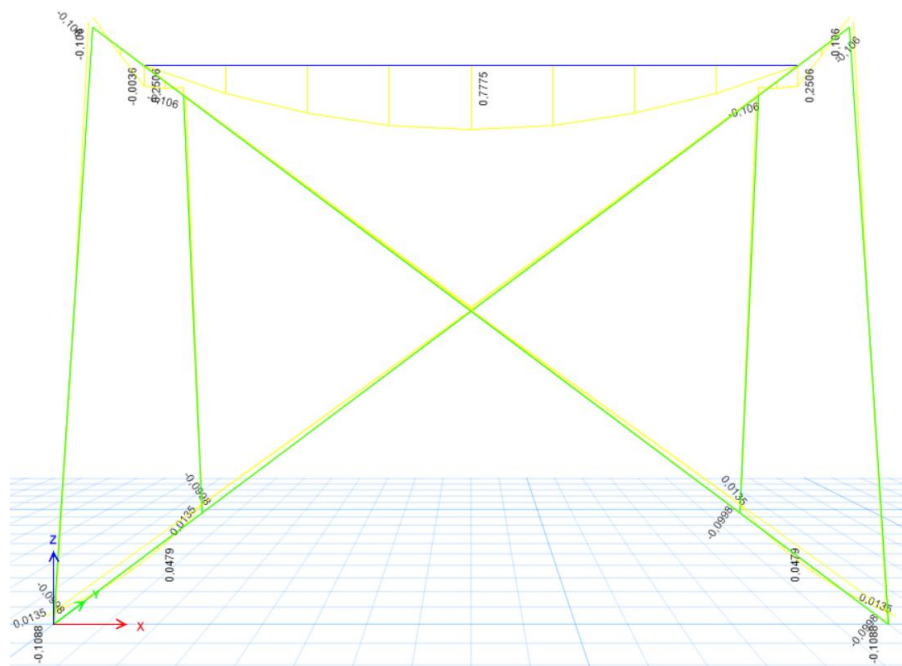
Gambar 7. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi 1,2D + 1,6L (kN)



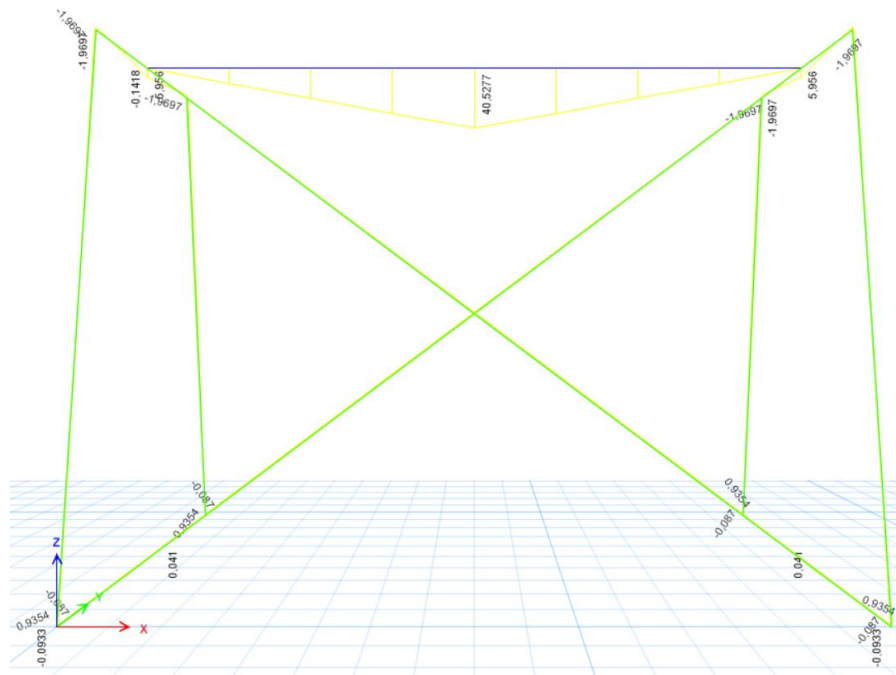
Gambar 8. Diagram Gaya Geser Portal Arah X Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



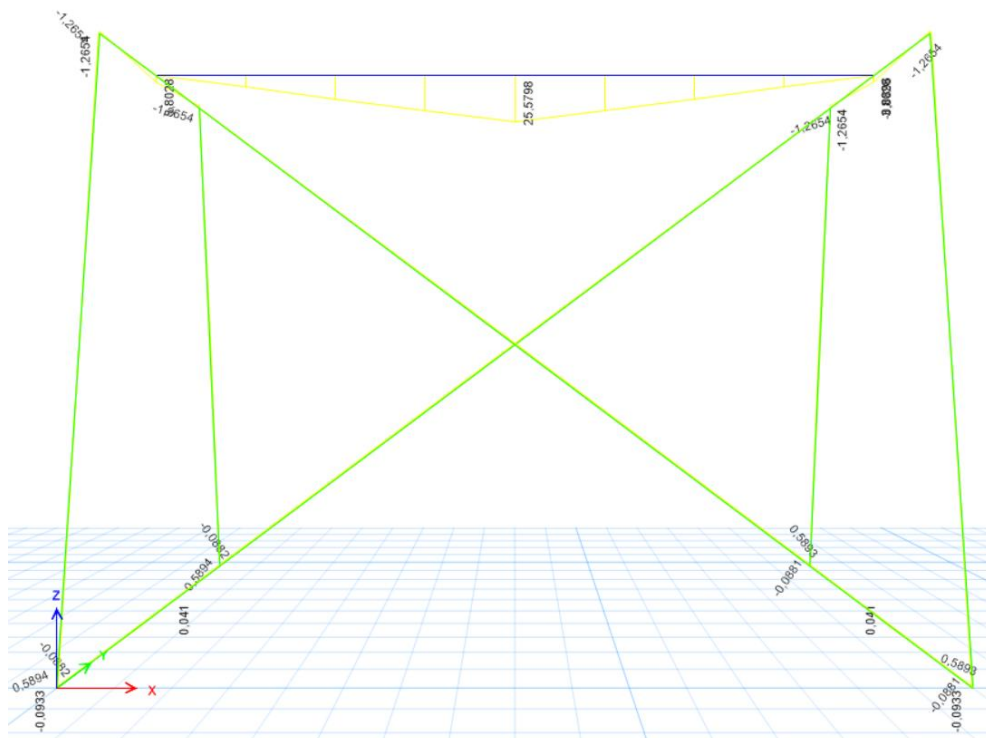
Gambar 9. Diagram Gaya Geser Portal Arah x Kombinasi Pembebanan $0,9D + 1,0W$ (kN)



