

BAB IV ANALISIS DAN PEMBEBANAN

IV. 1 DATA TEKNIS JEMBATAN BENTANG 60 METER

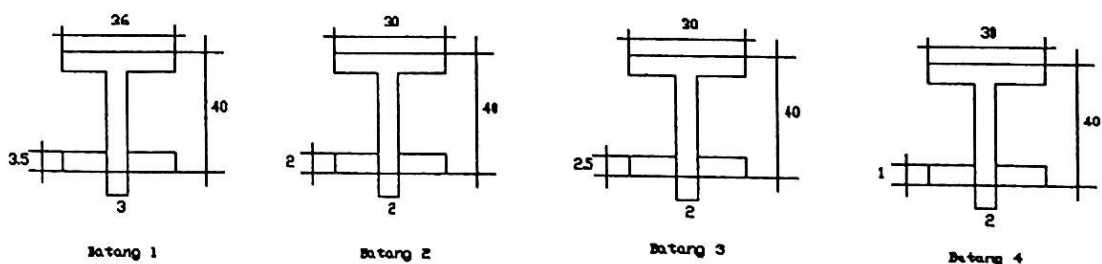
1. Tipe jembatan : Rangka baja tertutup, terdiri atas empat segmen masing-masing 60 meter.
2. Kelas jembatan : A
3. Bentang jembatan : 60 meter
4. Lebar jembatan : 9,5 meter
5. Tinggi jembatan : 6,7 meter
6. Lebar jalur lalu lintas : 7,5 meter (dua jalur)
7. Lebar trotoar : 1 meter

IV. 2 Analisis

IV. 2. 1 Data Lapangan

Pelaksanaan penulisan skripsi ini adalah penelitian. Sehingga didalam penelitian perlu adanya studi literature dan adanya tinjauan lapangan. Peninjauan lapangan kali ini menemukan beberapa hal yang berbeda dari gambar rencana. Adapun hasil pengambilan data-data dilapangan adalah sebagai berikut :

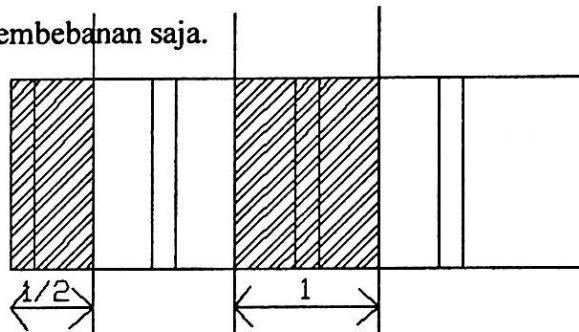
- Peninjauan batang-batang rangka jembatan hanya bisa dilakukan pada batang-batang diagonal. Karena keterbatasan, maka penghitungan rangka jembatan pun hanya sebatas batang diagonal. Karena batang yang terdapat pada bagian atas dan bagian bawah sukar dijangkau.
- Setelah dilakukan perhitungan profil batang diagonal diasumsikan bahwa ukuran profil pada lapangan adalah mendekati ukuran dari profil pada gambar rencana.
- Hasil pengukuran profil diagonal pada lapangan adalah sebagai berikut :



IV. 3 Pembebanan

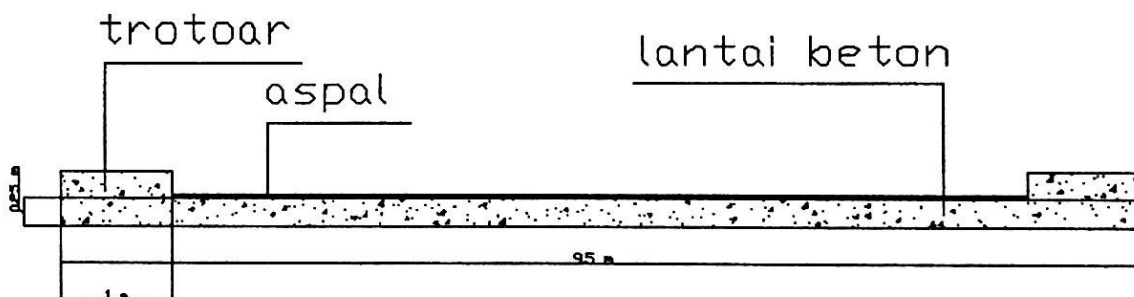
IV. 3. 1 Beban Mati

Untuk gelagar yang terdapat pada ujung dari bentang jembatan, menerima beban sebesar setengah dari beban yang diterima oleh gelagar yang terdapat pada tengah-tengah bentang. Hal ini disebabkan karena gelagar yang terletak pada ujung bentang, hanya menerima setengah pembebanan saja.



Gambar IV.1 Beban mati pada jembatan

Beban mati yang diperhitungkan pada jembatan terdiri dari beban lantai kendaraan, trotoar, dan aspal.



Gambar IV.2 Beban lantai pada jembatan

a. Beban lantai kendaraandari pers II.1)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{lantai kendaraan}} &= \text{Berat Jenis beton} \times \text{tebal lantai kendaraan} \times \text{lebar trotoar} \\
 &= 24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \\
 &= 30 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

b. Beban akibat trotoardari pers II.1)

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{trotoar}} &= \text{Berat Jenis beton} \times \text{tebal trotoar} \times \text{lebar trotoar} \\
 &= 24 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \\
 &= 30 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

c. Beban akibat aspal

....dari pers II.1)

$$\begin{aligned} q_{\text{aspal}} &= \text{BJ aspal} \times \text{tebal aspal} \times \text{luas aspal} \\ &= 22,4 \text{ kNm}^3 \cdot 0,05 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \\ &= 5,6 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

IV. 3. 2 Beban "D"

Beban "D" merata (UDL), untuk $L > 30\text{m}$

$$q = 8(0.5 + 15 / L) \text{ kpa}$$

$$\begin{aligned} q &= 8(0.5 + 15/L) \text{ kN/m} \\ &= 8(0.5 + 15/60) \text{ kN/m} \\ &= 6 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

....dari pers II.2)

Beban "KEL" harus dikalikan dengan faktor DLA

$$\begin{aligned} p &= 44 \text{ kN/m} + (44 \text{ kN/m} \times \text{DLA}) \\ &= 44 \text{ kN/m} + (44 \text{ kN/m} \times 38 \%) \\ &= 44 \text{ kN/m} + 16,72 \text{ kN/m} \\ &= 60,72 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

....dari pers II.3)

IV. 3. 3 Beban Terpusat "T"

Beban "T"

$$T = \text{Beban} + (\text{DLA} \times \text{Beban})$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ban belakang} &= 100 \text{ kN} + (0,3 \times 100) \\ &= 100 + 30 \text{ kN} \\ &= 130 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ban tengah} &= 100 \text{ kN} + (0,3 \times 100) \\ &= 100 + 30 \text{ kN} \\ &= 130 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Ban depan} &= 25 \text{ kN} + (0.3 \times 25) \\
 &= 25 \text{ kN} + 7,5 \text{ kN} \\
 &= 32,5 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

IV. 3. 4 Beban Pejalan Kaki

Luas pembebanan untuk pejalan kaki ekuivalen dengan luas sisi trotoar yaitu:

