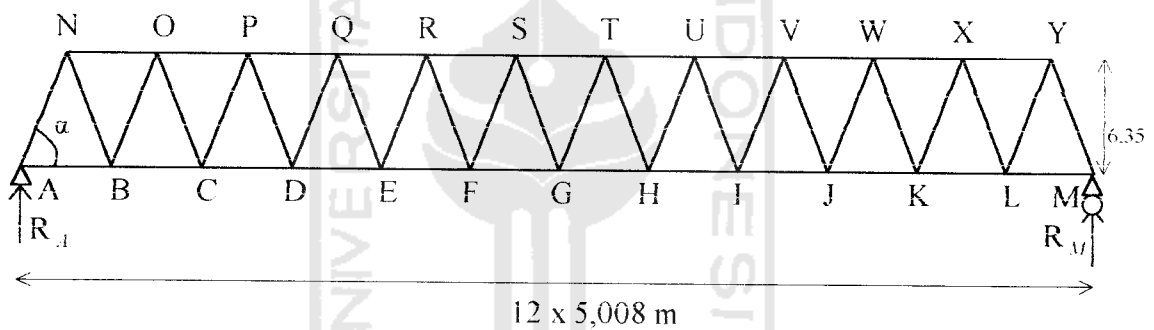


## BAB V

### HASIL PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Perhitungan gaya batang dengan metode garis pengaruh

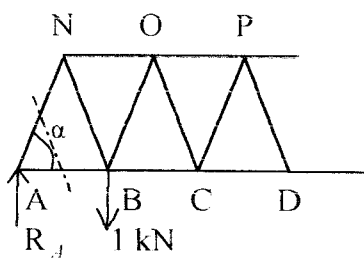
Beban-beban gravitasi yang bekerja pada rangka utama (*Main Truss*) Gambar 5.1 dihitung dengan metode garis pengaruh. Contoh perhitungan adalah sebagai berikut :



**Gambar 5.1** Rangka Utama (*Main Truss*)

Mencari gaya batang dengan metode potongan dan penempatan beban 1 kN pada tiap joint.

- **1 kN di B**



$$\alpha = 68,479^\circ$$

$$R_A = \frac{11}{12} \times 1 \text{ kN} = \frac{11}{12}$$

$$\sum M_B = 0$$

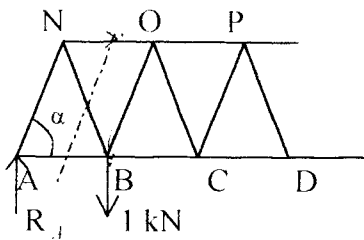
$$R_A \times 5,008 + AN \sin \alpha \times 5,008 = 0$$

$$AN = - 0,98536 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$AB + AN \cos \alpha = 0$$

$$AB = 0,3614 \text{ kN}$$



$$\Sigma M_B = 0$$

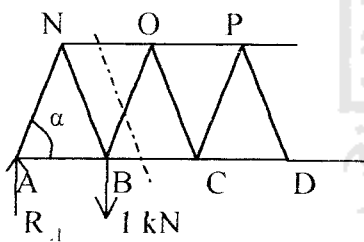
$$R_A \times 5,008 + NO \times 6,35 = 0$$

$$NO = -0,7229 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - NB \sin \alpha = 0$$

$$NB = 0,98536 \text{ kN}$$



$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - 1 + BO \sin \alpha = 0$$

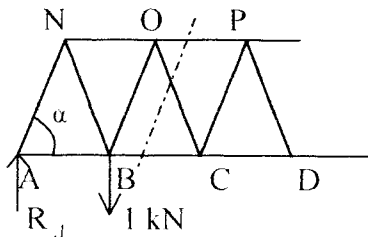
$$BO = 0,08957 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$NO + BO \cos \alpha + BC = 0$$

$$-0,7229 + 0,08957 \times \cos 68,479^\circ + BC = 0$$

$$BC = 0,69 \text{ kN}$$



$$\Sigma M_C = 0$$

$$R_A \times 5,008 - 1 \times 5,008 + OP \times 6,35 = 0$$

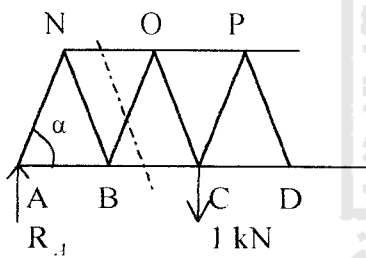
$$OP = -0,65721$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - 1 - OC \sin \alpha = 0$$

$$OC = -0,08957 \text{ kN}$$

- **1 kN di C**



$$\alpha = 68,479^\circ$$

$$R_A = \frac{10}{12} \cdot 1 \text{ kN} = \frac{10}{12} \text{ kN}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$NO \times 6,35 + R_A \times 5,008 = 0$$

$$NO = -0,657 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A + BO \sin \alpha = 0$$

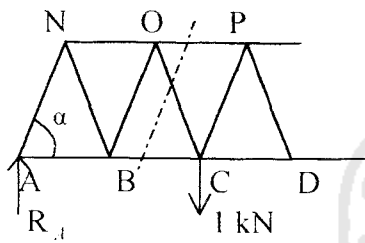
$$BO = -0,8957 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$BO \cos \alpha + BC + NO = 0$$

$$-0,8957 \cos \alpha + BC - 0,657 = 0$$

$$BC = 0,9855 \text{ kN}$$



$$\Sigma M_C = 0$$

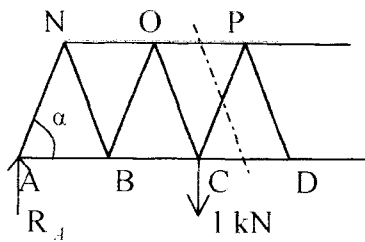
$$R_A \times 2 \times 5,008 + OP \times 6,35 = 0$$

$$OP = -1,3144 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - OC \sin \alpha = 0$$

$$OC = 0,8957 \text{ kN}$$



$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - 1 + CP \sin \alpha = 0$$

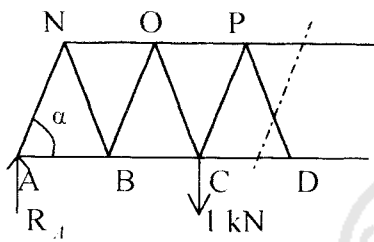
$$CP = 0,8957 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$OP + CP \cos \alpha + CD = 0$$

$$-1,3144 + 0,1791 \cos \alpha + CD = 0$$

$$CD = 1,2486 \text{ kN}$$



$$\Sigma M_D = 0$$

$$RA \times 3 \times 5,008 - 1 \times 5,008 + PQ \times 6,35 = 0$$

$$PQ = -1,18299 \text{ kN}$$

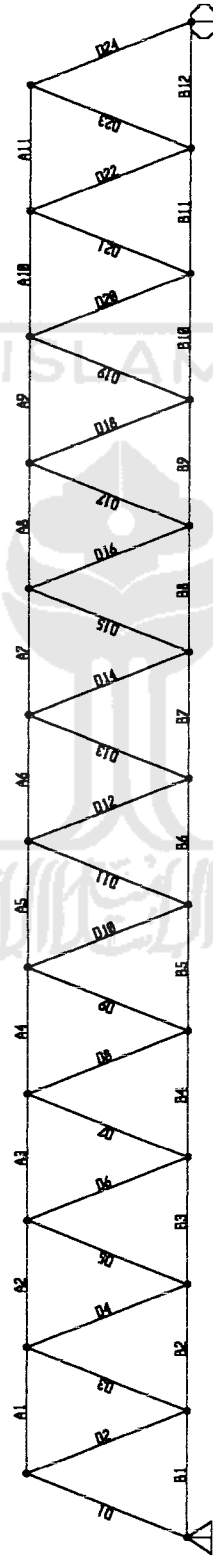
$$\Sigma V = 0$$

$$RA - 1 - PD \sin \alpha = 0$$

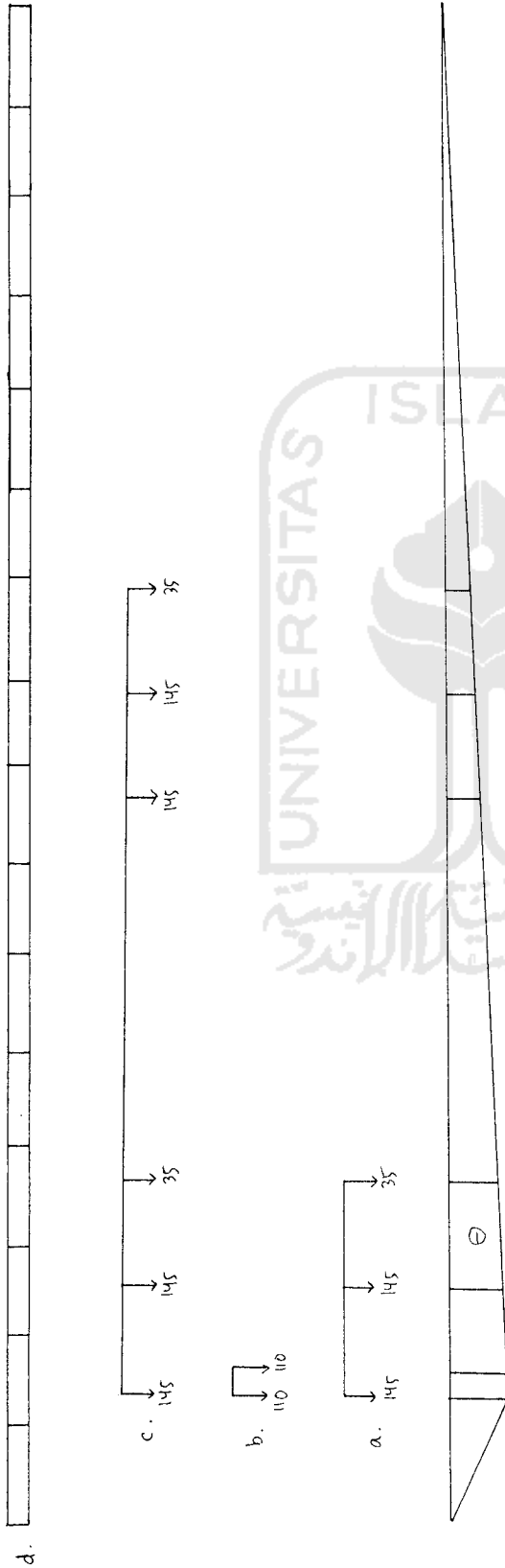
$$PD = -0,17915 \text{ kN}$$

.....dst

Setelah diperoleh gaya batang untuk tiap batang pada rangka utama struktur jembatan rangka baja maka dicari gaya batang maksimum karena beban rencana kendaraan (truk rencana, tandem rencana dan jalur rencana) dengan metode garis pengaruh.