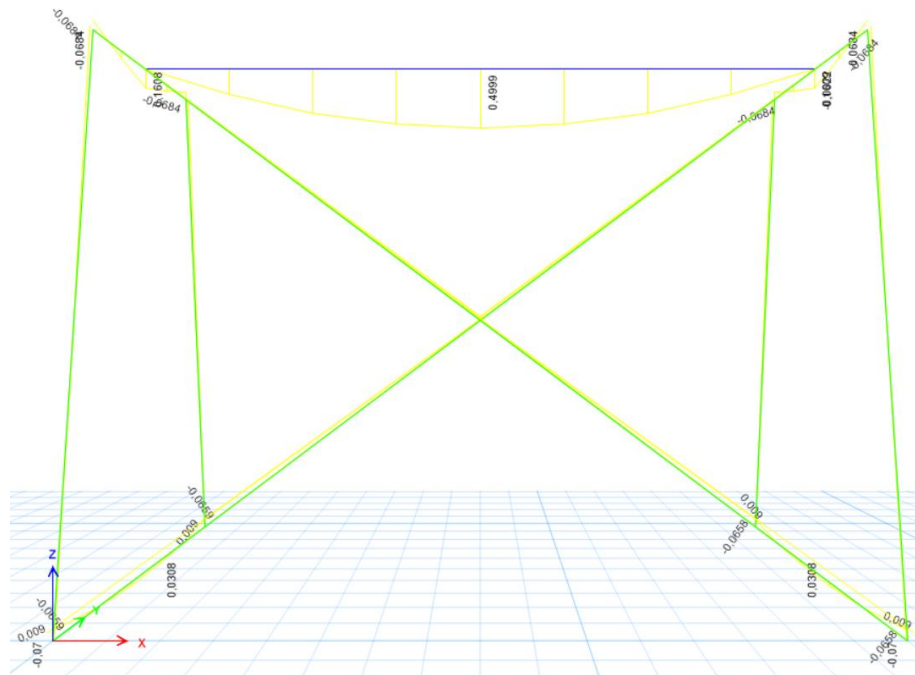
Gambar 10. Diagram Gaya Momen Portal Arah X Kombinasi $1,4D$ (kN)



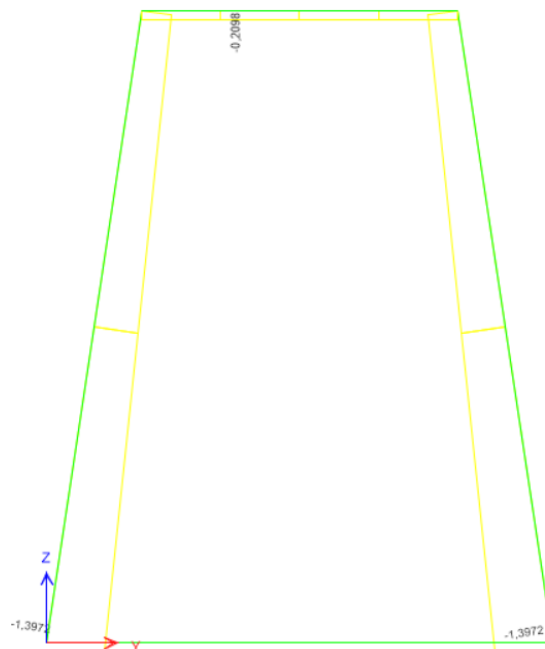
Gambar 11. Diagram Gaya Momen Portal Arah X Kombinasi 1,2D + 1,6L (kN)



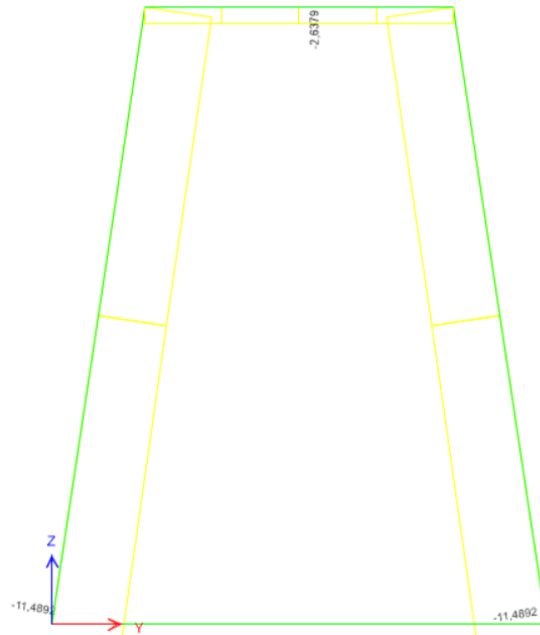
Gambar 12. Diagram Gaya Momen Portal Arah X Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



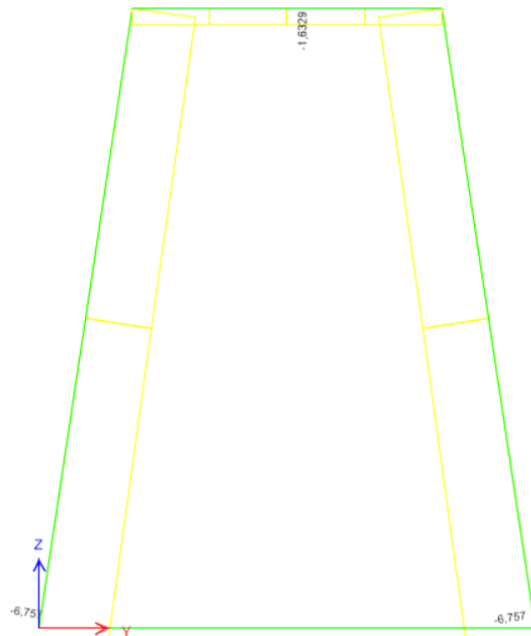
Gambar 13. Diagram Gaya Momen Portal Arah x Kombinasi Pembebanan 0,9D + 1,0W (kN)



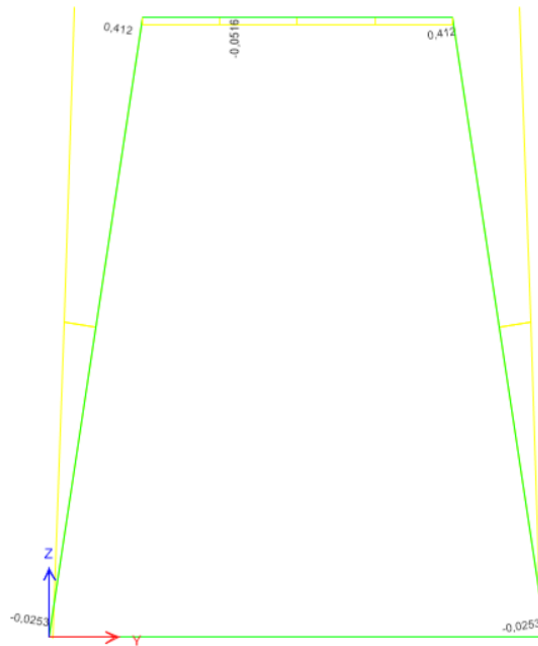
Gambar 14. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 1,4D (kN)