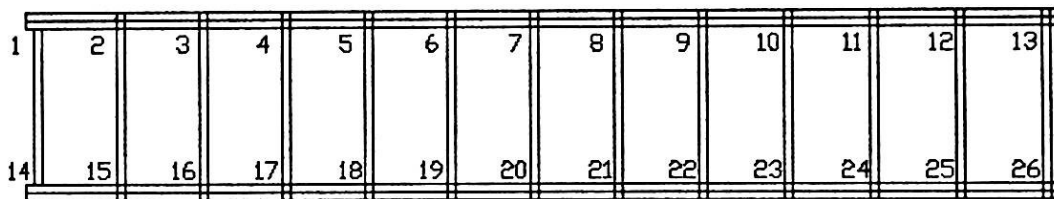
$$A = 1,0 \text{ m} \times 60 \text{ m} = 60 \text{ m}^2$$

Berdasarkan BMS'1992,

$$\begin{aligned}
 \text{Intensitas beban} &= 5,33 - (60/30) && \text{untuk } 10 \text{ m} < A < 100 \text{ m}^2 \\
 &= 3,33 \text{ kpa} = 333 \text{ kg/m}^2 = 3,33 \text{ kN/m}^2 \times 5 = 16,65 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 100 \text{ kpa}$$

IV. 3. 5 Beban Rem



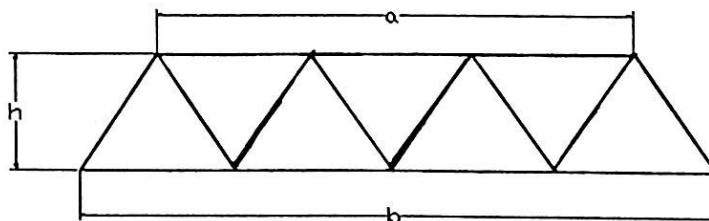
Gambar IV.3 Beban titik rem

Beban REM sesuai dengan Grafik untuk bentang jembatan = 60 adalah **250 kN**

Beban Rem tiap titik adalah $250/26$ titik = 9,6 kN

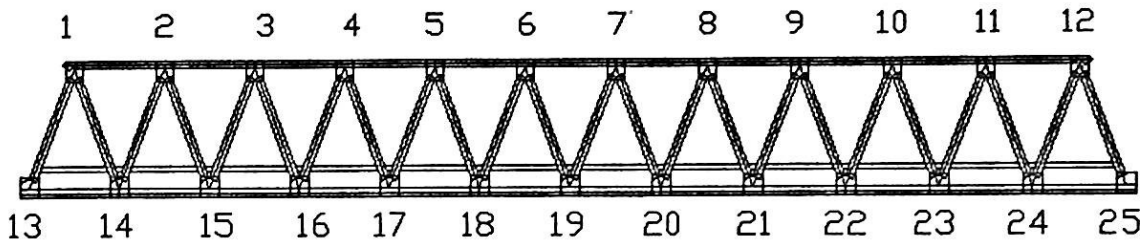
IV. 3. 6 Beban Angin

Berdasarkan peraturan BMS' 92, luas bidang struktur yang dibebani adalah sebesar 30% dari luas bidang luar. Maka besar luas bidang luar (luas trapeesium) adalah :



Gambar IV.4 luas pembebanan angin

$$\begin{aligned}
 Ab &= 30\% \times \frac{1}{2} (a + b) h && \dots \text{dari pers II.6} \\
 &= 30\% \times \frac{1}{2} (55 \text{ m} + 60 \text{ m}) \cdot 6,7 \text{ m} \\
 &= 115,575 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



Gambar IV.5 Jumlah titik angin yang bekerja

Terdapat 2 beban angin yang bekerja pada konstruksi jembatan

1. beban angin yang langsung bekerja pada konstruksi jembatan

$$T_{EW1} = 0.0006 C_w (V_w)^2 Ab \text{ kN} \quad \dots \text{dari pers II.4)}$$

Berdasarkan grafik pada peraturan BMS'92 nilai $C_w = 1,2$ dan nilai $V_w = 25 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}
 T_{EW1} &= 0.0006 C_w (V_w)^2 Ab \text{ kN} \\
 &= 0.0006 \cdot 1,2 \cdot (25)^2 \cdot 115,575 \text{ kN} \\
 &= 52 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{EW1}^U &= 52 / 25 \text{ titik} \\
 &= 2,08 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

2. beban angin yang bekerja pada konstruksi lewat kendaraan yang berada di atas jembatan

$$T_{EW2} = 0,0012 C_w (V_w)^2 \text{ kN/m} \quad \dots \text{dari pers II.5)}$$

Berdasarkan grafik pada peraturan BMS'92 nilai $C_w = 1,2$ dan nilai $V_w = 25 \text{ m/s}$

$$\begin{aligned}
 T_{EW2} &= 0,0012 C_w (V_w)^2 \text{ kN/m} \\
 &= 0,0012 \cdot 1,2 \cdot (25)^2 \text{ kN/m} \\
 &= 0,9 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

$$T_{EW2}^U = 0,9 / 25 \text{ titik}$$

$$= 0,036 \text{ kN}$$

IV. 3. 7 Beban Gempa

Besarnya beban gempa diperhitungkan sebagai berikut :

Wilayah Palembang masuk dalam zona V wilayah gempa dan tanah lunak, sehingga memiliki nilai

$C = 0,1$ (didapat dari grafik hubungan waktu getar gempa)

$I = 1,0$

$S = 1,0$

Faktor perangkaan $F = 1,0$, maka $S = 1,0 \times 1,0 = 1$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W_{TP}}{gK_p}}$$

....dari pers II.9)

Dimana W_{TP} adalah berat total nominal atas jembatan termasuk beban mati.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{W_{TP}}{gK_p}}$$

$$= 2,3,14 \sqrt{\frac{77kN}{9,8m/s^2 \cdot 1kN/m}}$$

$$= 6,28 \cdot \sqrt{7,85}$$

$$= 1,76 \text{ s}$$

$$W_{TP} = \text{berat total batang (A + B + D + T + plat-plat penyambung) + beban (aspal + lantai kendaraan + trotoar)}$$

$$= (42278 + 30439,2 + 2952 + 3202,1 + 28228) \text{ kg} + (560 + 3000 + 3000) \text{ kg}$$

$$= (107099,3 + 6560) \text{ kg}$$

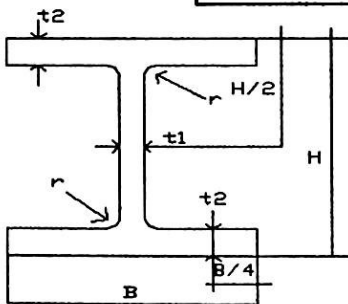
$$= 113659,3 \text{ kg} = 1136,593 \text{ kN}$$

Sehingga total gaya geser gempa adalah

$$\begin{aligned}
 T'_{EQ} &= K_h \cdot I \cdot W_t && \dots \text{dari pers II.7)} \\
 &= C \cdot S \cdot I \cdot W_t && \text{dimana } K_h = C \cdot S \\
 &= 0,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1136,593 \text{ kN} \\
 &= 113,6593 \text{ kN} / 25 \text{ titik} \\
 &= 4,54 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Tabel IV.1 Rekap Pembebanan