Gambar 5.2 Rangka Utama (Main Truss) dengan Nama Batang



Gambar 5.3 Garis Pengaruh Untuk Batang A1

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7230	145	-104.8350
Y2	-0.6650	145	-96.4250
Y3	-0.6101	35	-21.3535
			$\Sigma P = -222.8310$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

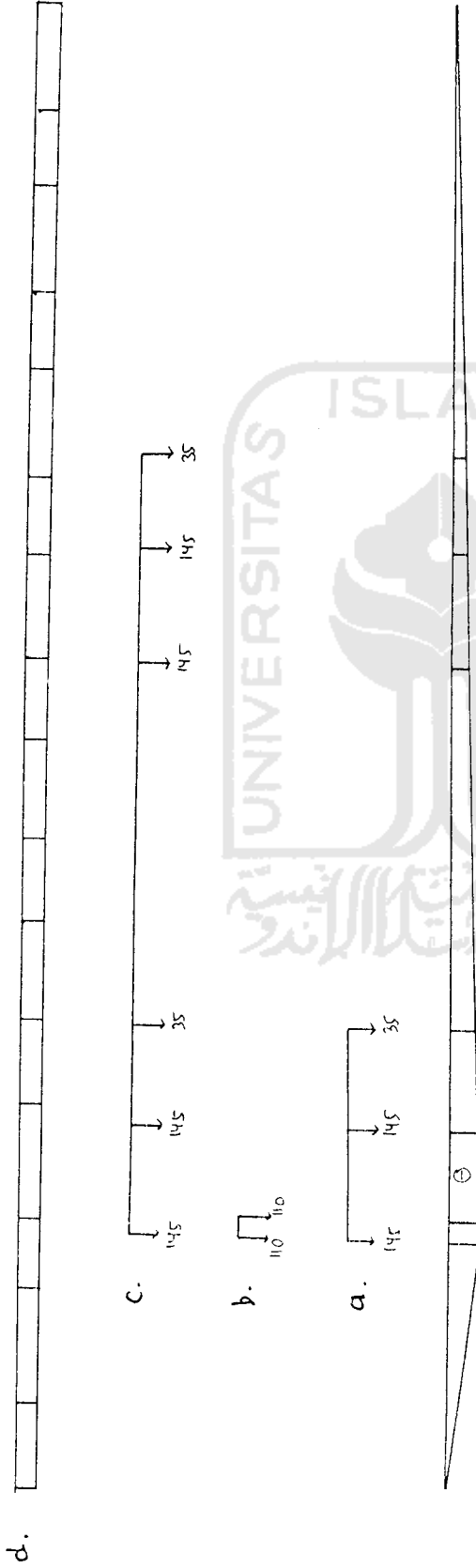
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7230	110	-79.53
Y4	-0.7072	110	-77.92
			$\Sigma P = -157.322$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7230	145	-104.8350
Y2	-0.6665	145	-96.6425
Y3	-0.6101	35	-21.3535
Y5	-0.4132	145	-59.9140
Y6	-0.3568	145	-51.7360
Y7	-0.3003	35	-10.5105
			$\Sigma P = -344.9910$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-19.9143	9.3	-185.2029
2	-1.8103	9.3	-16.8357
			$\Sigma P = -222.0387$



Gambar 5.4 Garis Pengaruh Untuk Batang A2

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.3140	145	-190.5300
Y2	-1.2011	145	-174.1590
Y3	-1.0880	35	-38.0800
			$\Sigma P = -402.755$

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.3140	110	-144.540
Y4	-1.2825	110	-141.075
			$\Sigma P = -285.615$

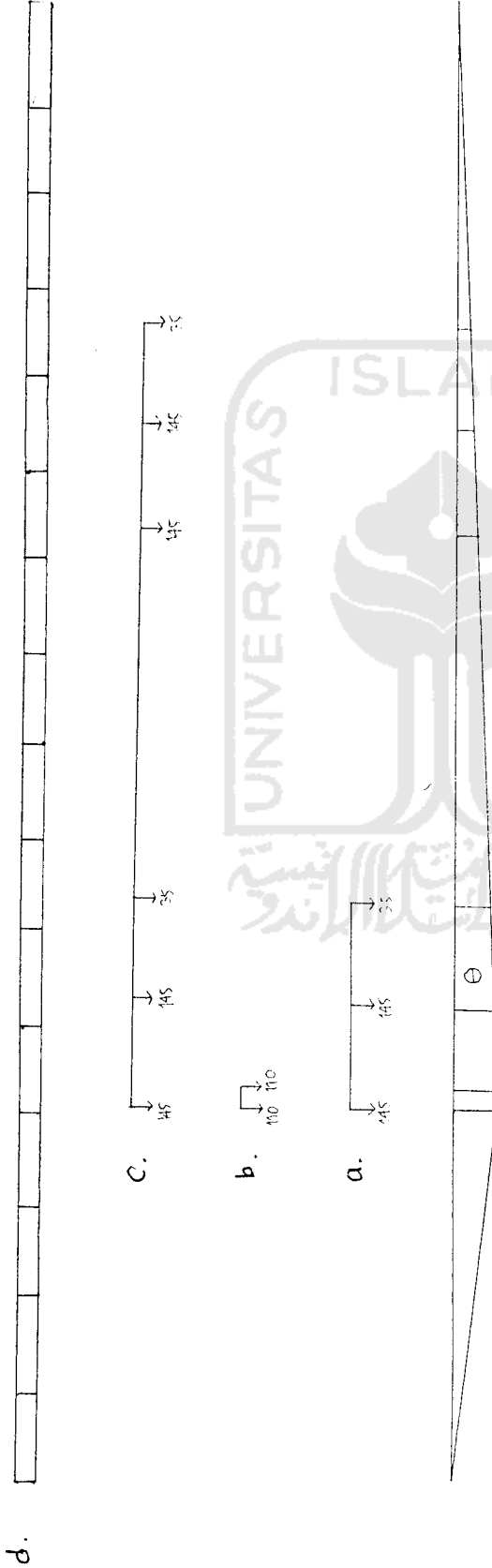
c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.3140	145	-190.5300
Y2	-1.2011	145	-174.1590
Y3	-1.0880	35	-38.0800
Y5	-0.6947	145	-100.7315
Y6	-0.5819	145	-84.3755
Y7	-0.4691	35	-16.4185
			$\Sigma P = -604.2950$

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-32.902	9.3	-305.9886
2	-6.5805	9.3	-61.1986
			$\Sigma P = -367.1870$





Gambar 5.5 Garis Pengaruh Untuk Batang A3

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.7740	145	-257.2300
Y2	-1.6047	145	-232.6810
Y3	-1.4355	35	-50.2420
			$\Sigma P = -540.1540$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

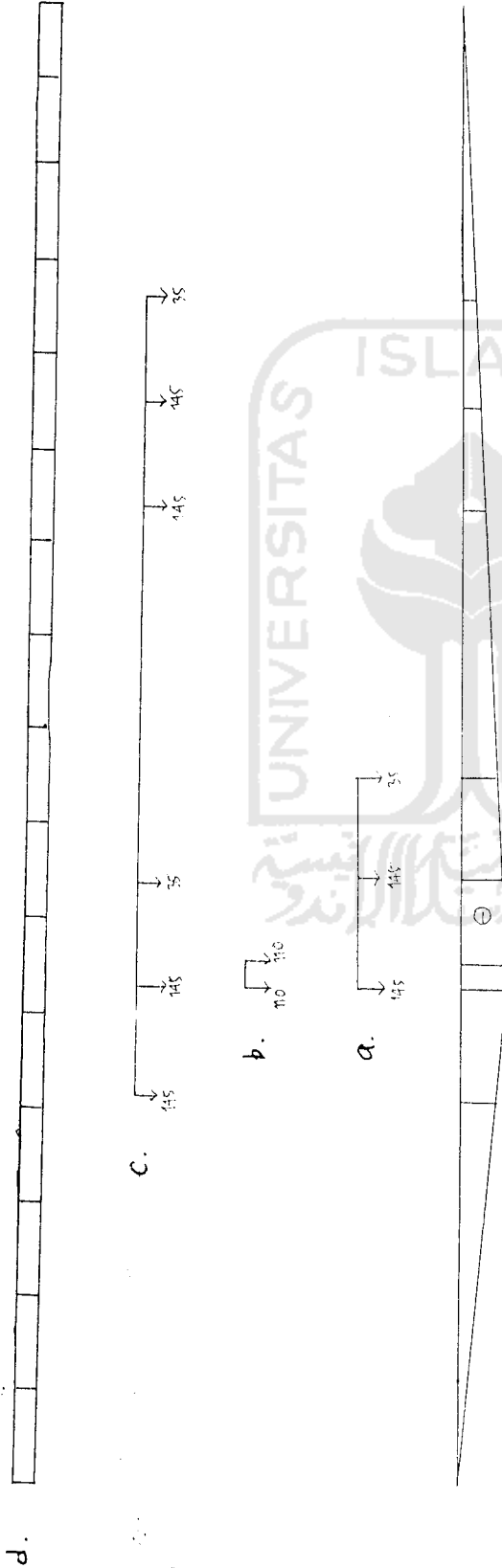
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.7740	110	-195.140
Y4	-1.7260	110	-189.860
			$\Sigma P = -385.000$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.7740	145	-257.2300
Y2	-1.6047	145	-232.6815
Y3	-1.4355	35	-50.2425
Y5	-0.8451	145	-122.5395
Y6	-0.6758	145	-97.9910
Y7	-0.5056	35	-17.6960
			$\Sigma P = -778.3805$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-39.978	9.3	-371.795
2	-13.326	9.3	-123.932
			$\Sigma P = -495.727$



Gambar 5.6 Garis Pengaruh Untuk Batang A4

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.1030	145	-304.9350
Y2	-1.8772	145	-272.1940
Y3	-1.6515	35	-57.8025
			$\Sigma P = -634.9315$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.1030	110	-231.330
Y4	-2.0400	110	-224.400
			$\Sigma P = -455.730$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.6515	145	-239.4670
Y2	-2.1030	145	-304.9350
Y3	-1.8772	35	-65.7020
Y5	-1.0899	145	-158.0350
Y6	-0.8642	145	-125.3090
Y7	-0.6385	35	-22.3475
			$\Sigma P = -915.7955$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-42.1272	9.3	-391.783
2	-21.0636	9.3	-195.891
			$\Sigma P = -587.674$



Gambar 5.7 Garis Pengaruh Untuk Batang A5

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.3000	145	-333.5000
Y2	-2.0178	145	-292.5810
Y3	-1.9050	35	-66.6750
			$\Sigma P = -692.7560$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

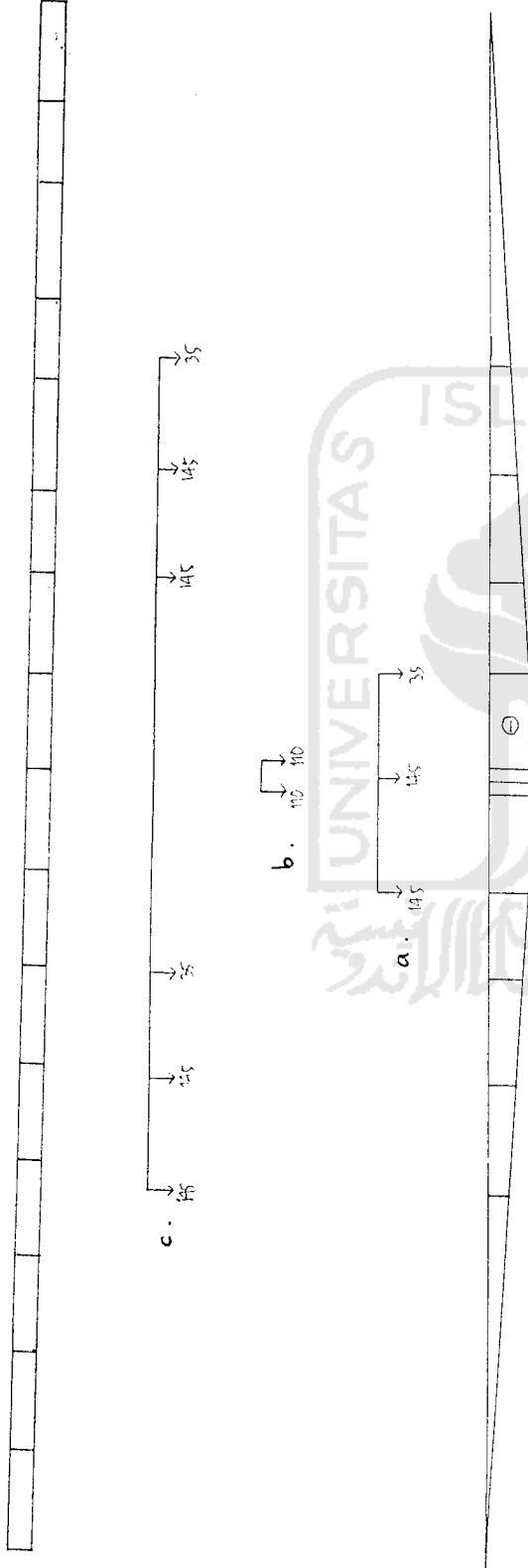
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.3000	110	-253.000
Y4	-2.2210	110	-244.310
			$\Sigma P = -497.310$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.8400	145	-266.8000
Y2	-1.4950	145	-216.7750
Y3	-1.0500	35	-36.7500
Y5	-1.6444	145	-238.4380
Y6	-1.3623	145	-197.5335
Y7	-1.0801	35	-37.8035
			$\Sigma P = -994.1000$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-40.3144	9.3	-374.923
2	-28.796	9.3	-267.802
			$\Sigma P = -642.725$