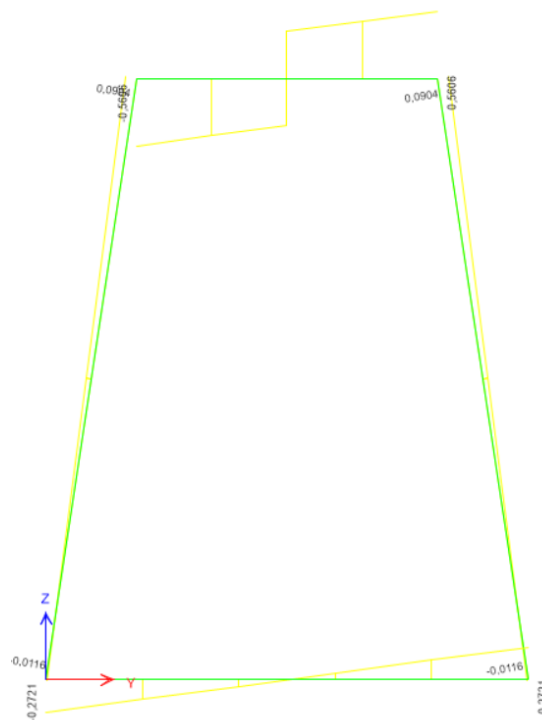
Gambar 15. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,6L (kN)



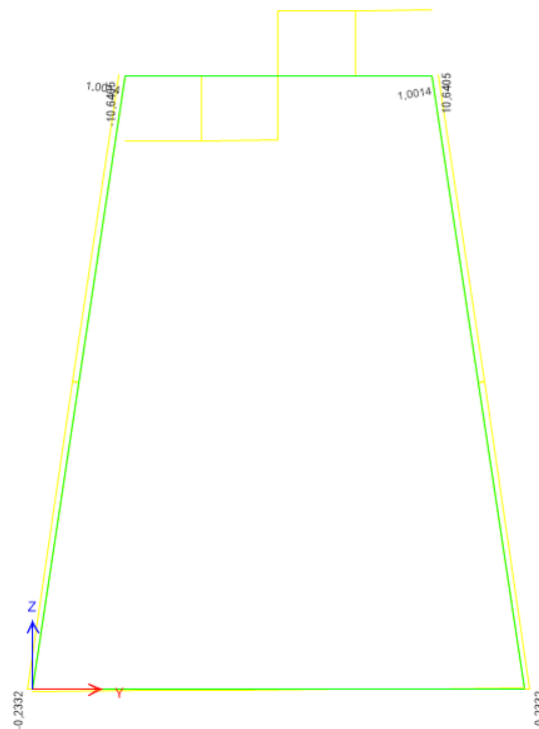
Gambar 16. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



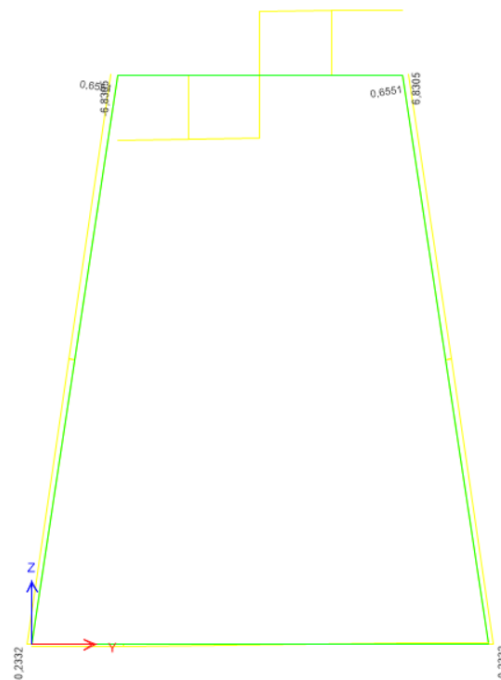
Gambar 17. Diagram Gaya Aksial Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan $0,9D + 1,0W$ (kN)



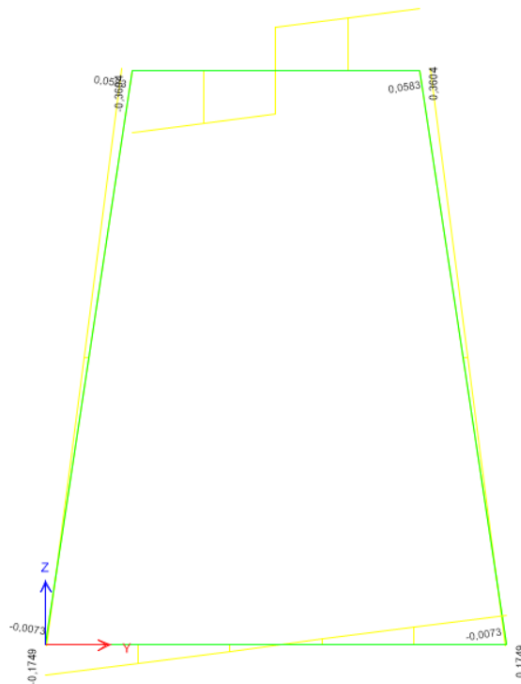
Gambar 18. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi $1,4D$ (kN)



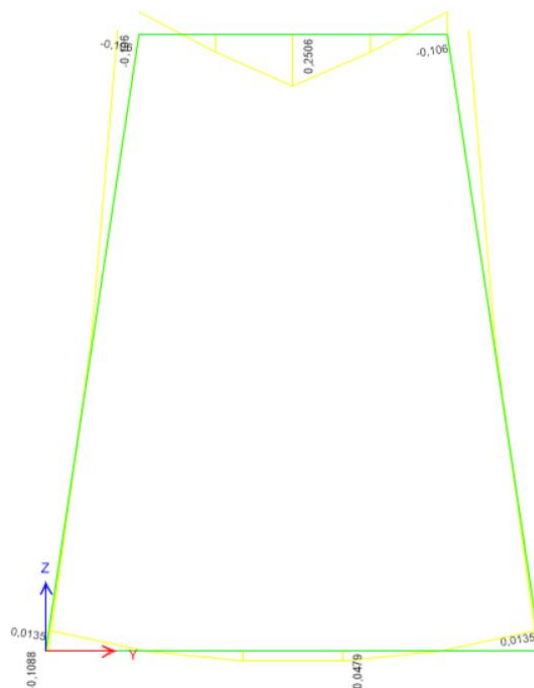
Gambar 19. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi 1,2D + 1,6L (kN)



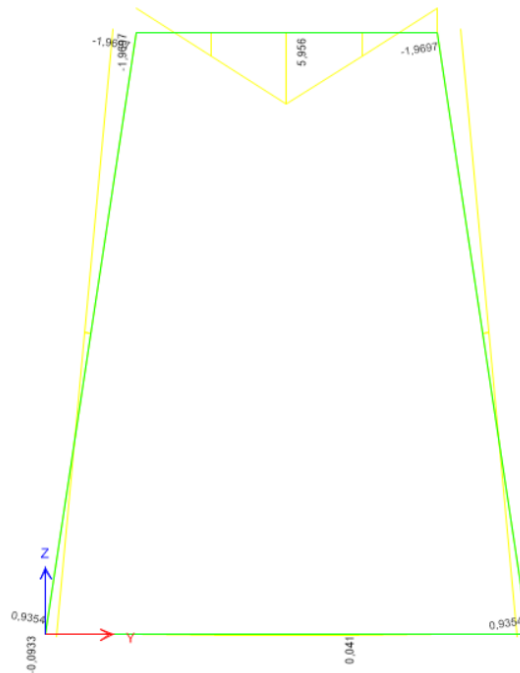
Gambar 20. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