Jenis Beban	Beban Standart(kN)
Lantai Kendaraan	30
Trotoar	30
Aspal	5,6
Beban 'D'	6
Beban 'KEL'	60,72
Beban Truk	Ban Belakang+tengah 260
Rem	Ban Depan 32,5
Pejalan Kaki	9,6
Beban angin	16,65
	Langsung 2,08
Beban gempa	Tidak langsung 0,036
	4,54

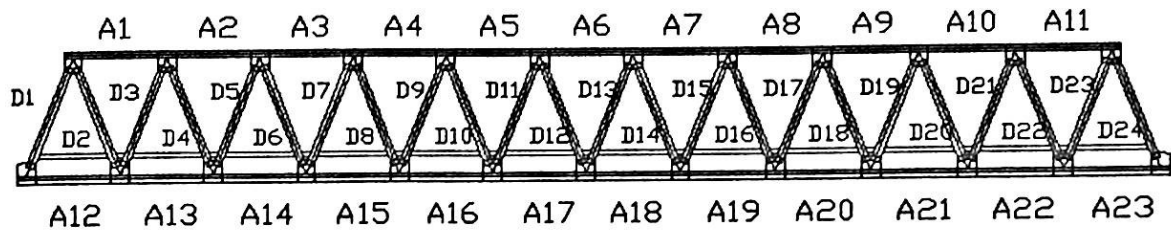


Gambar IV. 6 Penampang Profil Baja

Tabel IV.2 Nama Profil Batang Autoselect pada SAP2000

Nama Batang	H (cm)	B (cm)	t1 (cm)	t2 (cm)	Ix (cm ⁴)	Iy (cm ⁴)
W 40x268	100	45	1,9	3,5	894897.565	54942.548
W 40x244	99,2	45	1,8	3,2	799164.337	48699.077

W 36x230	91,2	41,8	1,93	3,2	624347.138	39125.754
W 33x241	86,8	40,3	2,1	3,55	591048.62	38792.769
W 30x191	77,9	38,2	1,8	3	381684.217	28012.375
W 21x111	54,6	31,3	1,397	2,22	111133.791	11404.741
W 14x120	36,8	37,3	1,499	2,388	57439.937	20603.456
W 18x106	47,6	28,4	1,499	2,388	79500.202	9157.091
W 16x45	41	17,9	0,87	1,45	24391.162	1365.239
W 12x72	31,1	30,6	1,09	1,7	24849.016	8116.513
W 12x65	30,8	30,5	0,99	1,53	22185.135	7242.427
W 12x30	31,3	16,6	1,39	2,22	9906.308	844.950
W 14x48	35	20,4	0,86	1,51	20187.224	2139.430
W 18x40	45,5	15,3	0,8	1,33	25473.363	795.002
W 14x38	35,8	17	0,78	1,3	16024.910	1111.338
W 16x36	40,3	17,7	0,74	1,09	18647.168	1019.767
W 8x35	20,6	20,4	0,787	1,25	5286.139	1773.146
W 8x24	20,1	16,5	0,622	1,0	3446.396	761.703
W 12x40	30,3	20,3	0,74	1,30	12903.174	1835.581
W 12x45	30,6	20,4	0,85	1,46	14568.100	2081.157
W 10x49	25,3	25,4	0,86	1,42	11321.495	3887.602
HP 13x60	31,9	32,8	1,16	1,16	20936.441	6867.819
HP 12x53	29,9	30,6	1,10	1,10	16357.895	5286.139
L 8x6x7/16	20,3	15,2	1,11	1,11	1631.627	803.327



Gambar IV.7 Nama Batang samping

Tabel IV.3 Besar Gaya Batang Atas dan Bawah

Nama Batang	Profil	Panjang (m)	Gaya Batang (kg)	
			Tekan (-)	Tarik (+)
A1	W 40x268	5	36392.00	
A2	W 40x268	5	51049.03	
A3	W 40x268	5	60392.87	
A4	W 40x244	5	66536.23	
A5	W 36x230	5	71044.27	
A6	W 30x191	5	72602.19	
A7	W 36x230	5	71067.19	
A8	W 40x244	5	66570.84	
A9	W 40x268	5	60465.29	
A10	W 40x268	5	51149.58	
A11	W 40x268	5	36532.87	
A12	W 40x268	5		27083.54
A13	W 40x268	5		42742.62
A14	W 40x268	5		54640.65
A15	W 40x249	5		62008.66
A16	W 33x241	5		67256.55
A17	W 30x191	5		70206.20
A18	W 30x191	5		70217.44
A19	W 33x241	5		67292.72
A20	W 40x249	5		62069.63
A21	W 40x268	5		54728.44
A22	W 40x268	5		42861.18
A23	W 40x268	5		27309.68

IV. 4 Perhitungan Dimensionering Batang

a. Batang atas

Dimensionering batang atas diperhitungkan batang A6 dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar -72602.19kg

Dipakai profil W 30x191

$$L \quad : \quad 500 \text{ cm}$$

$$A \quad : \quad 360 \text{ cm}^2$$

$$I_{\min} \quad : \quad 28012.375 \text{ cm}^4 \text{ (diambil nilai terkecil antara } I_x \text{ dan } I_y)$$

$$\begin{aligned} i_{\min} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{28012.375}{360}} \\ &= 8.82 \end{aligned}$$

dapat dicari nilai kelangsingan batang yaitu :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{l}{i_{\min}} \\ &= \frac{500}{8.82} = 56.68 \end{aligned}$$

Pada desain batang tekan perlu dicek nilai kelangsingan batang yaitu:

$$\lambda < 240 \text{ Aman}$$

$$56.68 < 240 \text{ Aman}$$

Nilai faktor tekuk didapat dari tabel faktor tekuk dengan mutu baja 360 didapat faktor tekuk 1,4512

$$\begin{aligned} \sigma &= w \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \text{ Aman} \\ &= 1,2 \frac{72602.19}{360} \\ &= 242 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \text{ Aman} \end{aligned}$$

b. Batang bawah

Dimensionering batang bawah diperhitungkan batang A18 dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar 70217.44 kg

Dipakai profil W 30x191

$$L : 500 \text{ cm}$$

$$A : 361.9 \text{ cm}^2$$

$$\sigma = \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \dots\dots\dots\text{Aman}$$

$$= \frac{70217.44}{361.9}$$

$$= 194.02 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{Aman}$$

Tabel IV.4 Gaya batang diagonal

Nama Batang	Profil	Panjang (m)	Gaya Batang(kgf)	
			Tekan (-)	Tarik (+)
D1	W 14x120	7,15	78282.65	
D3	W 12x65	7,15	18835.37	
D5	HP 13x60	7,15	10961.82	
D7	HP 12x53	7,15	5357.18	
D9	HP 12x53	7,15	2856.75	
D11	W 8x35	7,15		1833.16
D13	W 8x24	7,15		6247.49
D15	W 16x36	7,15		10479.41
D17	W 14x38	7,15		12632.82
D19	W 18x40	7,15		15844.03
D21	W 14x48	7,15		23641.56
D23	W 16x45	7,15		26408.86
D2	W 16x45	7,15		26604.63
D4	W 14x48	7,15		23682.56
D6	W 18x40	7,15		16261.91
D8	W 14x38	7,15		12669.26