Gambar 5.8 Garis Pengaruh Untuk Batang A6

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.0273	145	-293.9585
Y2	-2.3659	145	-343.0550
Y3	-2.0273	35	-70.9550
			$\Sigma P = -707.9685$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

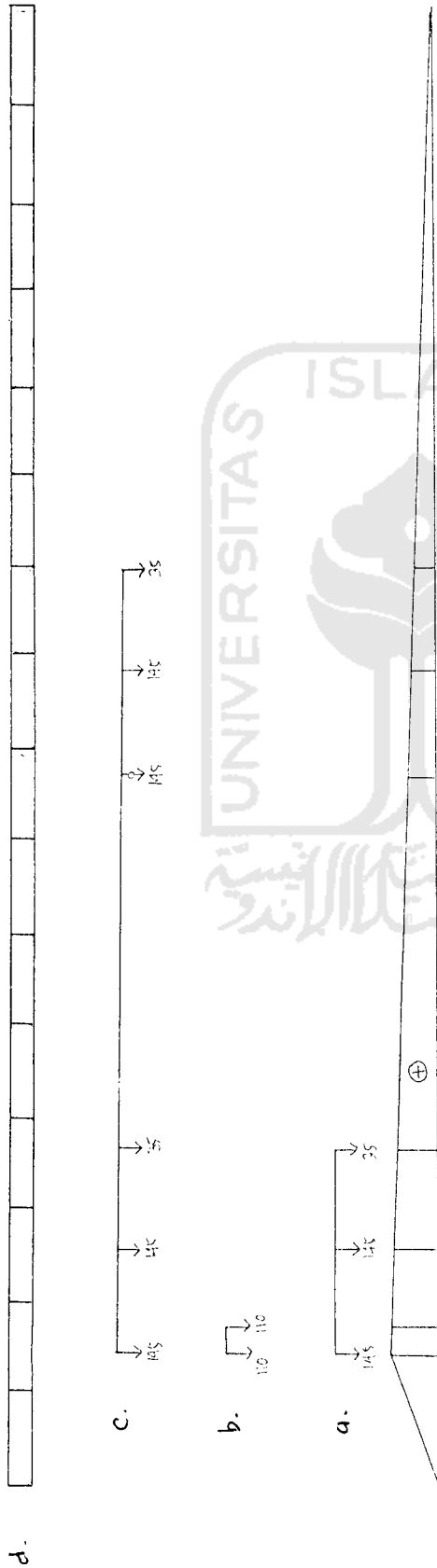
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-2.3186	110	-255.046
Y4	-2.3186	110	-255.046
			$\Sigma P = -510.092$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-1.0982	145	-159.2390
Y2	-1.4367	145	-208.3215
Y3	-1.7753	35	-62.1355
Y5	-1.7753	145	-257.4185
Y6	-1.4367	145	-208.3215
Y7	-1.0982	35	-38.4370
			$\Sigma P = -933.8730$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-35.545	9.3	-330.569
2	-35.545	9.3	-330.569
			$\Sigma P = -661.137$



Gambar 5.9 Garis Pengaruh Untuk Batang BI

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.3610	145	52.3450
Y2	0.3330	145	48.2850
Y3	0.3050	35	10.6750
			$\Sigma P = 111.3050$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

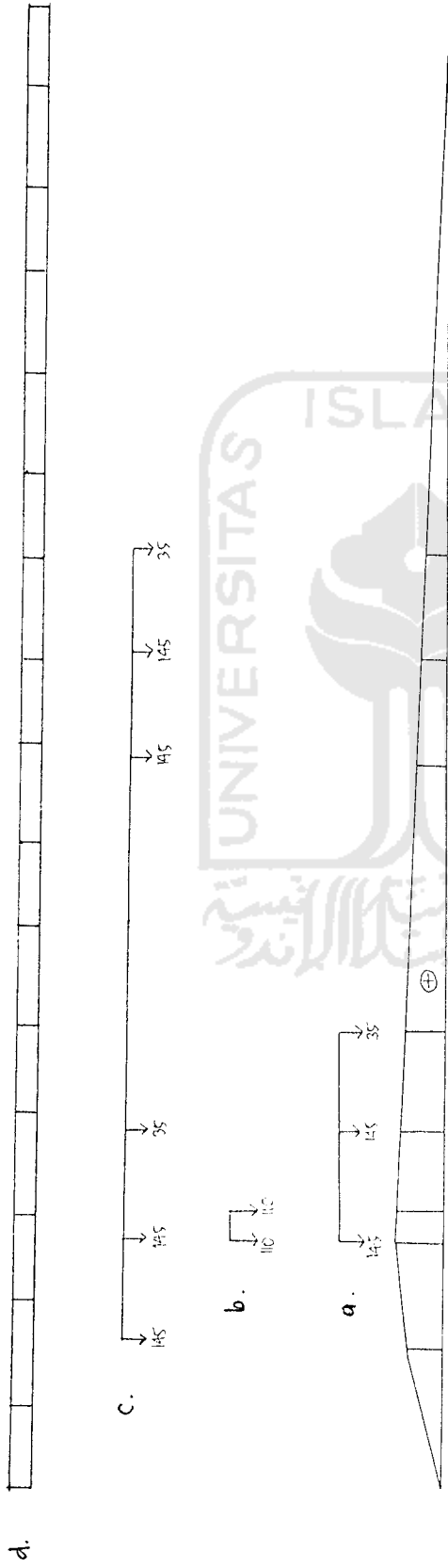
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.3610	110	39.710
Y4	0.3530	110	38.830
			$\Sigma P = 78.540$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.3610	145	52.3450
Y2	0.3330	145	48.2850
Y3	0.3050	35	10.6750
Y5	0.2060	145	29.8700
Y6	0.1780	145	25.8100
Y7	0.1500	35	5.2500
			$\Sigma P = 172.2350$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	9.94	9.3	92.442
2	0.9039	9.3	8.40627
			$\Sigma P = 100.8483$



Gambar 5.10 Garis Pengaruh Untuk Batang B2

a).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.9860	145	142.9700
Y2	0.9014	145	130.7030
Y3	0.8170	35	28.5950
			ΣP= 302.2680

b).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

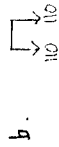
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.9860	110	108.460
Y4	0.9620	110	105.820
			ΣP= 214.280

c).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.7319	145	106.1255
Y2	0.9860	145	142.9700
Y3	0.9014	35	31.5490
Y5	0.6062	145	87.8990
Y6	0.5215	145	75.6175
Y7	0.4369	35	15.2915
			ΣP= 459.4525

d).Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	1.7277	9.3	16.06761
2	4.1967	9.3	39.02931
3	24.689	9.3	229.6077
			ΣP= 284.7046



Gambar 5.11 Garis Pengaruh Untuk Batang B3

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.4790	145	214.4550
Y2	1.3380	145	194.0100
Y3	1.1960	35	41.8600
			ΣP= 450.3250

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

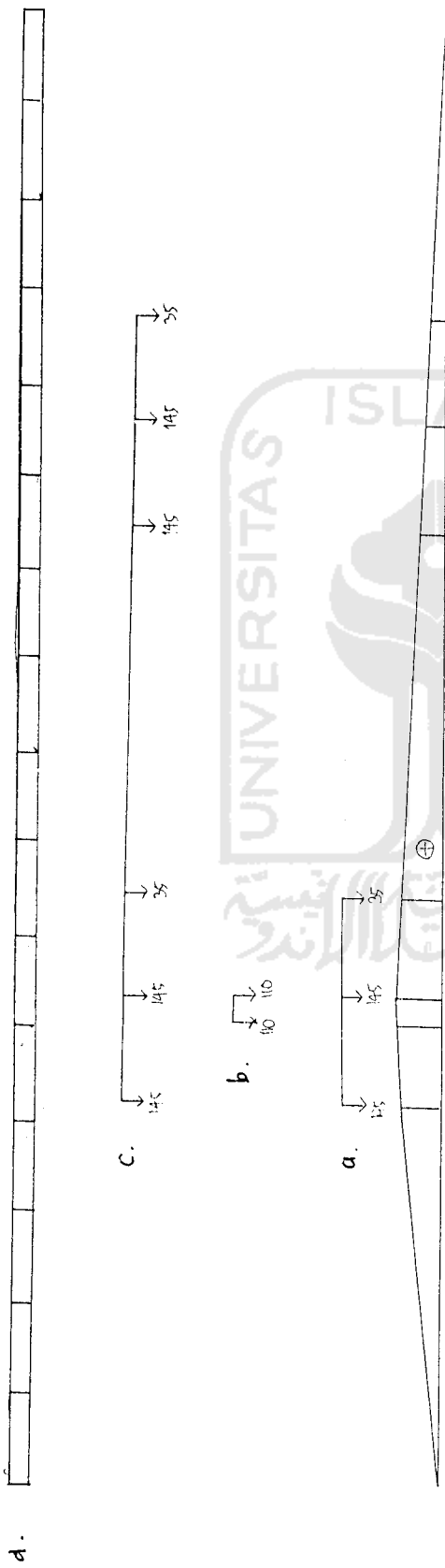
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.4790	110	162.690
Y4	1.4396	110	158.356
			ΣP= 321.046

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.2816	145	185.8320
Y2	1.4790	145	214.4550
Y3	1.3380	35	46.8300
Y5	0.8460	145	122.6700
Y6	0.7050	145	102.2250
Y7	0.5640	35	19.7400
			ΣP= 691.7520

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	6.2574	9.3	58.19382
2	6.8336	9.3	63.55248
3	33.344	9.3	310.0992
			ΣP= 431.8455



Gambar 5.12 Garis Pengaruh Untuk Batang B4

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.6992	145	246.3840
Y2	1.8400	145	266.8000
Y3	1.6426	35	57.4910
			ΣP= 570.6750

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.8007	110	198.077
Y4	1.8400	110	202.400
			ΣP= 400.477

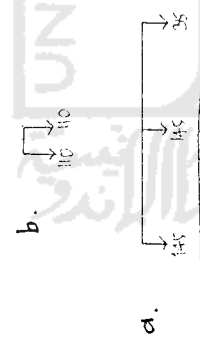
c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.6992	145	246.3840
Y2	1.8400	145	266.8000
Y3	1.6426	35	57.4910
Y5	0.9540	145	138.3300
Y6	0.7566	145	109.7070
Y7	0.5592	35	19.5720
			ΣP= 838.2840

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	12.595	9.3	117.1335
2	8.8075	9.3	81.90975
3	36.873	9.3	342.9189
			ΣP= 541.9622