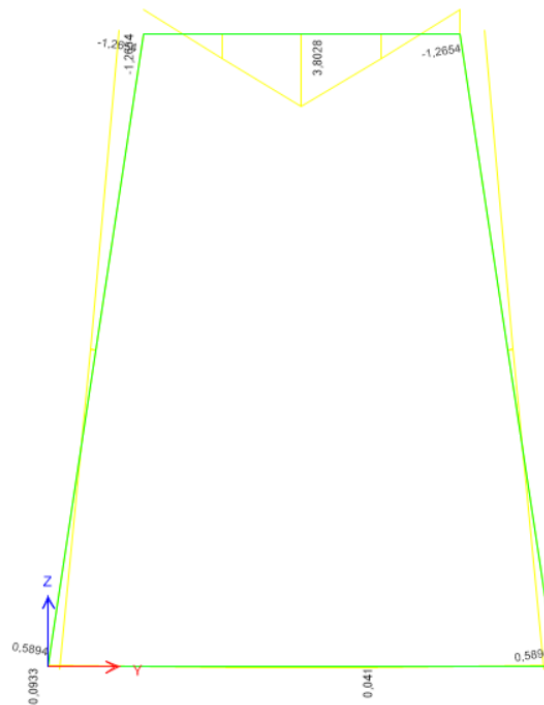
Gambar 21. Diagram Gaya Geser Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan $0,9D + 1,0W$ (kN)



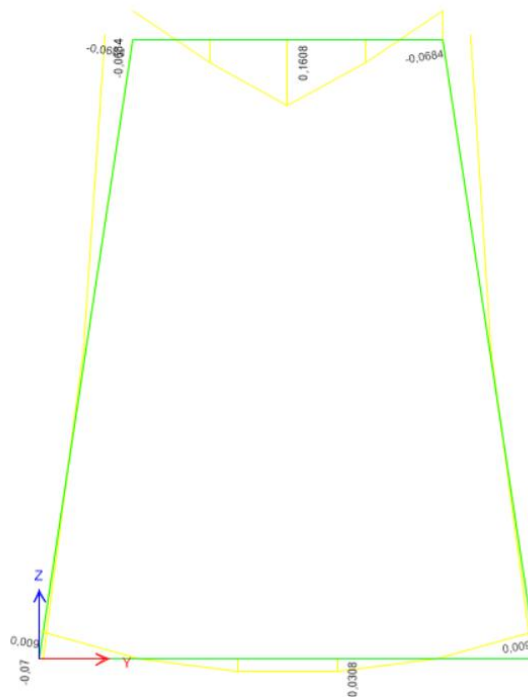
Gambar 22. Diagram Gaya Momen Portal Arah Y Kombinasi $1,4D$ (kN)



Gambar 23. Diagram Gaya Momen Portal Arah Y Kombinasi 1,2D + 1,6L (kN)



Gambar 24. Diagram Gaya Momen Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 1,2D + 1,0W + 1,0L (kN)



Gambar 25. Diagram Gaya Momen Portal Arah Y Kombinasi Pembebanan 0,9D + 1,0W (kN)

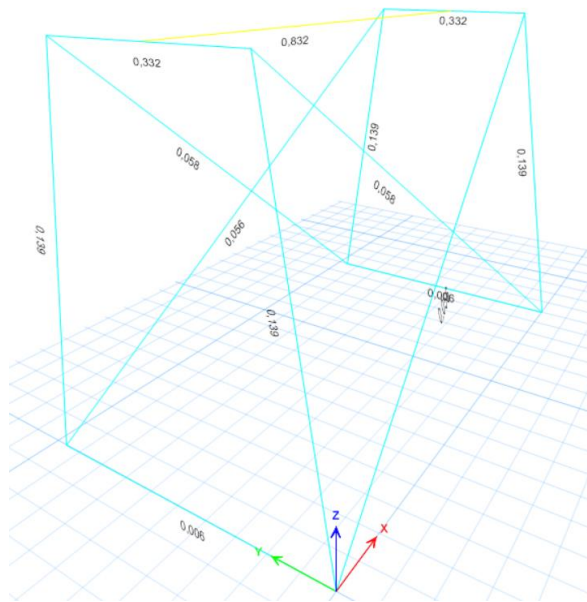
C. PENGECEKAN DEMAND/CAPACITY RATIO

Perbandingan kekuatan perlu / kekuatan tersedia atau *Demand/Capacity* (D/C) ratio yang merupakan penjumlahan dari perbandingan (D/C) aksial, (D/C) momen X dan (D/C) momen Y, harus memiliki nilai lebih kecil atau sama dengan 1,0.

Berdasarkan hasil analisis, beberapa elemen struktur mengalami *section overstressed* dikarenakan kapasitas gaya – gaya dari penampang elemen struktur tidak bias menahan gaya-gaya yang diterima atau seperti pasa syarat di atas bahwa *Demand/Capacity* (D/C) ratio lebih dari 1,0

Elemen struktur maksimum pada gambar 26 di bawah ini:

- Kolom HBeam 100 (D/C ratio maksimum : 0,139)
- Beam HBeam 100 (D/C ratio maksimum : 0,332)
- Beam Girder HBeam 150 (D/C ratio maksimum : 0,832)



Gambar 25. *Capacity Ratio* (memenuhi syarat)

Berdasarkan hasil analisis tersebut maka Portal Struktur Baja di atas sudah memenuhi ketentuan *Demand/Capacity* dan nilai *Capacity Ratio* sudah memenuhi yaitu kurang dari 1,0.

3. PERENCANAAN SAMBUNGAN

A. SAMBUNGAN PLAT JOINT (DETAIL 1)

Data Material

Kolom HB 100 dan Balok HB 100 dengan mutu BJ 400

$F_y = 250 \text{ MPa}$

$F_u = 400 \text{ MPa}$

Dimensi Kolom dan Balok:

$H = 100 \text{ mm}$

$B = 100 \text{ mm}$

$T_w = 6 \text{ mm}$

$T_f = 8 \text{ mm}$

Berdasarkan hasil analisis *ETABS* didapat:

$P_u \text{ max} = 31703,3 \text{ N}$

$V_{ux} \text{ max} = 10640,5 \text{ N}$

$$V_{uy \max} = 4495,8 \quad \text{N}$$

Perhitungan Dimensi *Base Plate*

Kapasitas geser balok

$$\phi V_n = 90000 \quad \text{N}$$

Luas *base plate* yang diperlukan:

$$A_1 (\text{req}) = \frac{P_u}{0,65 \cdot \frac{\phi V_n}{H \cdot B}}$$

$$= 5419,37 \text{ mm}^2$$

Digunakan *base plate* ukuran 120 x 120 mm, maka luas *base plate*:

$$A_1 = 120 \times 120 = 14400 > 5419,37 \quad \text{Ok.}$$

Kekuatan Tumpu Desain

$$\phi_c \times 0,85 \times \phi V_n \times \sqrt{A_2/A_1} < 1,7 \phi V_n$$

$$69615 \text{ N} < 153000 \text{ N}$$

$$\phi_c \cdot P_p \geq P_u \rightarrow 69615 \text{ N} > 31703,3 \text{ N} \quad \text{Ok.}$$

Perhitungan Ketebalan *Base Plate*

$$m = \frac{N - 0,95 d}{2}$$

$$= 2,5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0,8 b_f}{2}$$

$$= 5 \text{ mm}$$

$$n' = \frac{\sqrt{dbf}}{4}$$

$$= 17,68 \text{ mm}$$

$$X = \left(\frac{4dbf}{(d+b_f)^2} \right)$$

$$= 0,405 \text{ mm}$$

$$\lambda = \left(\frac{2\sqrt{X}}{1+\sqrt{1-X}} \right) \leq 1 \rightarrow 0,72 \leq 1 \quad \text{Ok.}$$

$$l = \text{diambil nilai terbesar dari } (m, n, \lambda \cdot n')$$

$$= 17,68 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Minimum

$$\begin{aligned}
 t_{\min} &= l \sqrt{\frac{2Pu}{0,9 F_y B N}} \\
 &= 4,197 \text{ mm (digunakan tebal base plate 5 mm)}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Jumlah Baut

$$M_{\max} = 935400 \text{ Nmm}$$

Gaya Tarik pada sayap:

$$\begin{aligned}
 T_1 &= \left(\frac{Mu}{H - T_f} \right) \\
 &= 10167,39 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dicoba baut diameter 12 mm, dengan mutu baut A325 kapasitas tarik sebesar 51975,24 N (T₂)

$$\text{Jumlah baut: } n = \frac{T_1}{T_2} = \text{buah, digunakan 4 buah}$$

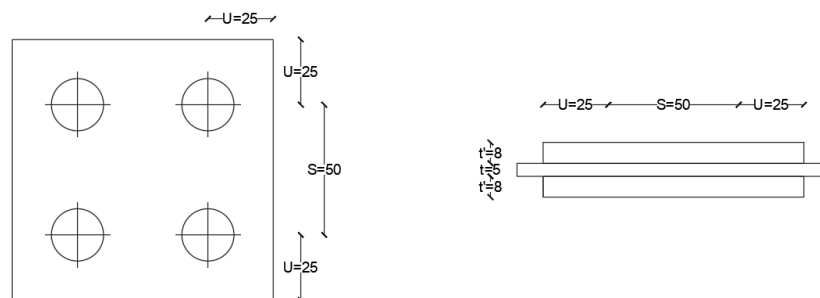
$$\text{Kuat geser baut, } \phi R_n = 31185,144 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tumpu baut, } \phi R_n = 60565,05 \text{ N}$$

$$\text{Kebutuhan baut arah X: } n = \frac{V_{ux}}{\phi R_n} = 0,341 \text{ buah, digunakan 2 buah}$$

$$\text{Kebutuhan baut arah Y: } n = \frac{V_{uy}}{\phi R_n} = 0,074 \text{ buah, digunakan 2 buah}$$

Perhitungan Jarak Baut



Gambar 26. Jarak baut Detail 1

Dicoba jarak baut ke tepi (c) = 25 mm

$$\text{Syarat jarak tepi} = 1.5d - 3d, \text{ maka } 25 \text{ mm} = 2,083d$$

Ok.

Dicoba jarak baut ke ujung (u) = 25 mm

Syarat jarak ujung = $2d - 3d$, maka 25 mm = 2,083d Ok.

Dicoba jarak antar baut (s) = 50 mm

Syarat jarak ujung = $3d - 7d$, maka 50 mm = 4,167d Ok.

B. SAMBUNGAN PELAT JOINT (DETAIL 2)

Data Material

Kolom HB 100 dan Balok HB 100 dengan mutu BJ 400

$F_y = 250$ MPa

$F_u = 400$ MPa

Dimensi Kolom: Dimensi Balok Girder

$H = 100$ mm $H = 150$ mm

$B = 100$ mm $B = 150$ mm

$T_w = 6$ mm $T_w = 7$ mm

$T_f = 8$ mm $T_f = 10$ mm

Berdasarkan hasil analisis ETABS didapat:

$P_u \text{ max} = 85947,42$ N

$V_{ux} \text{ max} = 20669,5$ N

$V_{uy} \text{ max} = 4495,8$ N

Perhitungan Dimensi Base Plate

Kapasitas geser balok

$\phi V_n = 157500$ N

Luas base plate yang diperlukan:

$$A_1 (\text{req}) = \frac{P_u}{0,65 \cdot \frac{\phi V_n}{H.B}}$$

$$= 18889,54 \text{ mm}^2$$

Digunakan base plate ukuran 150 x 150 mm, maka luas base plate:

$A_1 = 150 \times 150 = 22500 > 18889,54$ Ok.

Kekuatan Tumpu Desain

$$\phi_c \times 0,85 \times \phi V_n \times \sqrt{(A_2/A_1)} < 1,7 \phi V_n$$

$$166075,813 \text{ N} < 267750 \text{ N}$$

$$\phi_c \cdot P_p \geq P_u \rightarrow 166075,813 \text{ N} > 85947,42 \text{ N} \quad \text{Ok.}$$

Perhitungan Ketebalan Base Plate

$$m = \frac{N - 0,95 d}{2}$$

$$= 27,5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0,8 b_f}{2}$$

$$= 7,5 \text{ mm}$$

$$n' = \frac{\sqrt{dbf}}{4}$$

$$= 26,52 \text{ mm}$$

$$X = \left(\frac{4dbf}{(d+b_f)^2} \right)$$

$$= 0,46 \text{ mm}$$

$$\lambda = \left(\frac{2\sqrt{X}}{1+\sqrt{1-X}} \right) \leq 1 \rightarrow 0,78 \leq 1 \quad \text{Ok.}$$

$$l = \text{diambil nilai terbesar dari } (m, n, \lambda \cdot n')$$

$$= 27,5 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Minimum

$$t_{\min} = l \sqrt{\frac{2P_u}{0,9 F_y B N}}$$

$$= 7,16 \text{ mm (digunakan tebal base plate 8 mm)}$$

Perhitungan Jumlah Baut

$$M_{\max} = 935400 \text{ Nmm}$$

Gaya Tarik pada sayap:

$$T_1 = \left(\frac{M_u}{H - T_f} \right)$$

$$= 32112,86 \text{ N}$$

Dicoba baut diameter 12 mm, dengan mutu baut A325 kapasitas tarik sebesar 51975,24 N (T2)