D10	W 16x36	7,15		10517.34
D12	W 8x24	7,15		6279.76
D14	W 8x35	7,15		1866.78
D16	HP 12x53	7,15	2822.01	
D18	HP 12x53	7,15	5320.09	
D20	HP 13x60	7,15	10914.40	
D22	W 12x65	7,15	18732.65	
D24	W 14x120	7,15	78921.44	

c. Batang Diagonal

1). Batang diagonal tarik

Dimensionering batang diagonal diperhitungkan batang D2 dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar 26604.63 kg

Dipakai profil W 16x45

L : 715 cm

A : 85.1cm²

$$\sigma = \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \dots\dots\dots\text{Aman}$$

$$= \frac{26604.63}{85.1}$$

$$= 312.62 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{Aman}$$

2). Batang diagonal tekan

Dimensionering batang diagonal diperhitungkan batang D24 dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar 78921.44 kg

Dipakai profil W 14x120

L : 715 cm

A : 227.741 cm²

I_{\min} : 20603.456 cm⁴ (diambil nilai terkecil antara I_x dan I_y)

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}$$

$$= \sqrt{\frac{20603.456}{227.741}}$$

$$= 9.51$$

dapat dicari nilai kelangsingan batang yaitu :

$$\lambda = \frac{l}{i_{\min}}$$

$$= \frac{715}{9.51} = 75.18$$

Pada desain batang tekan perlu dicek nilai kelangsingan batang yaitu:

$$\lambda < 240 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

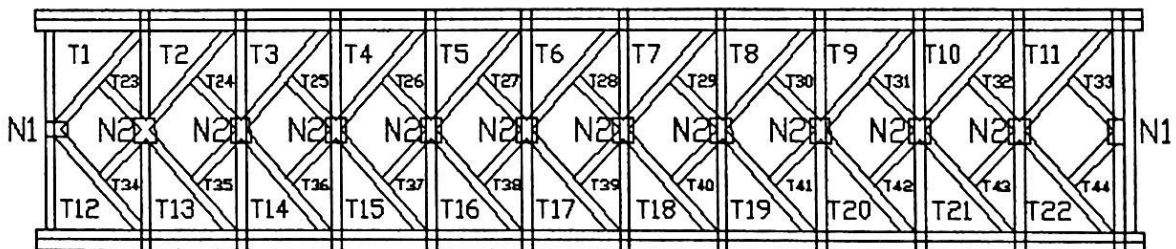
$$75.18 < 240 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Nilai faktor tekuk didapat dari tabel faktor tekuk dengan mutu baja Fe 360 didapat faktor tekuk 1,51

$$\sigma = w \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$= 1,51 \frac{78921.44}{227.741}$$

$$= 523.27 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$



Gambar IV.8 Nama Batang Atas

Tabel IV.5 gaya batang akibat beban mati

Nama Batang	Profil	Panjang	Gaya batang(kgf)	
			Tekan (-)	Tarik (+)
T1	L 8x6x7/16	6.89	94.94	
N1	W 10x49	9.5		64.12

a) Batang atas tarik

Dipakai profil W 10x49

$$L : 950 \text{ cm}$$

$$A : 92.9 \text{ cm}^2$$

$$I_{\min} : 3887.602 \text{ cm}^4 \text{ (diambil nilai terkecil antara } I_x \text{ dan } I_y)$$

$$\begin{aligned} i_{\min} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} \\ &= \sqrt{\frac{3887.602}{92.9}} \\ &= 6.46 \end{aligned}$$

dapat dicari nilai kelangsingan batang yaitu :

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{l}{i_{\min}} \\ &= \frac{950}{6.46} = 146.85 \end{aligned}$$

Pada desain batang tekan perlu dicek nilai kelangsingan batang yaitu:

$$\lambda < 240 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$146.85 < 240 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Mencari angka kelangsingan batas (λ_g)

$$\begin{aligned} (\lambda_g) &= \pi \sqrt{\frac{E}{0,7\sigma_L}} \\ &= 3,14 \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^6}{0,7 \cdot 2400}} \\ &= 111,0158 \end{aligned}$$

Mencari nilai banding kelangsingan (λ_s)

$$\begin{aligned} \lambda_s &= \frac{\lambda}{\lambda_g} \\ &= \frac{146.85}{111,0158} = 1.352 \end{aligned}$$

Mencari faktor tekuk (w)

$$w = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_s}$$

$$\frac{1,41}{1,593 - 1,352} = 5.21$$

$$\sigma = w \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{Aman}$$

$$= 5.21 \frac{3887.602}{92.9}$$

$$= 218.02 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots \text{Aman}$$

Dimensionering batang ikatan angin diperhitungkan batang T1 dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar 94,94 kg

Dipakai profil L 8x6x7/16

dimana: $i_x = 4.5$

$A = 38.25$

$F_n = 0,8 F$

$= 0,8 \cdot 38.25$

$= 30.6$

Gaya batang (P) = 94.94 kg

Panjang batang (l) = $l_k = 6.89$

Syarat kekakuan

$$\alpha = \frac{l_n}{i_x} \leq 300$$

$$= \frac{689}{4.5}$$

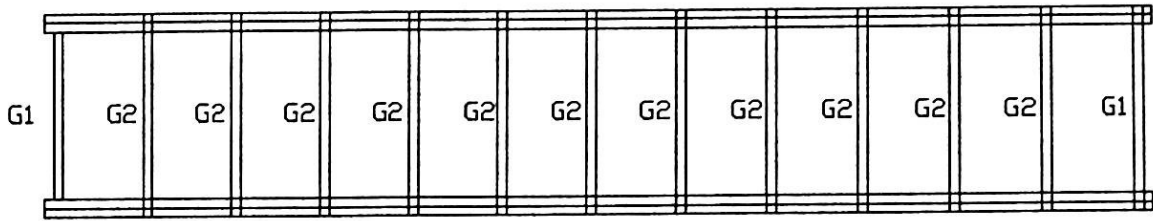
$$= 153.11 \leq 300 \dots\dots \text{Aman}$$

Syarat kekuatan

$$\sigma = \frac{P}{F_n} \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$

$$= \frac{94.94}{30.6}$$

$$= 3.1 \text{ kg/cm}^2 \leq 1600 \text{ kg/cm}^2$$



Gambar IV.9 Gelagar melintang

Tabel IV. 6 gaya pada batang G

Nama Batang	Profil	Panjang (m)	Gaya batang maks(kg)	
			Tekan (-)	Tarik (+)
G	W 36x230	9.5	1208.36	

Dimensionering gelagar melintang diperhitungkan batang G dengan gaya aksial maksimum yaitu sebesar 1208.36 kg

Dipakai profil W36x230

$$L : 950 \text{ cm}$$

$$A : 436.128 \text{ cm}^2$$

$$I_{\min} : 39125.754 \text{ cm}^4 \text{ (diambil nilai terkecil antara } I_x \text{ dan } I_y)$$

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}$$

$$= \sqrt{\frac{39125.754}{436.128}}$$

$$= 9,47$$

dapat dicari nilai kelangsingan batang yaitu :

$$\lambda = \frac{l}{i_{\min}}$$

$$= \frac{950}{9,47} = 100,29$$

Pada desain batang tekan perlu dicek nilai kelangsingan batang yaitu:

$$\lambda < 240 \dots\dots\dots\text{Aman}$$

$$100,29 < 240 \dots\dots\dots\text{Aman}$$

Nilai faktor tekuk didapat dari tabel faktor tekuk dengan mutu baja Fe 360 didapat faktor tekuk 2,239