Gambar 5.13 Garis Pengaruh Untuk Batang B5

a).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.9859	145	287.9555
Y2	2.0700	145	300.1500
Y3	1.8162	35	63.5670
			ΣP= 651.6725

b).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

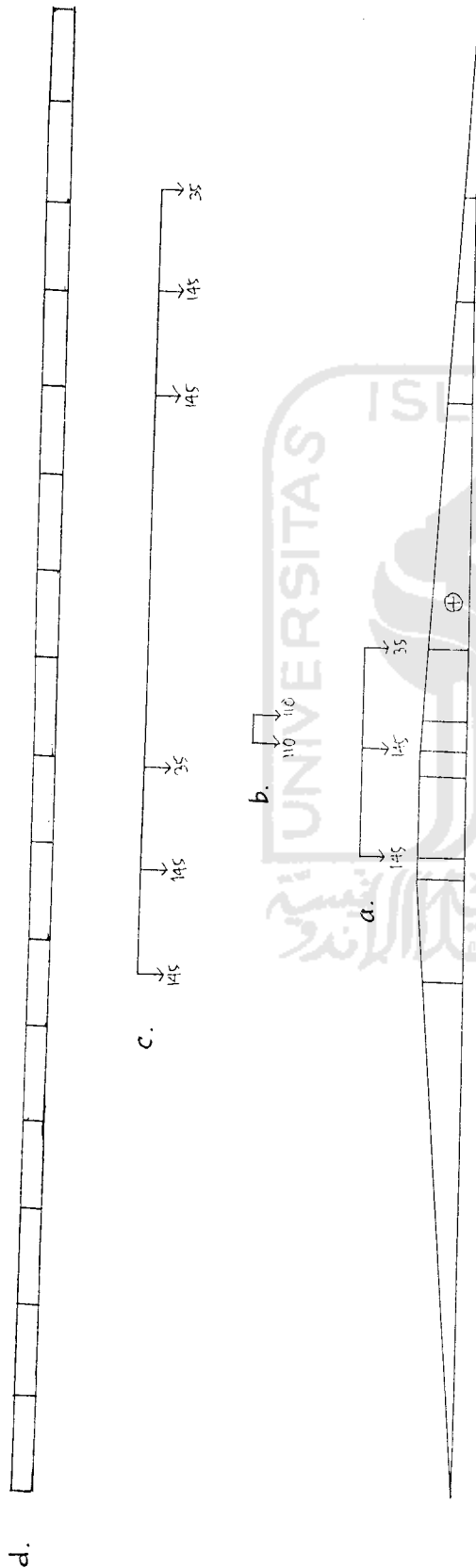
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	2.0465	110	225.115
Y4	2.0700	110	227.700
			ΣP= 452.815

c).Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.6187	145	234.7115
Y2	1.9859	145	287.9555
Y3	2.0700	35	72.4500
Y5	1.1846	145	171.7670
Y6	0.9308	145	134.9660
Y7	0.6770	35	23.6950
			ΣP= 925.5450

d).Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	19.7594	9.3	183.7624
2	10.125	9.3	94.1625
3	36.2974	9.3	337.5658
			ΣP= 615.4907



Gambar 5.14 Garis Pengaruh Untuk Batang B6

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	2.1407	145	310.4015
Y2	2.1690	145	314.5050
Y3	1.8587	35	65.0545
$\Sigma P =$			689.9610

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

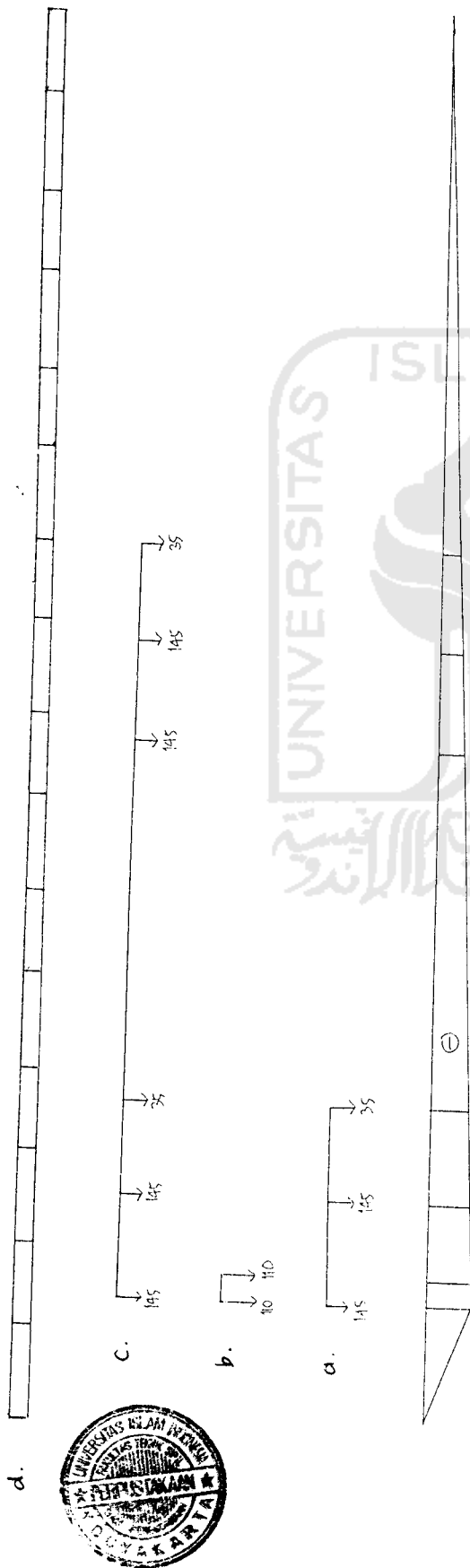
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	2.1611	110	237.721
Y4	2.1690	110	238.590
$\Sigma P =$			476.311

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	1.7695	145	256.5775
Y2	2.1360	145	309.7200
Y3	2.1643	35	75.7505
Y5	1.1379	145	164.9955
Y6	0.8276	145	120.0020
Y7	0.5173	35	18.1055
$\Sigma P =$			945.1510

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	26.753	9.3	248.803
2	10.784	9.3	100.291
3	32.060	9.3	298.158
$\Sigma P =$			647.2521



Gambar 5.15 Garis Pengaruh Untuk Batang DI

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.9850	145	-142.8250
Y2	-0.9081	145	-131.6745
Y3	-0.8313	35	-29.0955
			ΣP= -303.5950

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

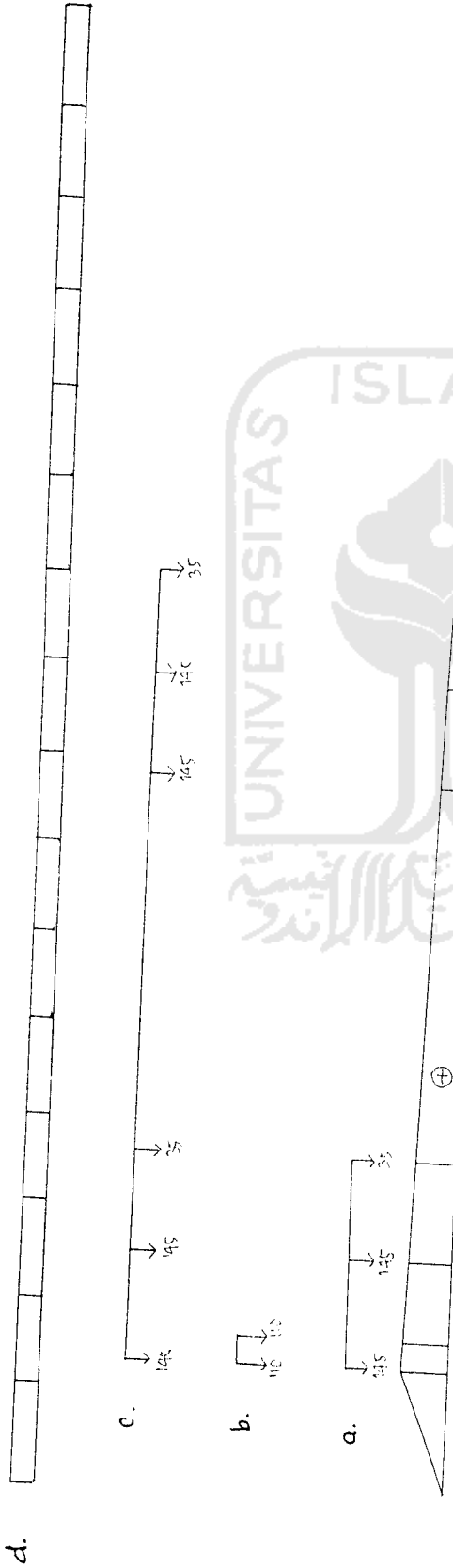
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.9850	110	-108.350
Y4	-0.9636	110	-105.996
			ΣP= -214.346

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.9850	145	-142.8250
Y2	-0.9081	145	-131.6745
Y3	-0.8313	35	-29.0955
Y5	-0.5632	145	-81.6640
Y6	-0.4836	145	-70.1220
Y7	-0.4095	35	-14.3325
			ΣP= -469.7135

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-27.252	9.3	-253.442
2	-2.467	9.3	-22.947
			ΣP= -276.389



Gambar 5.16 Garis Pengaruh Untuk Batang D2

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.9850	145	142.8250
Y2	0.9081	145	131.6745
Y3	0.8313	35	29.0955
ΣP=			303.5950

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

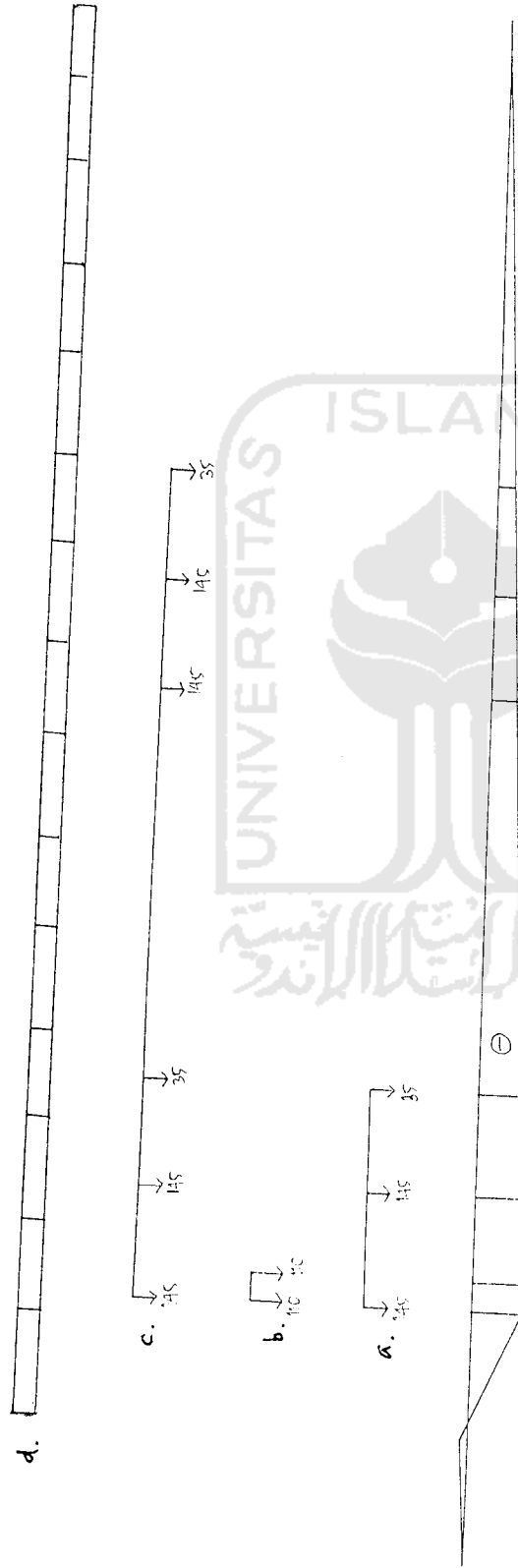
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.9850	110	108.350
Y4	0.9636	110	105.996
ΣP=			214.346