Jumlah baut: $n = \frac{T_1}{T_2} = 0,62$ buah, digunakan 8 buah

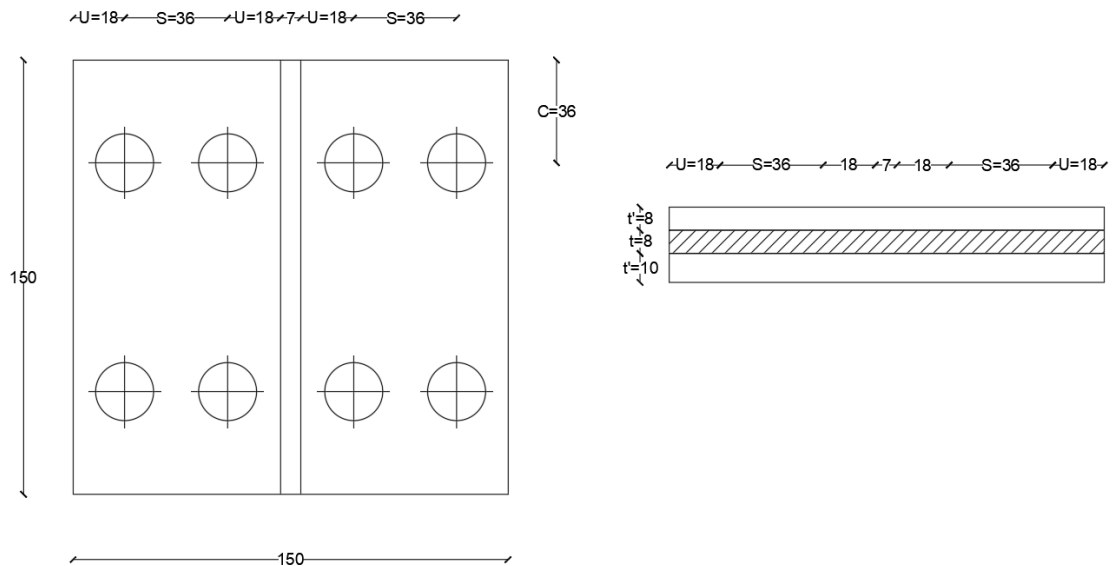
Kuat geser baut, $\phi R_n = 31185,144$ N

Kuat tumpu baut, $\phi R_n = 144485,98$ N

Kebutuhan baut arah X: $n = \frac{V_{ux}}{\phi R_n} = 0,66$ buah, digunakan 4 buah

Kebutuhan baut arah Y: $n = \frac{V_{uy}}{\phi R_n} = 0,03$ buah, digunakan 4 buah

Perhitungan Jarak Baut



Gambar 27. Jarak baut Detail 2

Dicoba jarak baut ke tepi (c) = 18 mm

Syarat jarak tepi = $1,5d - 3d$, maka 18 mm = $1,5d$

Ok.

Dicoba jarak baut ke ujung (u) = 36 mm

Syarat jarak ujung = $2d - 3d$, maka 36 mm = $3d$

Ok.

Dicoba jarak antar baut (s) = 36 mm

Syarat jarak ujung = $3d - 7d$, maka 36 mm = $3d$

Ok.

C. SAMBUNGAN PLAT JOINT (DETAIL 3)

Data Material

Kolom HB 100 dan Balok HB 100 dengan mutu BJ 400

$$F_y = 250 \text{ MPa}$$

$$F_u = 400 \text{ MPa}$$

Dimensi Kolom dan Balok:

$$H = 100 \text{ mm}$$

$$B = 100 \text{ mm}$$

$$T_w = 6 \text{ mm}$$

$$T_f = 8 \text{ mm}$$

Berdasarkan hasil analisis *ETABS* didapat:

$$P_u \text{ max} = 31703,3 \quad \text{N}$$

$$V_{ux} \text{ max} = 435,4 \quad \text{N}$$

$$V_{uy} \text{ max} = 50,6 \quad \text{N}$$

Perhitungan Dimensi *Base Plate*

Kapasitas geser balok

$$\phi V_n = 90000 \quad \text{N}$$

Luas *base plate* yang diperlukan:

$$A_1 \text{ (req)} = \frac{P_u}{0,65 \cdot \frac{\phi V_n}{H \cdot B}}$$

$$= 5419,37 \text{ mm}^2$$

Digunakan base plate ukuran 120 x 120 mm, maka luas base plate:

$$A_1 = 120 \times 120 = 14400 > 5419,37 \quad \text{Ok.}$$

Kekuatan Tumpu Desain

$$\phi_c \times 0,85 \times \phi V_n \times \sqrt{A_2/A_1} < 1,7 \phi V_n$$

$$69615 \text{ N} < 153000 \text{ N}$$

$$\phi_c \cdot P_p \geq P_u \rightarrow 69615 \text{ N} > 31703,3 \text{ N} \quad \text{Ok.}$$

Perhitungan Ketebalan *Base Plate*

$$m = \frac{N - 0,95 d}{2}$$

$$= 2,5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{B - 0,8 bf}{2}$$

$$= 5 \text{ mm}$$

$$n' = \frac{\sqrt{dbf}}{4}$$

$$= 17,68 \text{ mm}$$

$$X = \left(\frac{4dbf}{(d+bf)^2} \right)$$

$$= 0,405 \text{ mm}$$

$$\lambda = \left(\frac{2\sqrt{X}}{1+\sqrt{1-X}} \right) \leq 1 \rightarrow 0,72 \leq 1 \quad \text{Ok.}$$

$$l = \text{diambil nilai terbesar dari } (m, n, \lambda \cdot n')$$

$$= 17,68 \text{ mm}$$

Tebal Pelat Minimum

$$t_{\min} = l \sqrt{\frac{2Pu}{0,9 F_y B N}}$$

$$= 4,197 \text{ mm (digunakan tebal base plate 5 mm)}$$

Perhitungan Jumlah Baut

$$M_{\max} = 1969700 \text{ Nmm}$$

Gaya Tarik pada sayap:

$$T_1 = \left(\frac{Mu}{H - T_f} \right)$$

$$= 21409,78 \text{ N}$$

Dicoba baut diameter 12 mm, dengan mutu baut A325 kapasitas tarik sebesar 51975,24 N (T2)

$$\text{Jumlah baut: } n = \frac{T_1}{T_2} = 0,412 \text{ buah, digunakan 4 buah}$$

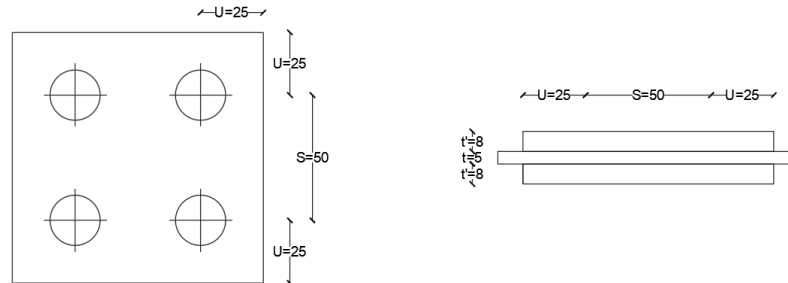
$$\text{Kuat geser baut, } \phi R_n = 31185,144 \text{ N}$$

$$\text{Kuat tumpu baut, } \phi R_n = 60565,05 \text{ N}$$

$$\text{Kebutuhan baut arah X: } n = \frac{V_{ux}}{\phi R_n} = 0,013 \text{ buah, digunakan 2 buah}$$

$$\text{Kebutuhan baut arah Y: } n = \frac{V_{uy}}{\phi R_n} = 0,002 \text{ buah, digunakan 2 buah}$$

Perhitungan Jarak Baut



Gambar 26. Jarak baut Detail 1

Dicoba jarak baut ke tepi (c) = 25 mm

Syarat jarak tepi = $1.5d - 3d$, maka 25 mm = 2,083d Ok.