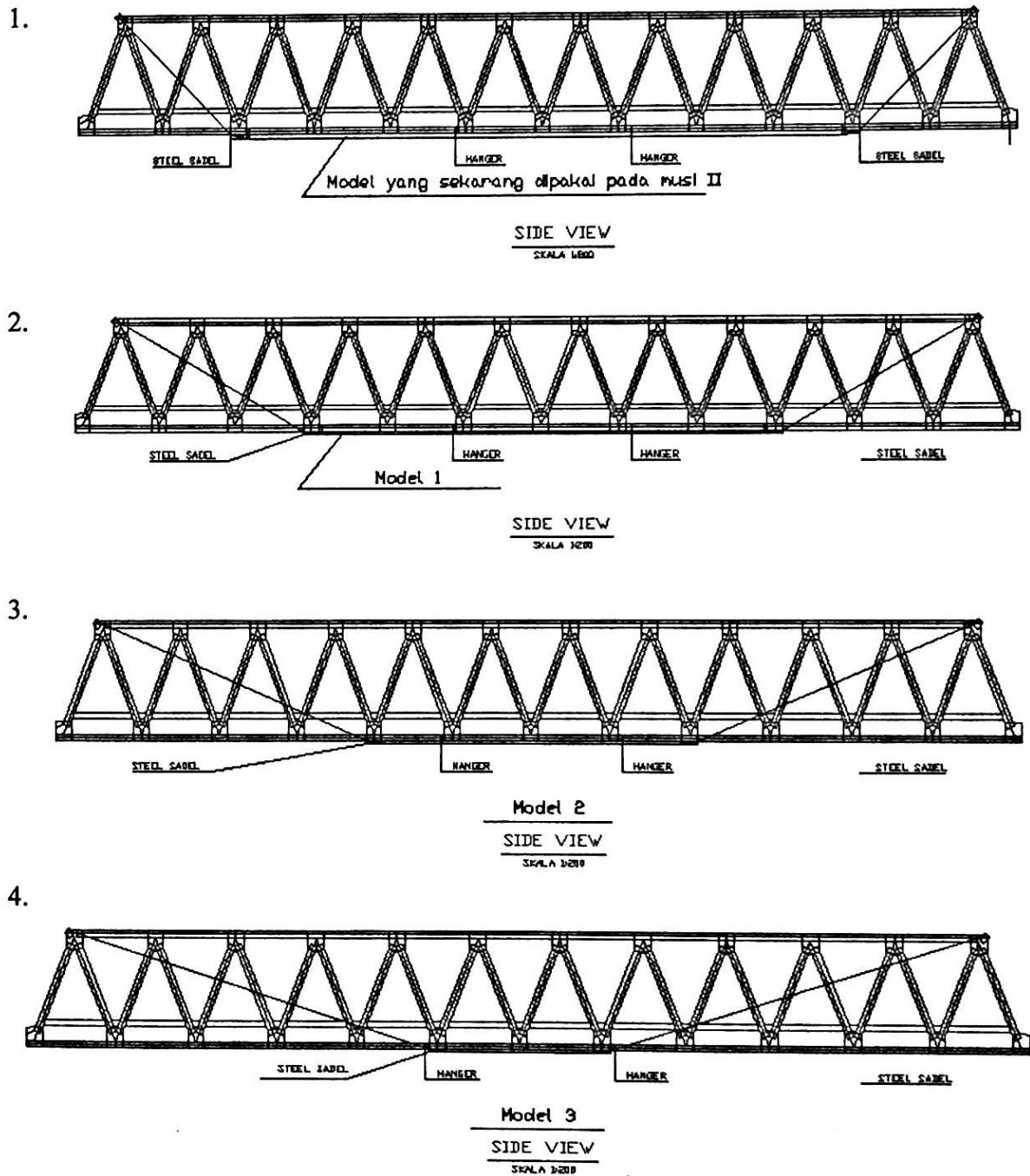
$$\sigma = w \frac{P}{A} < \bar{\sigma} \dots\dots\dots\text{Aman}$$

$$= 2,036 \frac{1208,36}{436,128}$$

$$= 5,64 \text{ kg/cm}^2 < 1600 \text{ kg/cm}^2 \dots\dots\dots\text{Aman}$$

IV.5 Jenis-jenis Posisi Perkuatan Kabel

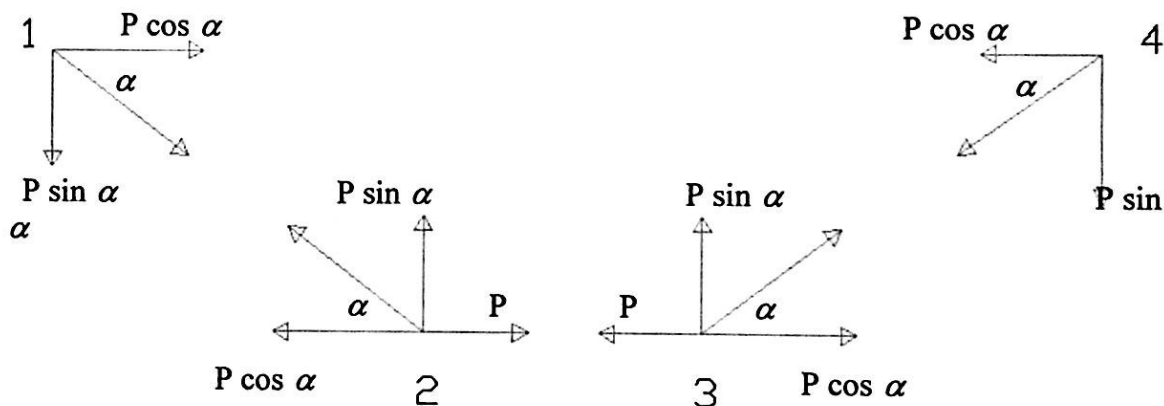
Jenis-jenis posisi perkuatan kabel dapat dilihat dibawah ini:



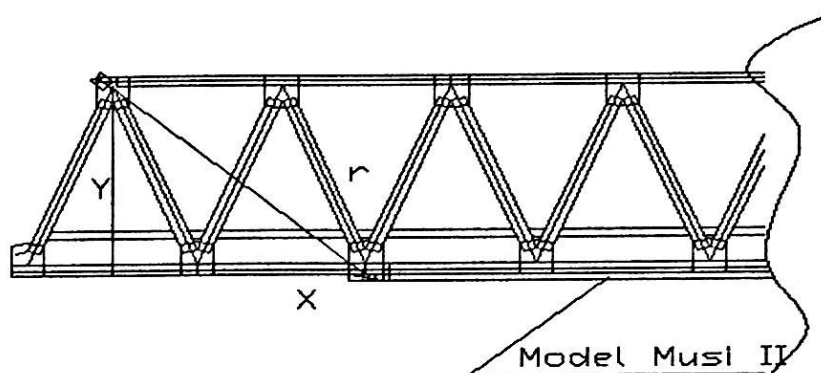
Gambar IV.10 Jenis-jenis model perkuatan

Dari ketiga model baru diatas, akan diuraikan gaya-gaya yang seolah-olah menjadi kabel tension yang berguna untuk menarik rangka baja jembatan, sehingga struktur menjadi tegang kembali akibat tarikan dari gaya kabel tersebut. Dalam penggunaan program SAP 2000 tidak diketemukan penggunaan kabel tendon sebagai suatu penambahan kekuatan bagi struktur. Sehingga disini nantinya akan dilakukan penguraian gaya yang kita lakukan sehingga nantinya kabel tendon tersebut seolah-olah akan menghasilkan gaya-gaya yang akan mengangkat jembatan ketitik normal kembali.