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.9850	145	142.8250
Y2	0.9081	145	131.6745
Y3	0.8313	35	29.0955
Y5	0.5632	145	81.6640
Y6	0.4836	145	70.1220
Y7	0.4095	35	14.3325
ΣP=			469.7135

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	27.252	9.3	253.442
2	2.467	9.3	22.947
ΣP=			276.389



Gambar 5.17 Garis Pengaruh Untuk Batang D3

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8960	145	-129.9200
Y2	-0.8191	145	-118.7695
Y3	-0.7422	35	-25.9770
			ΣP= -274.6665

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

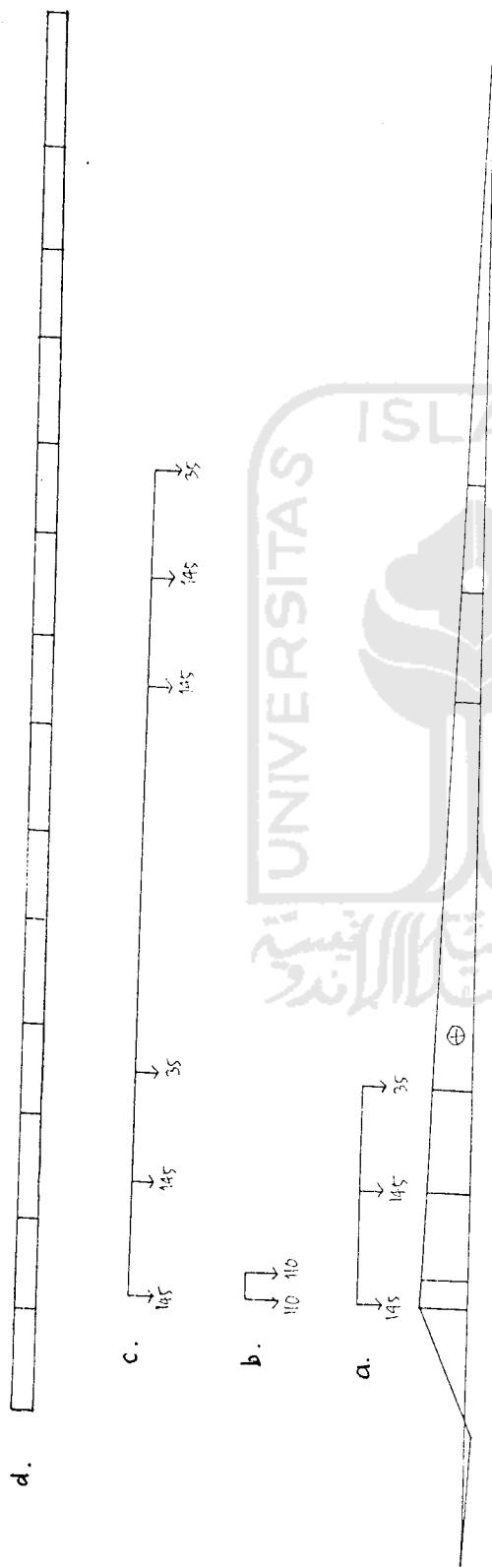
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8960	110	-98.560
Y4	-0.8745	110	-96.195
			ΣP= -194.755

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8960	145	-129.9200
Y2	-0.8191	145	-118.7695
Y3	-0.7422	35	-25.9770
Y5	-0.4739	145	-68.7155
Y6	-0.3970	145	-57.5650
Y7	-0.3201	35	-11.2035
			ΣP= -412.1505

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-1.996	9.3	-18.563
2	-22.448	9.3	-208.766
			ΣP= -227.329



Gambar 5.18 Garis Pengaruh Untuk Batang D4

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8960	145	129.9200
Y2	0.8191	145	118.7695
Y3	0.7422	35	25.9770
			$\Sigma P = 274.6665$

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

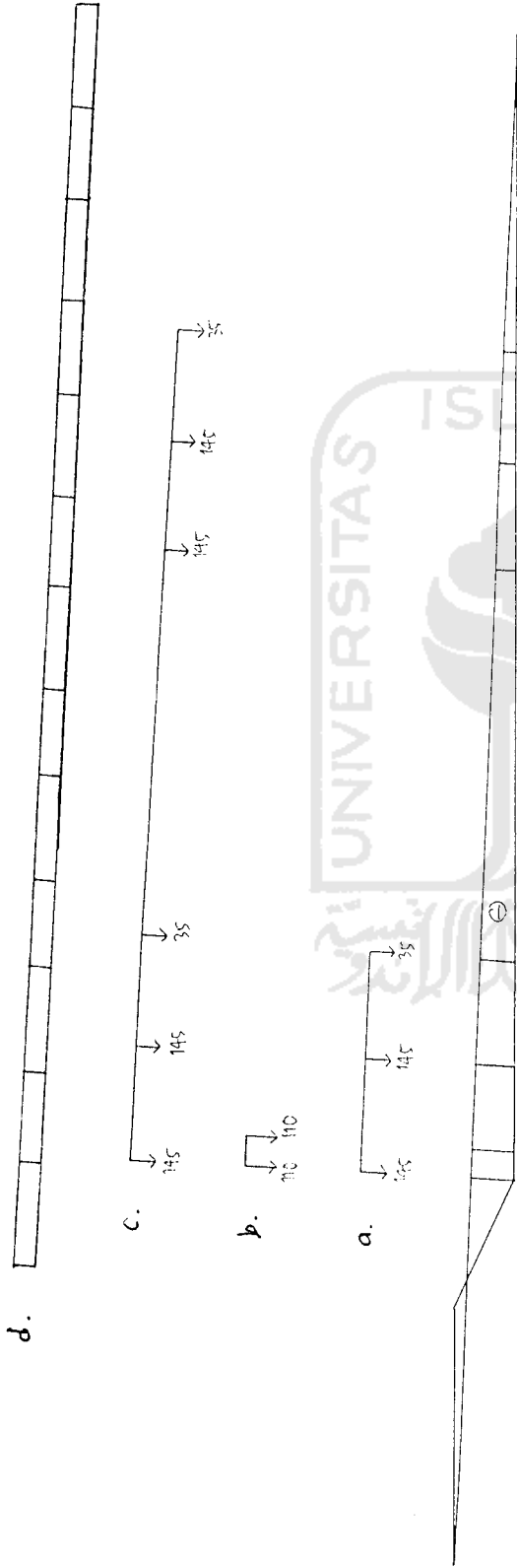
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8960	110	98.560
Y4	0.8745	110	96.195
			$\Sigma P = 194.755$

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8960	145	129.9200
Y2	0.8191	145	118.7695
Y3	0.7422	35	25.9770
Y5	0.4739	145	68.7155
Y6	0.3970	145	57.5650
Y7	0.3201	35	11.2035
			$\Sigma P = 412.1505$

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	1.996	9.3	18.563
2	22.448	9.3	208.766
			$\Sigma P = 227.329$



Gambar 5.19 Garis Pengaruh Untuk Batang D5

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8060	145	-116.8700
Y2	-0.7291	145	-105.7195
Y3	-0.6523	35	-22.8305
			ΣP= -245.4200

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

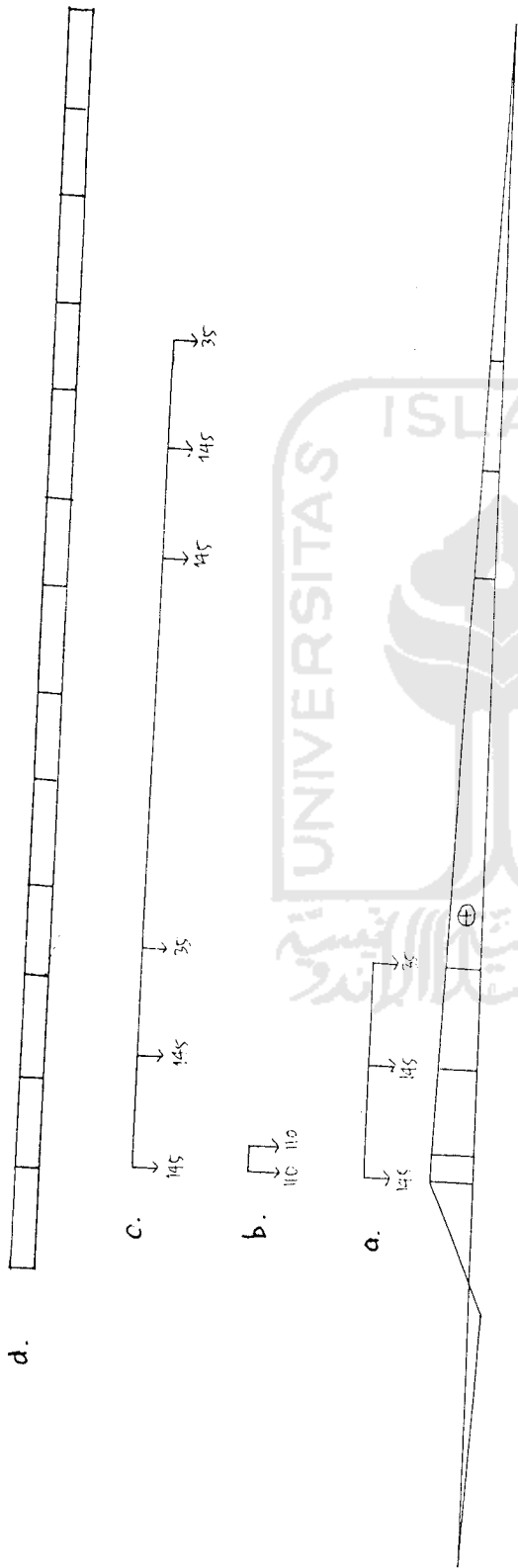
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8060	110	-88.660
Y4	-0.7845	110	-86.295
			ΣP= -174.955

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.8060	145	-116.8700
Y2	-0.7291	145	-105.7195
Y3	-0.6523	35	-22.8305
Y5	-0.3841	145	-55.6945
Y6	-0.3073	145	-44.5585
Y7	-0.2304	35	-8.0640
			ΣP= -353.7370

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-1.652	9.3	-15.364
2	-18.171	9.3	-168.992
			ΣP= -184.356



Gambar 5.20 Garis Pengaruh Untuk Batang D6

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8060	145	116.8700
Y2	0.7291	145	105.7195
Y3	0.6523	35	22.8305
			ΣP= 245.4200

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8060	110	88.660
Y4	0.7845	110	86.295
			ΣP= 174.955