Dicoba jarak baut ke ujung (u) = 25 mm

Syarat jarak ujung = $2d - 3d$, maka 25 mm = 2,083d Ok.

Dicoba jarak antar baut (s) = 50 mm

Syarat jarak ujung = $3d - 7d$, maka 50 mm = 4,167d Ok.

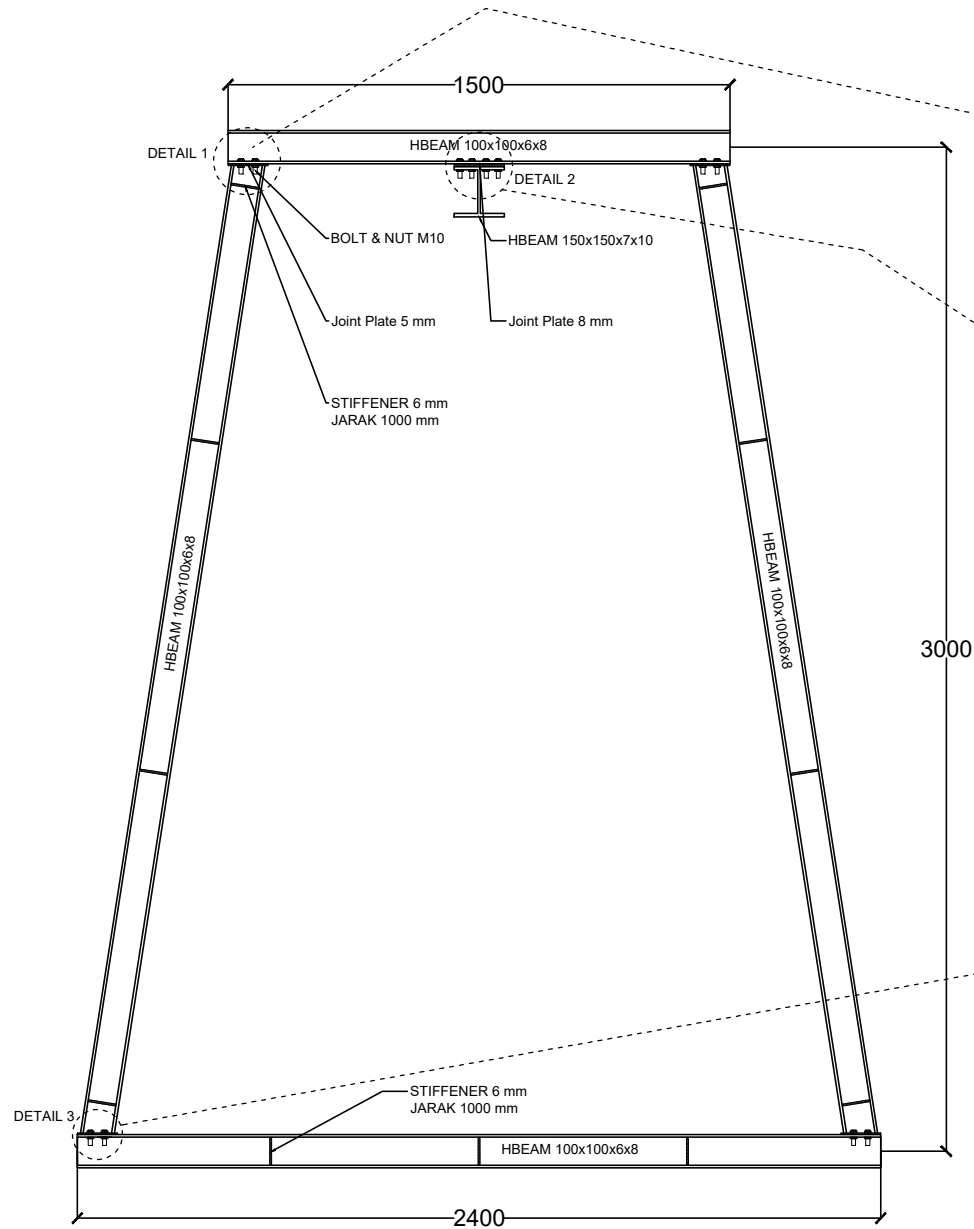
4. SUMMARY PERENCANAAN SAMBUNGAN

Berdasarkan hasil analisis dan perhitungan dapat dibuat *summary* kebutuhan baut dan *Joint Base Plate* sebagai berikut:

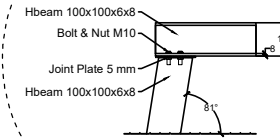
Kode	Keterangan	Diameter Baut (mm)	Jumlah Baut
Detail 1	Sambungan Balok Kolom	12	4
Detail 2	Sambungan Balok Girder	12	8
Detail 3	Sambungan Balok kolom	12	4

Berdasarkan pemodelan struktur dan perhitungan di atas didapatkan hasil sebagai berikut; Gantry Crane dengan struktur baja H Beam 100 sebagai rangka = (100 x 100 x 6 x 8) dan H Beam 150 sebagai girder = (150 x 150 x 7 x 10) dan dapat menahan beban sebesar 25 kN.