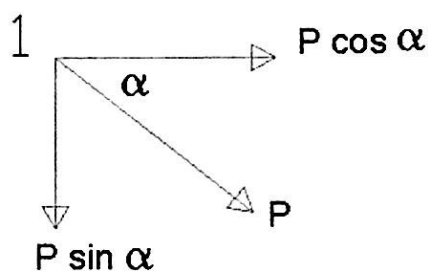
Penguraian gaya dapat dilihat dibawah ini. Diasumsikan dengan cara coba-coba, dengan memasukkan besaran gaya yang sesuai dengan kekuatan gaya tarik mesin jacking yang digunakan, sehingga defleksi yang terjadi setelah diberikan beban mati kembali atau mendekati nilai nol/netral kembali.



Gambar IV.11 Penguraian gaya vektor



Gambar IV.12 Model perkuatan Musi II

Penguraian Titik 1Nilai α

$$\sin \alpha = \frac{Y}{r} \quad r = \sqrt{(10)^2 + (6,7)^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{6,7}{12,037} \quad = \sqrt{100 + 44,89}$$

$$\sin \alpha = 0,5566 \quad = \sqrt{144,89}$$

$$\alpha = 33,822^\circ \quad = 12,037$$

Gambar IV.13 Gaya pada titik 1

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50 \% \text{ penarikan (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \cos \alpha = 2330 \cos 33,822^\circ$$

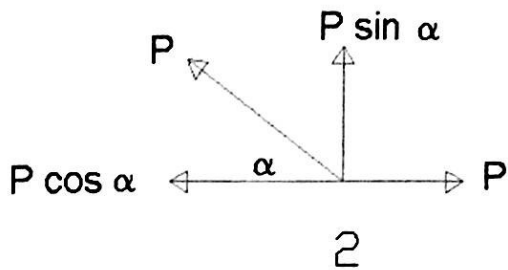
$$= 1935,6 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50 \% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2330 \sin 33,822^\circ$$

$$= -1296,84 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 2

Gambar IV.14 Gaya pada titik 2

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

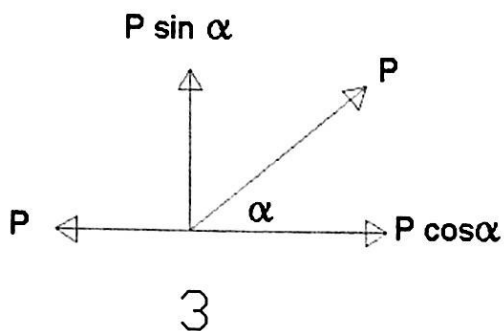
$$P \cos \alpha = 2330 \cos 33,822^\circ \\ = 1935,6 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = P - (P \cos \alpha) \\ = (2330 - 1935,6) \text{ kN} \\ = 394,4 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2330 \sin 33,822^\circ \\ = 1296,84 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 3

Gambar IV.15 Gaya pada titik 3

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

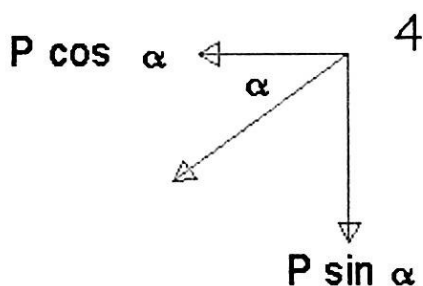
$$P \cos \alpha = 2330 \cos 33,822^\circ \\ = 1935,6 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = -P + (P \cos \alpha) \\ = (-2330 + 1935,6) \text{ kN} \\ = -279,6 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2330 \sin 33,822^\circ \\ = 1296,84 \text{ kN}$$



Gambar IV.16 Gaya pada titik 4

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ penarikan (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

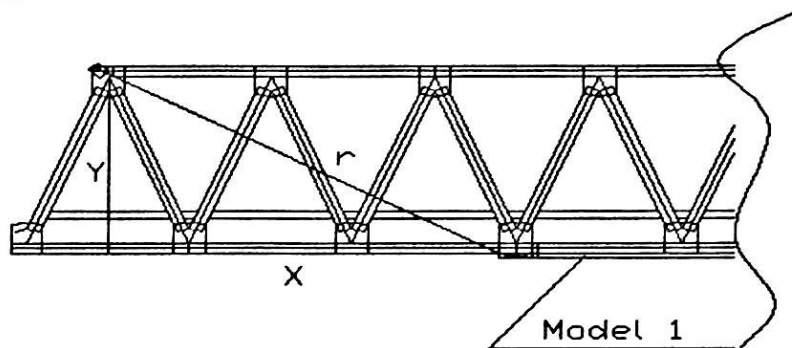
$$P \cos \alpha = 2330 \cos 33,822^\circ \\ = -1935,6 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

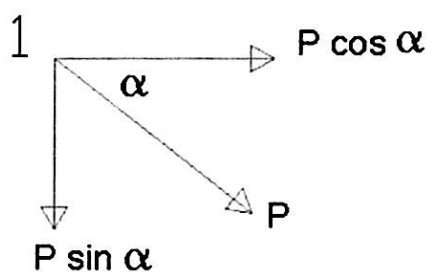
$$P \sin \alpha = 2330 \sin 33,822^\circ \\ = -1296,84 \text{ kN}$$

Perkuatan 1



Gambar IV.17 Model perkuatan 1

Penguraian Titik 1



Nilai α

$$\sin \alpha = \frac{Y}{r} \quad r = \sqrt{(12,5)^2 + (6,7)^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{6,7}{14,182} \quad = \sqrt{156,25 + 44,89}$$

$$\sin \alpha = 0,472 \quad = \sqrt{201,14}$$

$$\alpha = 28,19^\circ \quad = 14,182$$

Gambar IV.18 Gaya pada titik 1

Sumbu x

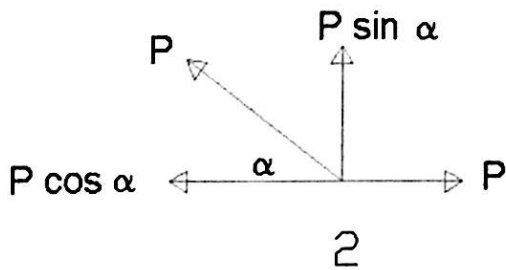
$$P = 4660 \times 50 \% \text{ penarikan (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$\begin{aligned} P \cos \alpha &= 2330 \cos 28,19^\circ \\ &= 2053,62 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50 \% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$\begin{aligned} P \sin \alpha &= 2330 \sin 28,19^\circ \\ &= -1100,68 \text{ kN} \end{aligned}$$