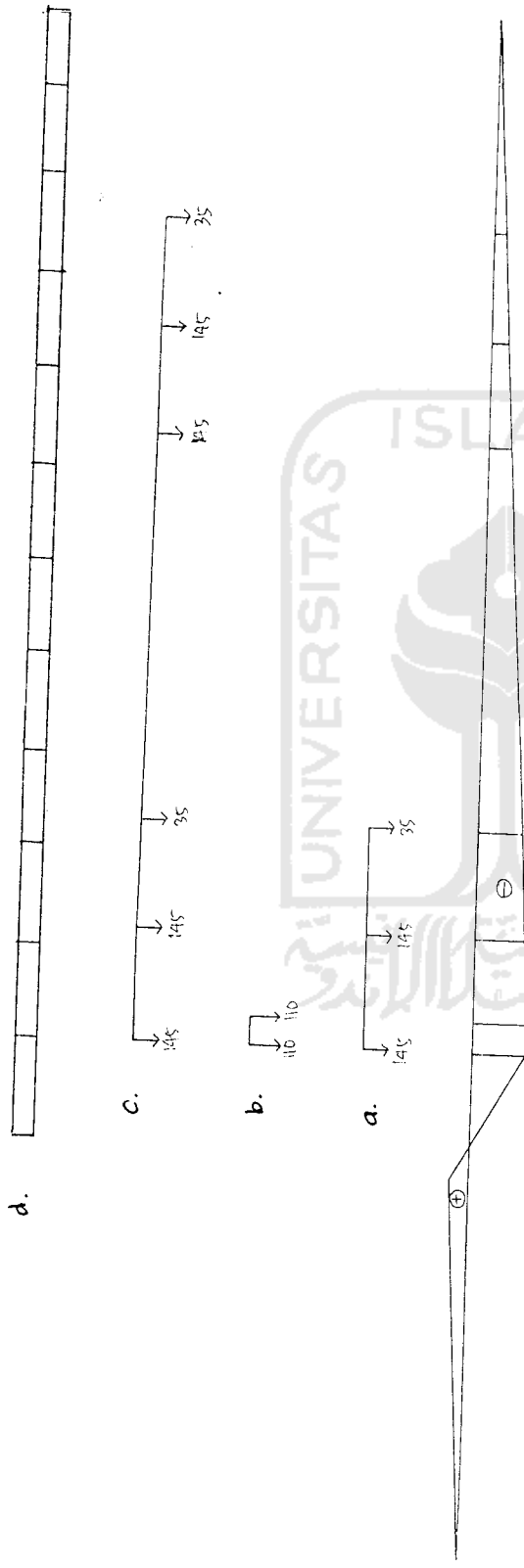
c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.8060	145	116.8700
Y2	0.7291	145	105.7195
Y3	0.6523	35	22.8305
Y5	0.3841	145	55.6945
Y6	0.3073	145	44.5585
Y7	0.2304	35	8.0640
			ΣP= 353.7370

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	1.652	9.3	15.364
2	18.171	9.3	168.992
			ΣP= 184.356





Gambar 5.21 Garis Pengaruh Untuk Batang D7

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7166	145	-103.9070
Y2	-0.6396	145	-92.7420
Y3	-0.5627	35	-19.6945
			ΣP=
			-216.3435

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

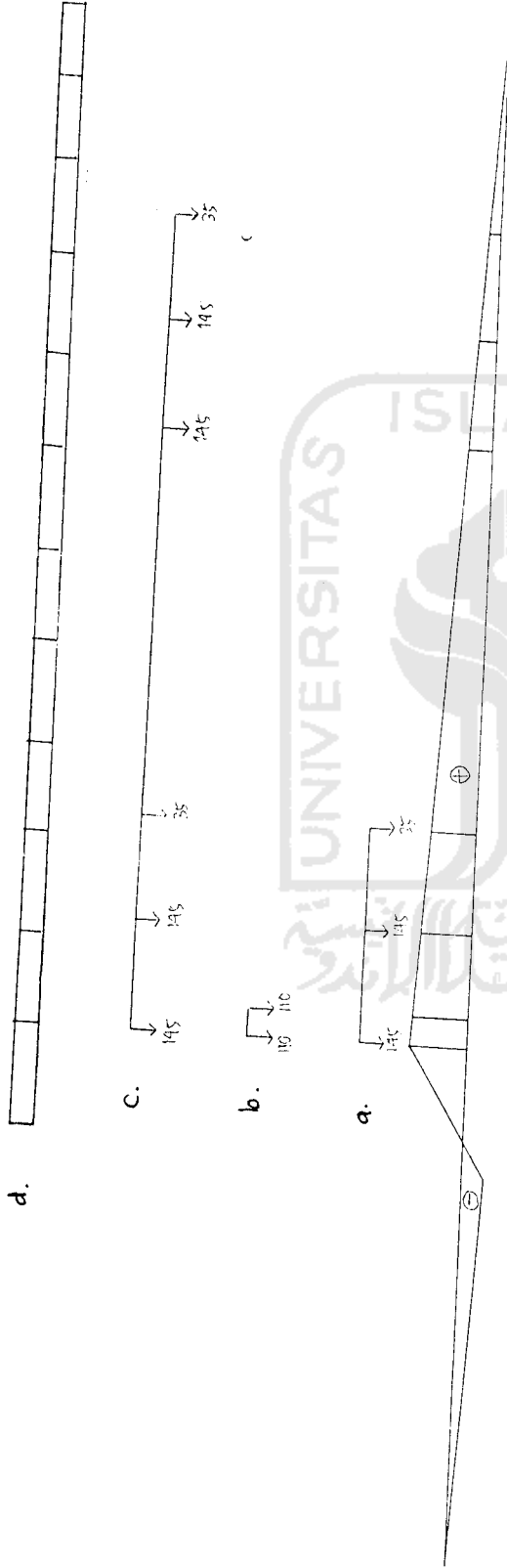
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7166	110	-78.826
Y4	-0.6951	110	-76.461
			ΣP=
			-155.287

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.7166	145	-103.9070
Y2	-0.6396	145	-92.7420
Y3	-0.5627	35	-19.6945
Y5	-0.2944	145	-42.6880
Y6	-0.2175	145	-31.5375
Y7	-0.1406	35	-4.9210
			ΣP=
			-295.4900

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-1.305	9.3	-12.137
2	-14.354	9.3	-133.492
			ΣP=
			-145.629



Gambar 5.22 Garis Pengaruh Untuk Batang D8

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.7166	145	103.9070
Y2	0.6396	145	92.7420
Y3	0.5627	35	19.6945
			ΣP= 216.3435

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

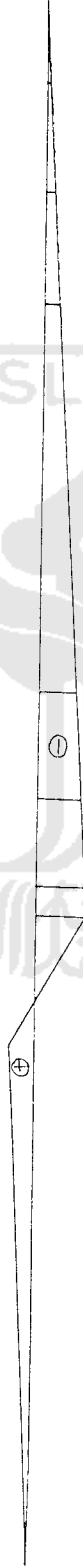
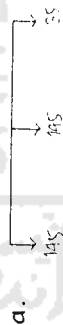
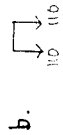
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.7166	110	78.826
Y4	0.6951	110	76.461
			ΣP= 155.287

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.7166	145	103.9070
Y2	0.6396	145	92.7420
Y3	0.5627	35	19.6945
Y5	0.2944	145	42.6880
Y6	0.2175	145	31.5375
Y7	0.1406	35	4.9210
			ΣP= 295.4900

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	1.305	9.3	12.137
2	14.354	9.3	133.492
			ΣP= 145.629



Gambar 5.23 Garis Pengaruh Untuk Batang D9

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.6270	145	-90.9150
Y2	-0.5500	145	-79.7500
Y3	-0.4731	35	-16.5585
$\Sigma P =$			-187.2235

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

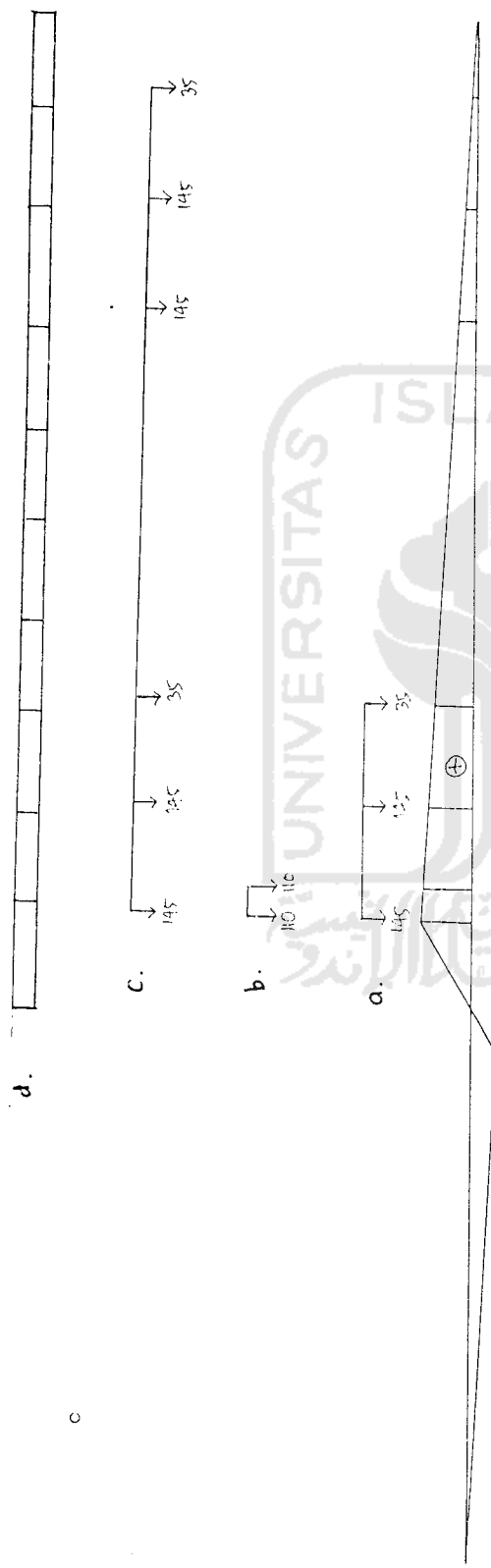
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.6270	110	-68.970
Y4	-0.6055	110	-66.605
$\Sigma P =$			-135.575

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.6270	145	-90.9150
Y2	-0.5500	145	-79.7500
Y3	-0.4731	35	-16.5585
Y5	-0.2048	145	-29.6960
Y6	-0.1279	145	-18.5455
Y7	-0.0510	35	-1.7850
$\Sigma P =$			-237.2500

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-0.990	9.3	-9.207
2	-10.990	9.3	-102.207
$\Sigma P =$			-111.414



Gambar 5.24 Garis Pengaruh Untuk Batang D10

a) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.6270	145	90.9150
Y2	0.5500	145	79.7500
Y3	0.4731	35	16.5585
			ΣP= 187.2235

c) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

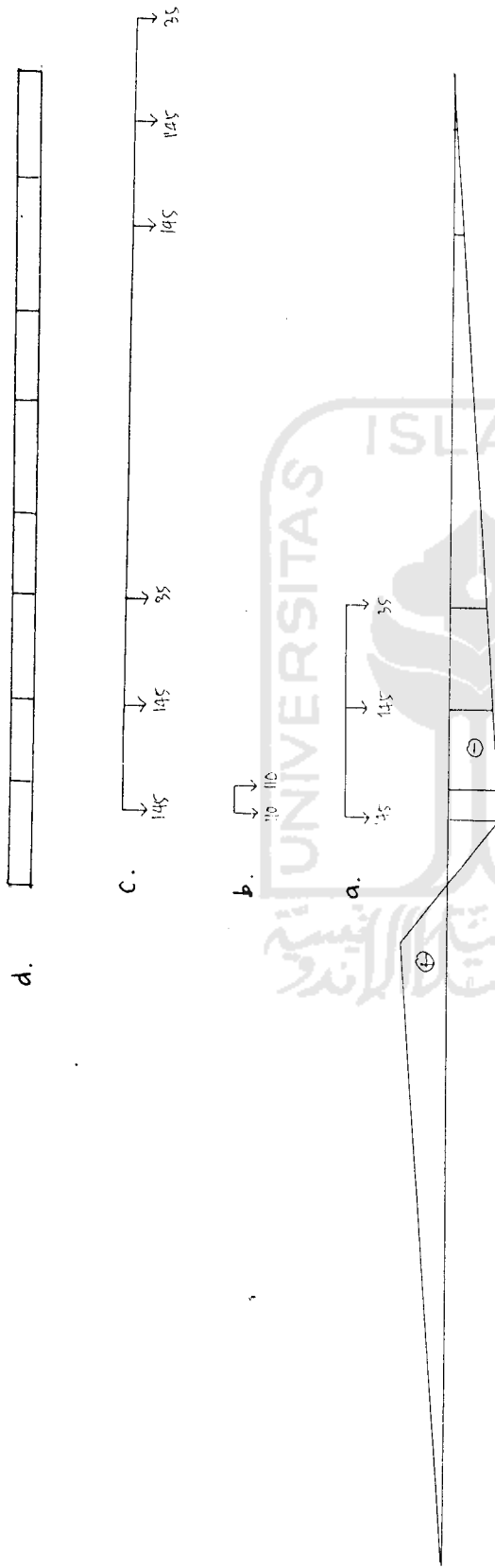
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.6270	145	90.9150
Y2	0.5500	145	79.7500
Y3	0.4731	35	16.5585
Y5	0.2048	145	29.6960
Y6	0.1279	145	18.5455
Y7	0.0510	35	1.7850
			ΣP= 237.2500

b) Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.6270	110	68.970
Y4	0.6055	110	66.605
			ΣP= 135.575

d) Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	0.990	9.3	9.207
2	10.990	9.3	102.207
			ΣP= 111.414