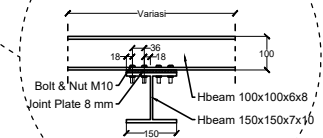
LAMPIRAN



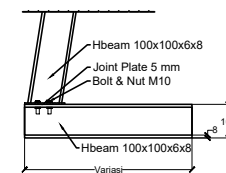
DETAIL 1



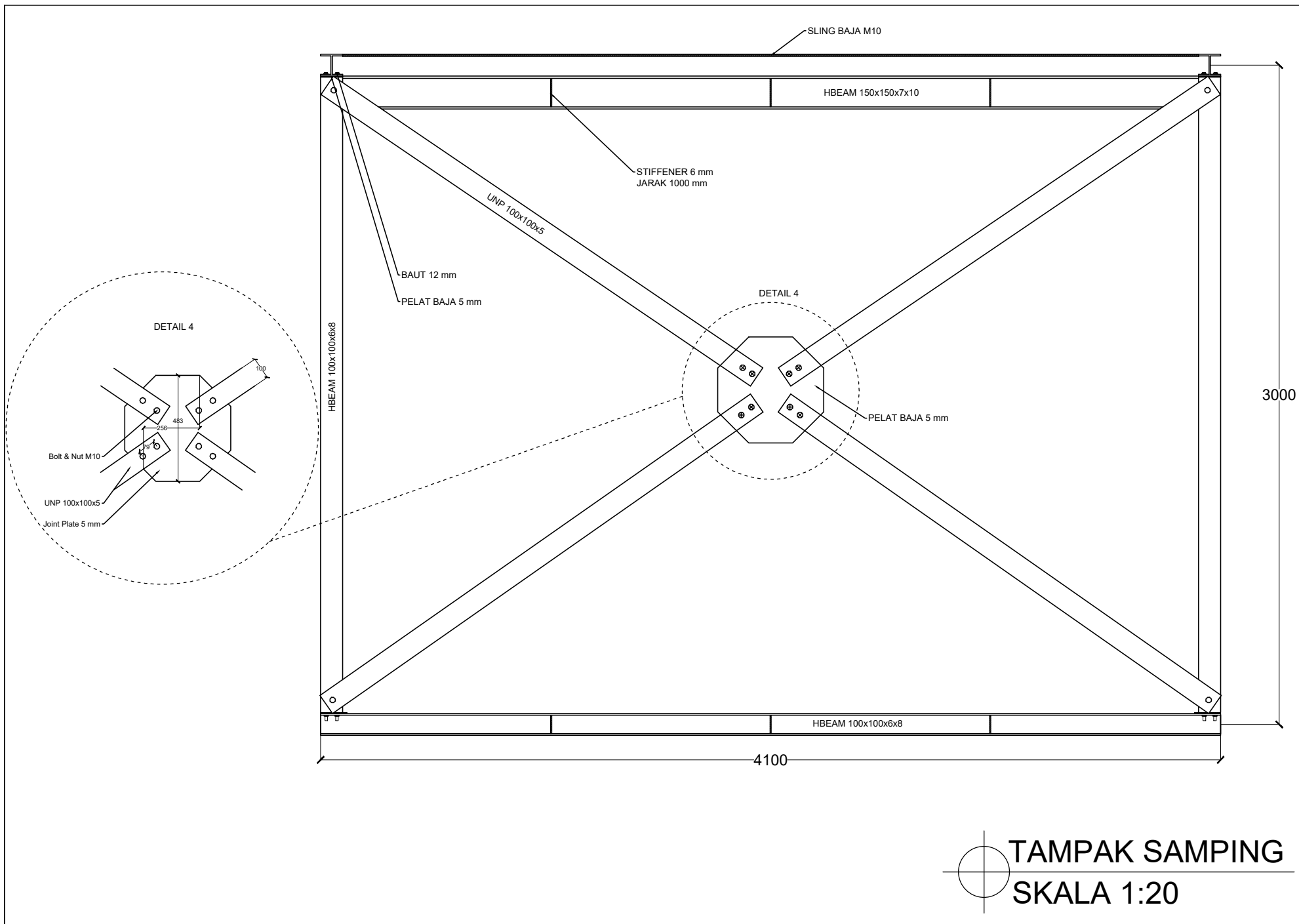
DETAIL 2

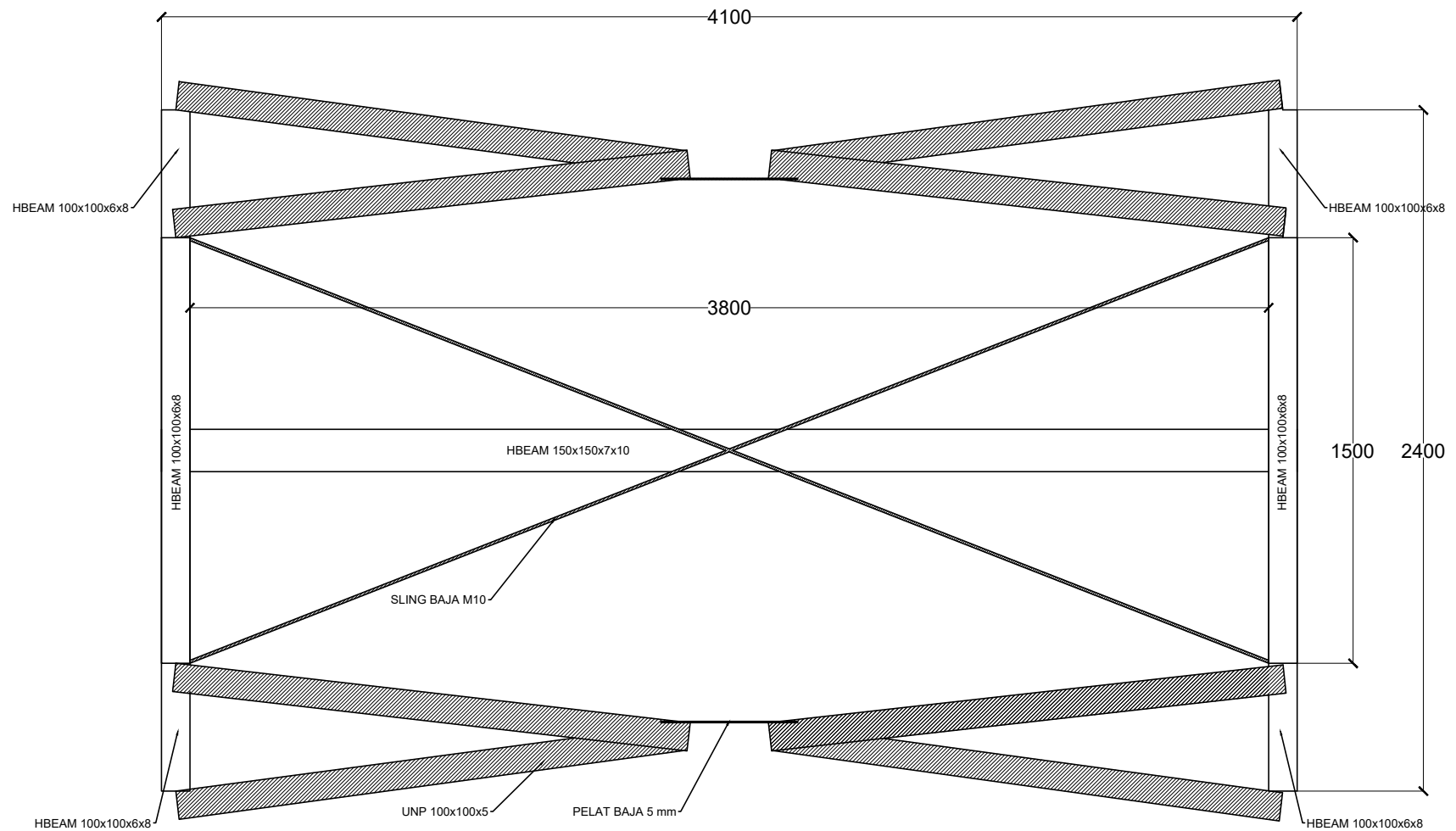


DETAIL 3



TAMPAK DEPAN
 SKALA 1:20





TAMPAK ATAS
SKALA 1:20