Penguraian Titik 2

Gambar IV.19 Gaya pada titik 2

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \cos \alpha = 2330 \cos 28,19^\circ$$

$$= 2050,4 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = P - (P \cos \alpha)$$

$$= (2330 - 2050,4) \text{ kN}$$

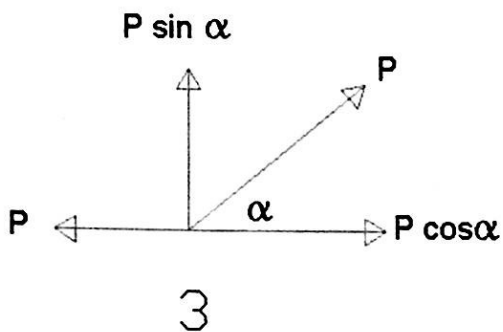
$$= 279,6 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2330 \sin 28,19^\circ$$

$$= 1100,68 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 3

Gambar IV.20 Gaya pada titik 3

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

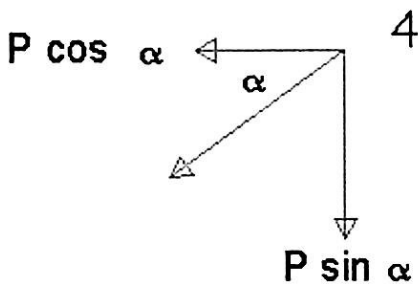
$$P \cos \alpha = 2330 \cos 28,19^\circ \\ = 2050,4 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = -P + (P \cos \alpha) \\ = (-2330 + 2050,4) \text{ kN} \\ = -279,6 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2330 \sin 28,19^\circ \\ = 1100,68 \text{ kN}$$



Gambar IV.21 Gaya pada titik 4

Sumbu x

$$P = 4660 \times 50\% \text{ penarikan (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

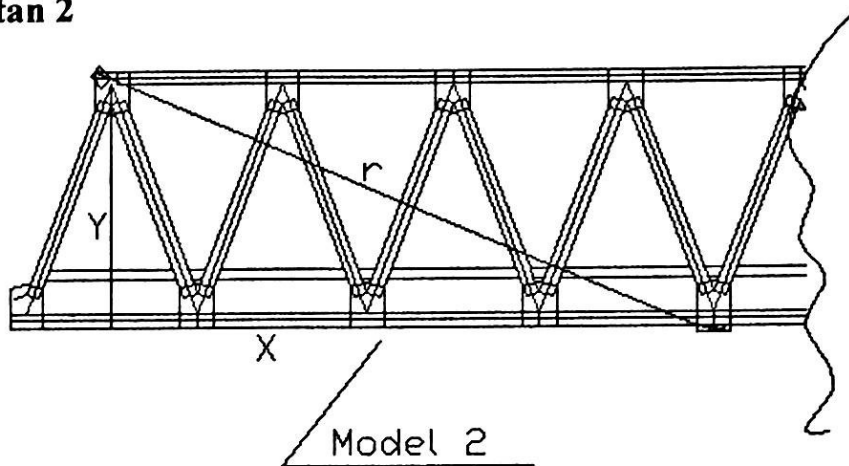
$$P \cos \alpha = 2330 \cos 28,19^\circ \\ = -2053,62 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 4660 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

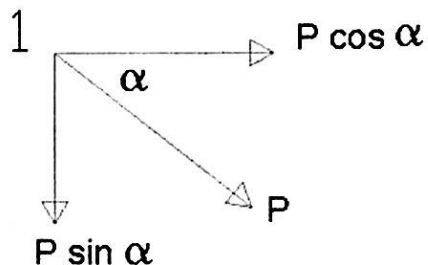
$$P \sin \alpha = 2330 \sin 28,19^\circ \\ = -1100,68 \text{ kN}$$

Perkuatan 2



Gambar IV.22 Model perkuatan 2

Penguraian Titik 1



Nilai α

$$\sin \alpha = \frac{Y}{r} \quad r = \sqrt{(17,)^2 + (6,7)^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{6,7}{18,73} \quad = \sqrt{351,14}$$

$$\sin \alpha = 0,357 \quad = 18,73$$

$$\alpha = 20,94^\circ$$

Gambar IV.23 Gaya pada titik 1

Sumbu x

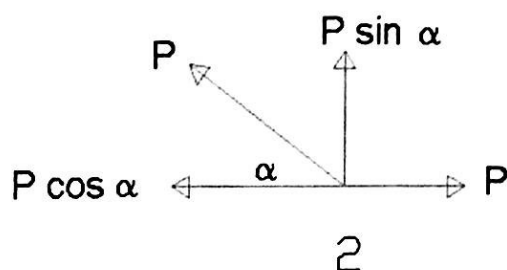
$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \cos \alpha = 2500 \cos 20,94^\circ \\ = 2332,5 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2500 \sin 20,94^\circ \\ = -892,5 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 2

Gambar IV.24 Gaya pada titik 2

Sumbu x

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

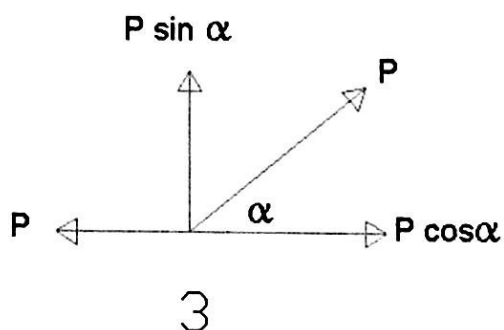
$$P \cos \alpha = 2500 \cos 28,19^\circ \\ = 2332,5 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = P - (P \cos \alpha) \\ = (2500 - 2332,5) \text{ kN} \\ = 167,5 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2332,5 \sin 28,19^\circ \\ = 892,5 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 3

Gambar IV.25 Gaya pada titik 3

Sumbu x

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

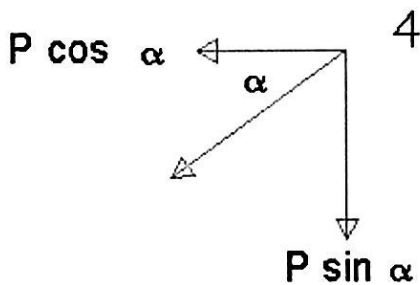
$$P \cos \alpha = 2500 \cos 28,19^\circ \\ = 2332,5 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = -P + (P \cos \alpha) \\ = -(2500 + 2332,5) \text{ kN} \\ = -167,5 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 2332,5 \sin 28,19^\circ \\ = 892,5 \text{ kN}$$