Gambar 5.25 Garis Pengaruh Untuk Batang D11

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.5374	145	-77.9230
Y2	-0.4604	145	-66.7580
Y3	-0.3835	35	-13.4225
			ΣP= -158.1035

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

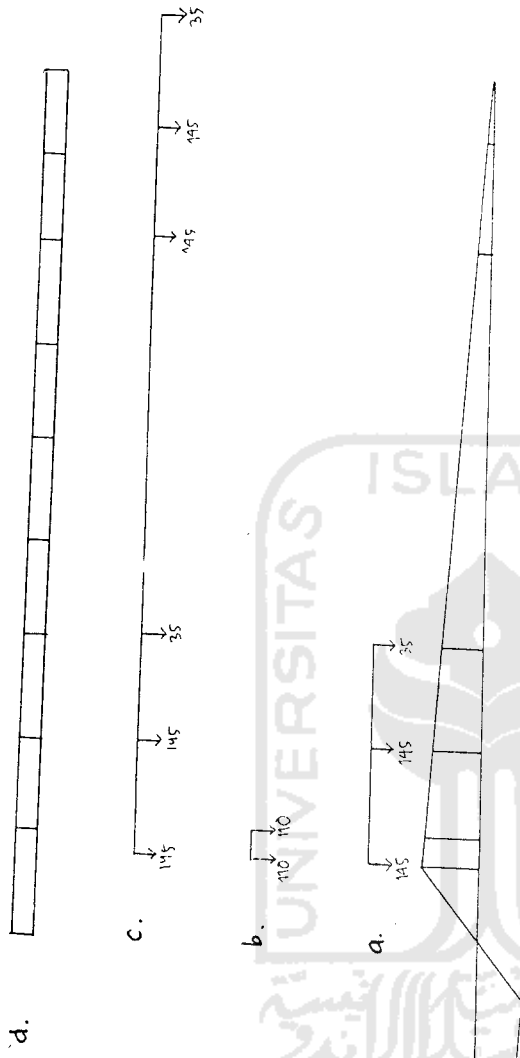
Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.5374	145	-77.9230
Y2	-0.4604	145	-66.7580
Y3	-0.3835	35	-13.4225
Y5	-0.1153	145	-16.7185
Y6	-0.0384	145	-5.5680
Y7	-	35	-
			ΣP= -180.3900

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	-0.5374	110	-59.114
Y4	-0.5159	110	-56.749
			ΣP= -115.863

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	-8.074	9.3	-75.086
2	-0.734	9.3	-6.826
			ΣP= -81.9125



Gambar 5.26 Garis Pengaruh Untuk Batang D12

a). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Truck Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.5374	145	77.9230
Y2	0.4604	145	66.7580
Y3	0.3835	35	13.4225
			ΣP= 158.1035

b). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Tandem Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.5374	110	59.114
Y4	0.5159	110	56.749
			ΣP= 115.863

c). Gaya batang karena pengaruh beban Axle dari Lane Design

Yi	Ordinat	Beban Axle (kN)	Gaya Batang (kN)
Y1	0.5374	145	77.9230
Y2	0.4604	145	66.7580
Y3	0.3835	35	13.4225
Y5	0.1153	145	16.7185
Y6	0.0384	145	5.5680
Y7	-	35	-
			ΣP= 180.3900

d). Gaya batang karena pengaruh beban merata

No	Luas	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (kN)
1	8.074	9.3	75.086
2	0.734	9.3	6.826
			ΣP= 81.9125

Dari perhitungan dengan metode garis pengaruh maka gaya maksimum untuk masing-masing konfigurasi beban rencana kendaraan (truk rencana, tandem rencana dan jalur rencana) dijumlahkan dengan beban merata, lihat Tabel 5.1

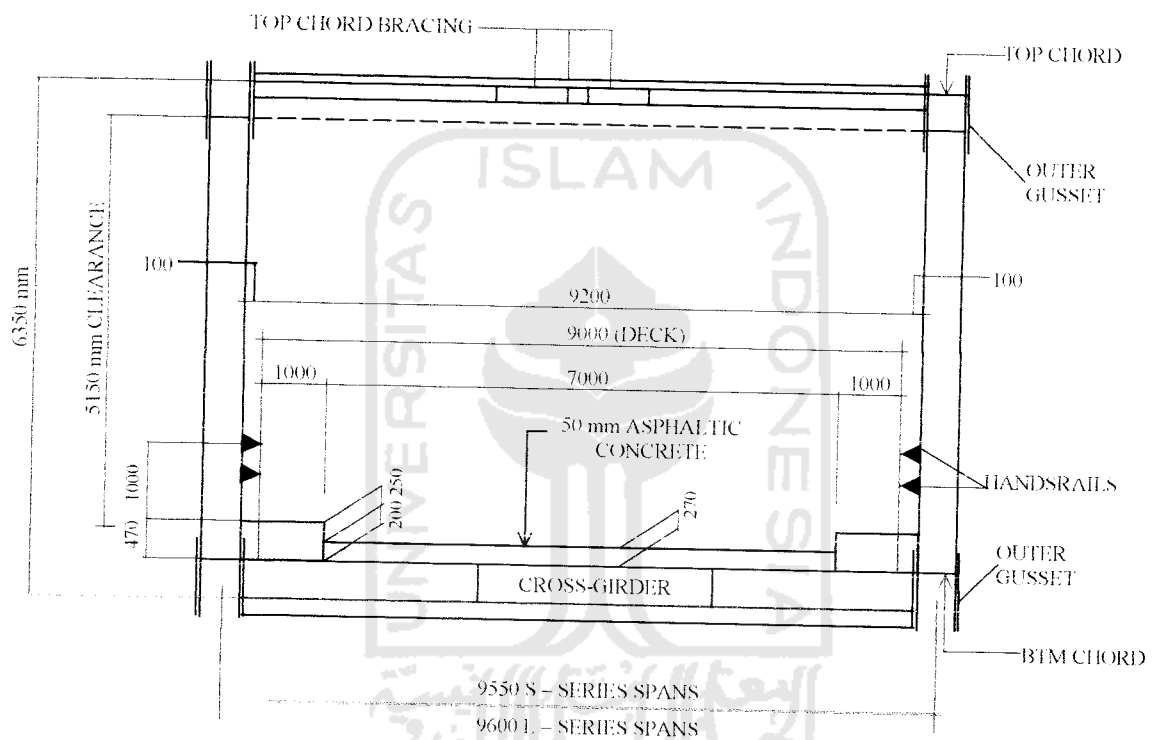
**Tabel 5.1** Gaya Batang Maksimum Karena Pengaruh Beban Bergerak dan Beban Merata

No	Batang	Gaya Batang (kN)		
		Truck Rencana (kN)	Tandem Rencana (kN)	Jalur Rencana (kN)
1	A1 = A11	-424.8697	-359.3607	-547.0300
2	A2 = A10	-769.9423	-652.8020	-971.4820
3	A3 = A9	-1035.8800	-880.7200	-1274.1090
4	A4 = A8	-1222.6050	-1043.4000	-1502.5000
5	A5 = A7	-1335.4820	-1140.0360	-1629.5760
6	A6	-1369.1110	-1171.2340	-1595.0150
7	B1 = B12	212.2250	179.4604	273.1554
8	B2 = B11	587.0910	499.1030	744.2755
9	B3 = B10	882.1720	752.8930	1123.5990
10	B4 = B9	1112.6450	942.4470	1380.2540
11	B5 = B8	1267.1643	1068.3085	1541.2995
12	B6 = B7	1342.2397	1128.5897	1597.4200
13	D1 = D24	-578.9596	-489.7106	-745.4346
14	D2 = D23	578.9596	489.7106	745.4346
15	D3 = D22	-502.3790	-422.4676	-639.8630
16	D4 = D21	502.3790	422.4676	639.8630
17	D5 = D20	-429.7773	-359.3123	-538.0945
18	D6 = D19	429.7773	359.3123	538.0945
19	D7 = D18	-361.7790	-300.9150	-441.1180
20	D8 = D17	361.7790	300.9150	441.1180
21	D9 = D16	-298.7200	-247.2950	-348.9700
22	D10 = D15	298.7200	247.2950	348.9700
23	D11 = D14	-240.0156	-197.7750	-262.3020
24	D12 = D13	240.0156	197.7750	262.3020

Dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa gaya batang maksimum terbesar untuk beban hidup adalah yang diakibatkan oleh beban jalur rencana. Maka dalam analisis untuk batang tekan dan tarik digunakan beban hidup akibat jalur rencana.