Gambar IV.26 Gaya pada titik 4

Sumbu x

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

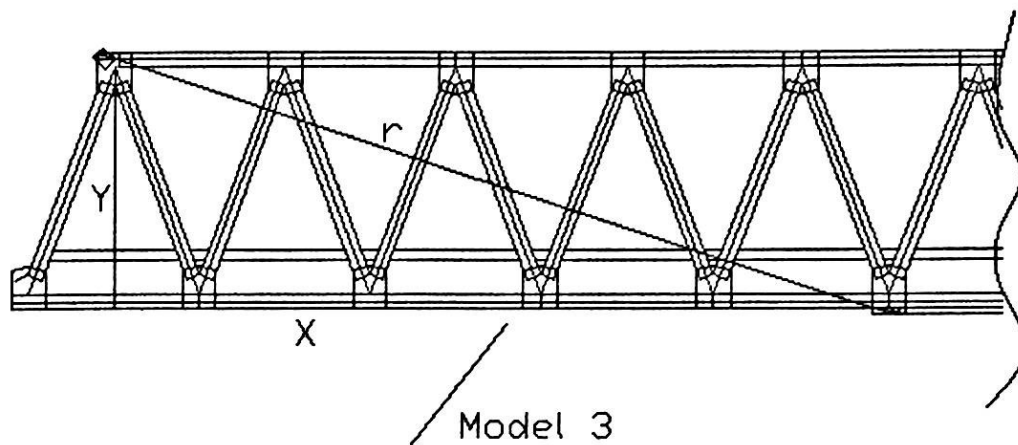
$$P \cos \alpha = 2500 \cos 20,94^\circ \\ = -2332,5 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 50\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

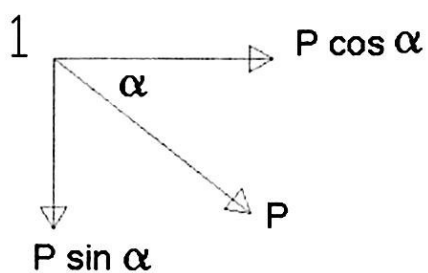
$$P \sin \alpha = 2500 \sin 20,94^\circ \\ = -892,5 \text{ kN}$$

Perkuatan 3



Gambar IV.27 Model perkuatan 3

Penguraian Titik 1



Nilai α

$$\sin \alpha = \frac{Y}{r} \quad r = \sqrt{(12,5)^2 + (6,7)^2}$$

$$\sin \alpha = \frac{6,7}{14,182} \quad = \sqrt{156,25 + 44,89}$$

$$\sin \alpha = 0,472 \quad = \sqrt{201,14}$$

$$\alpha = 28,19^\circ \quad = 14,182$$

Gambar IV.28 Gaya pada titik 1

Sumbu x

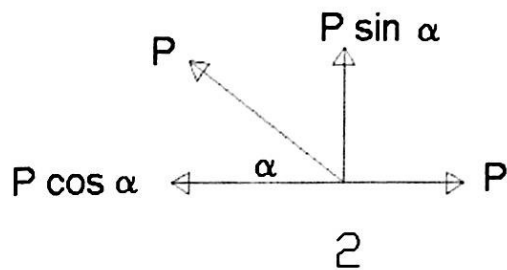
$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \cos \alpha = 3750 \cos 28,19^\circ \\ = 3594,08 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 3750 \sin 28,19^\circ \\ = -1070,76 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 2

Gambar IV.29 Gaya pada titik 2

Sumbu x

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

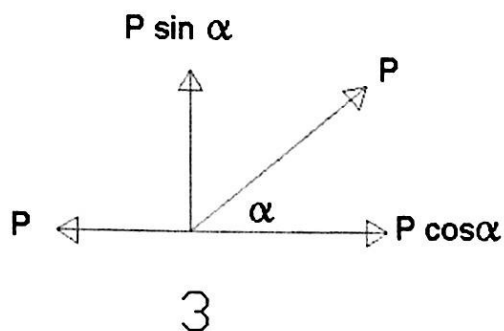
$$P \cos \alpha = 3750 \cos 28,19^\circ \\ = 3594,08 \text{ kN}$$

$$P_{\text{hor}} = P - (P \cos \alpha) \\ = (3750 - 3594,08 \text{ kN}) \\ = 155,92 \text{ kN}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$P \sin \alpha = 3750 \sin 28,19^\circ \\ = 1070,76 \text{ kN}$$

Penguraian Titik 3

Gambar IV.30 Gaya pada titik 3

Sumbu x

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

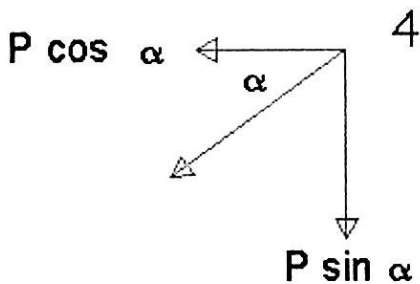
$$\begin{aligned} P \cos \alpha &= 3750 \cos 28,19^\circ \\ &= 3594,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{hor}} &= -P + (P \cos \alpha) \\ &= (-3750 + 3594,08) \text{ kN} \\ &= -155,92 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$\begin{aligned} P \sin \alpha &= 3750 \sin 28,19^\circ \\ &= 1070,76 \text{ kN} \end{aligned}$$



Gambar IV.31 Gaya pada titik 3

Sumbu x

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$\begin{aligned} P \cos \alpha &= 3750 \cos 28,19^\circ \\ &= -3594,08 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sumbu y

$$P = 5000 \times 75\% \text{ (didapat dari besarnya kapasitas mesin jacking)}$$

$$\begin{aligned} P \sin \alpha &= 3750 \sin 28,19^\circ \\ &= -1070,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

Tabel IV.7 Perbandingan kekuatan 1,2,3

	Tanpa Perkuatan (B.hidup+B.mati)	Perkuatan yang Terpasang Sekarang	Perkuatan 1	Perkuatan 2	Perkuatan 3
Jenis mesin	-	ZPE-460/31	ZPE-460/31	ZPE-500	ZPE-500
Kapasitas	-	4660	4660 kN	5000 kN	5000 kN
Tekanan mesin	-	580 Bar	580 Bar	559 Bar	559 Bar
Tendon yang dipakai	-	12,7 mm/ 0,5	12,7 mm/ 0,5"	12,7 mm/ 0,5"	12,7 mm/ 0,5"
Jumlah tendon yang dipasang	-	4	4	4	4
Jumlah Strand per tendon	-	6 - 18	6 - 18	6 - 18	6 - 18
Defleksi maksimum pada titik 7	4,65 cm	4,19 cm	3,92 cm	3,85 cm	3,338 cm
Besar pergeseran pada titik 1	1,06 cm	1,25 cm	1,22 cm	1,326 cm	1,51 cm
Besar pergeseran pada titik 2	-	1,5 cm	2,13 cm	2,802 cm	3,021 cm
Besar pergeseran pada titik 3	-	1,52 cm	2,07 cm	2,704 cm	2,872 cm
Besar pergeseran pada titik 4	0,59 cm	0,94 cm	0,91 cm	0,98 cm	1,305 cm

Tabel IV.8 Perbandingan Defleksi akibat beban mati dan beban kombinasi (b.hidup+b.mati)

No.Joint	Besarnya Defleksi (cm)	
	b.mati	b.kombinasi
1	0	0
2	0,70	1,15
3	1,25	2,10
4	1,69	2,93
5	2,02	3,66
6	2,25	4,36
7	2,36	4,65
8	2,25	4,21
9	2,02	3,56
10	1,69	2,85
11	1,25	2,05
12	0,71	1,13
13	0	0
14	0,36	0,61
15	0,95	1,59
16	1,44	2,48
17	1,83	3,25
18	2,11	3,93
19	2,28	4,38
20	2,28	4,30
21	2,11	3,81
22	1,83	3,16
23	1,44	2,41
24	0,95	1,55
25	0,36	0,59

Warna biru adalah defleksi terbesar.