## 5.2 Perhitungan Beban Mati

Perhitungan beban mati adalah beban mati dari komponen struktur dan perlengkapan nonstruktur seperti berat slab, berat aspal dan berat elemen struktur jembatan rangka baja yang dapat dilihat pada Gambar 5.27



Gambar 5.27 Potongan tampang lintang dari jembatan rangka baja

Perhitungan beban mati Struktur Rangka Baja Terpasang

i. Berat Slab Beton per meter panjang

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang slab beton} &= (2 \times 1000 \text{ mm} \times 470 \text{ mm}) + 2 \times \left( \frac{200 \text{ mm} + 270 \text{ mm}}{2} \times 3500 \text{ mm} \right) \\ &= 2585000 \text{ mm}^2 \\ &= 2.585 \text{ m}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Berat Slab Beton per meter panjang} &= 2.585 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 6204 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Slab Beton per meter panjang untuk satu sisi rangka} &= \frac{6204 \text{ kg}}{2} \\ &= 3102 \text{ kg} \\ &= 30.4202 \text{ kN} \end{aligned}$$

2. Berat Aspal per meter panjang

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang aspal} &= 2 \times 3500.699 \text{ mm}^2 \times 50 \text{ mm}^2 \\ &= 350069.99 \\ &= 0.35 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal per meter panjang} &= 0.35 \text{ m}^2 \times 1 \text{ m} \times 2250 \text{ kg/m}^3 \\ &= 787.5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Aspal per meter panjang untuk satu sisi rangka} &= \frac{787.5 \text{ kg}}{2} = 393.75 \text{ kg} \\ &= 3.8614 \text{ kN} \end{aligned}$$

3. Berat Semua Elemen Rangka Baja

Pada Tabel 5.2 dapat dilihat jumlah dan berat elemen struktur jembatan rangka baja.

$$\text{Berat elemen rangka baja} = 117065.6 \text{ kg}$$

$$\text{Berat alat sambung ( Baut )} = 10\% \times 117065.6 \text{ kg}$$

$$= 11706.56 \text{ kg}$$

$$\text{Berat total rangka baja} = 117065.6 \text{ kg} + 11706.56 \text{ kg}$$

$$= 128772.16 \text{ kg}$$

**Tabel 5.2** Elemen Struktur Jembatan Rangka Baja

Chords	Jumlah	Berat per Item ( kg )	Berat Total (kg )
A1 = A11	4	536	2144
A2 = A10 = B2 = B10	8	653	5224
B1 = B12	4	630	2520
A3 = A4 = A8 = A9 = B3 = B4 = B9 = B10	16	1009	16144
A5 = A6 = A7 = B5 = B8	10	1130	11300
B6 = B7	4	1245	4980
<b>Diagonal</b>			
D1 = D24	4	1490	5960
D2 = D3 = D23 = D22	8	635	5080
D4 = D5 = D21 = D20	8	530	4250
D(6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19)	28	444	12432
<b>Cross Girder</b>			
LX1	11	1644	18084
LX2	2	1542	3084
<b>Bracing</b>			
B1	24	123	2952
B2	10	299	2990
B3	2	804	1608
B4	22	118	2596
B5	22	28	616
B6	1	85	65
<b>Gusset Plates</b>			
LG1	20	95	1900
LG2R	10	100	1000
LG2	10	100	1000
LG3	22	114	2508
LG4	8	123	984
<b>Splice Plates</b>			
LS1	64	24	1536
LS2	16	16.8	269
LS3	40	14.6	584
LS4	72	24	1728
LS5	16	16.5	264
LS6	44	14.3	629
LS7	160	2.0	320
<b>Assemblies</b>			
LBAR	2	775	1550
LBAL	2	775	1550
LTP	4	25	100
LS	2	107	214
THDB	4	9	36

**Tabel 5.2 (Lanjutan)**

Chords	Jumlah	Berat per Item ( kg )	Berat Total (kg )
<b>Handrails</b>			
TR1	48	33	1584
TR2	44	0.7	31
TR3x	22	7.1	156
TR4	22	8.6	189
TR5	8	2.0	16
TR6	96	0.7	38
TR7	8	0.2	1.6
<b>Bolt and Washer</b>			
B60	325		
B90	3970		
B120	2085		
C90	20		
W1	20		
<b>Deck and Part</b>			
TDA	4	98	392
TFP	4	18.3	73
SP	24	3.0	22
<b>Bearing and Seals</b>			
TRB2	4	60	240
TRB4	4	33	132
TRB5	4	5.9	24
DS3	2	-	-
			$\Sigma = 117065,6 \text{ kg}$

$$\text{Berat total rangka baja per meter} = \frac{128772.16 \text{ kg}}{60 \text{ m}}$$

$$= 2146.2026 \text{ kg/m}$$

Berat total rangka baja per meter yang diterima untuk satu sisi rangka

$$= \frac{2146.2026 \text{ kg/m}}{2}$$

$$= 1073.1013 \text{ kg/m} = 10.5235 \text{ kN/m}$$

Beban Mati Yang Bekerja Pada Rangka Jembatan Per Satu Meter

$$= \text{Berat slab beton} + \text{Berat aspal} + \text{Berat rangka baja total}$$

$$= 30.4202 \text{ kN} + 3.8614 \text{ kN} + 10.5235 \text{ kN}$$

$$= 44.8051 \text{ kN}$$

Setelah diperoleh beban mati yang bekerja pada rangka jembatan maka dicari gaya batang akibat pengaruh beban mati dan beban merata.

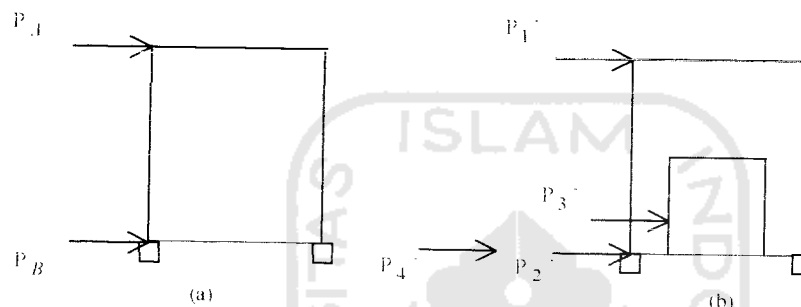
Perhitungan gaya batang struktur jembatan rangka baja pada rangka utama (*Main Truss*) karena pengaruh beban mati dan beban merata dapat dilihat pada Tabel 5.3

**Tabel 5.3** Gaya Batang pada Rangka Utama karena Pengaruh Beban Mati

No	Batang	Luas 1	Luas 2	Luas 3	Beban Merata (kN/m)	Gaya Batang (P kN)
1	A1	-19.9143	-1.8103	0	44.8051	-973.3729
2	A2	-32.9020	-6.5805	0	44.8051	-1769.0174
3	A3	-39.9780	-13.3260	0	44.8051	-2388.2911
4	A4	-42.1272	-21.0636	0	44.8051	-2831.2701
5	A5	-40.3144	-28.7960	0	44.8051	-3096.4984
6	A6	-35.5450	-35.5450	0	44.8051	-3185.1946
7	B1	9.9400	0.9039	0	44.8051	485.8620
8	B2	1.7277	4.1967	24.6890	44.8051	874.9901
9	B3	6.2574	6.8336	33.3440	44.8051	1698.3659
10	B4	12.5950	8.8075	36.8730	44.8051	2318.5593
11	B5	19.7594	10.1250	36.2974	44.8051	2656.4748
12	B6	26.7530	10.7840	32.0600	44.8051	2709.6926
13	D1	-27.2518	-2.4674	0	44.8051	-1331.5717
14	D2	27.2518	2.4674	0	44.8051	1331.5717
15	D3	-1.9960	-22.4480	0	44.8051	-1095.2159
16	D4	1.9960	22.4480	0	44.8051	1095.2159
17	D5	-1.6520	-18.1712	0	44.8051	-888.1805
18	D6	1.6520	18.1712	0	44.8051	888.1805
19	D7	-1.3050	-14.3540	0	44.8051	-701.6031
20	D8	1.3050	14.3540	0	44.8051	701.6031
21	D9	-0.9900	-10.9900	0	44.8051	-536.7651
22	D10	0.9900	10.9900	0	44.8051	536.7651
23	D11	-8.0738	-0.7340	0	44.8051	-394.6344
24	D12	8.0738	0.7340	0	44.8051	394.6344

### 5.3 Perhitungan Beban Angin

Perhitungan beban angin adalah pada rangka atas pengekang angin (*Top Chord*) dan rangka bawah pengekang angin (*Bottom Chord*) yang menerima beban lateral akibat angin. Beban angin yang bekerja dapat dilihat pada Gambar 5.28 (a) dan (b)



**Gb 5.28** Gaya Angin yang bekerja pada rangka atas dan bawah pengekang angin pada kondisi *unloaded* (a) dan *loaded* (b)

a. Saat jembatan dalam kondisi *Unloaded* :

- Beban angin pada *windward* girder

1. Beban angin pada batang atas pengekang angin

$$= (5.008\text{m} \times 11 \times 0.4\text{m} \times 2.4 \text{ kN/m}^2) = 52.8844 \text{ kN}$$

2. Beban angin pada batang bawah pengekang angin

$$= (5.008\text{m} \times 12 \times 0.4\text{m} \times 2.4 \text{ kN/m}^2) = 57.6921 \text{ kN}$$

3. Beban angin pada batang diagonal rangka tengah

$$= (6.8258\text{m} \times 24 \times 0.3\text{m} \times 2.4 \text{ kN/m}^2) = 117.951 \text{ kN}$$

4. Beban angin pada *Top Gusset*

$$= (0.5\text{m} \times 12 \times 2.4 \text{ kN/m}^2) = 14.4 \text{ kN}$$

5. Beban angin pada *Bottom Gusset*

$$= (0.5\text{m} \times 13 \times 2.4 \text{ kN/m}^2) = 15.6 \text{ kN}$$

- Beban angin pada *leeward girder*

1. Beban angin pada batang atas pengaku angin

$$= (5.008\text{m} \times 11 \times 0.4\text{m} \times 1.2 \text{ kN/m}^2) = 26.4422 \text{ kN}$$

2. Beban angin pada batang bawah pengaku angin

$$= (5.008\text{m} \times 12 \times 0.4\text{m} \times 1.2 \text{ kN/m}^2) = 28.8460 \text{ kN}$$

3. Beban angin pada batang diagonal rangka tengah

$$= (6.8258\text{m} \times 24 \times 0.3\text{m} \times 1.2 \text{ kN/m}^2) = 58.9749 \text{ kN}$$

4. Beban angin pada *Top Gusset*

$$= (0.5\text{m} \times 12 \times 1.2 \text{ kN/m}^2) = 7.2 \text{ kN}$$

5. Beban angin pada *Bottom Gusset*

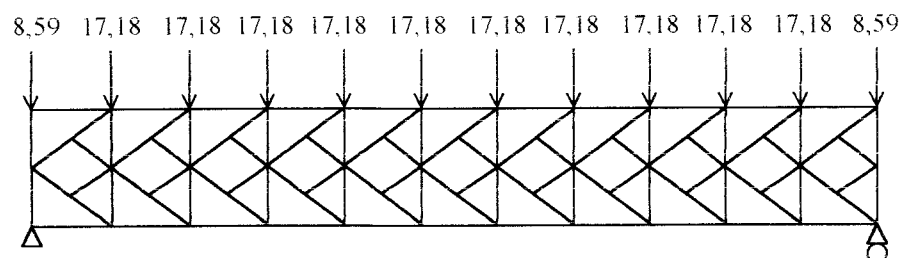
$$= (0.5\text{m} \times 13 \times 1.2 \text{ kN/m}^2) = 7.8 \text{ kN}$$

- Beban angin yang bekerja pada batang atas (Gambar 5.29)

$$P_a = P_1 + 0.5P_3 + P_4$$

$$= (52.8844 + 26.4422) + 0.5(117.951 + 58.9749) + (14.4 + 7.2)$$

$$= 189.3895 \text{ kN}$$



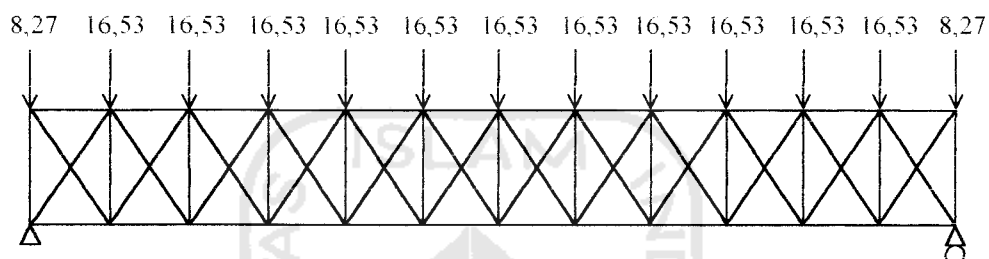
**Gb 5.29** Gaya Angin yang bekerja pada rangka atas pengaku angin (*Unloaded*)

- Beban angin yang bekerja pada batang bawah (Gambar 5.30)

$$P_b = P_2 + 0.5P_3 + P_5$$

$$= (57.6921 + 28.846) + 0.5(117.951 + 58.9749) + (15.6 + 7.8)$$

$$= 198.401 \text{ kN}$$



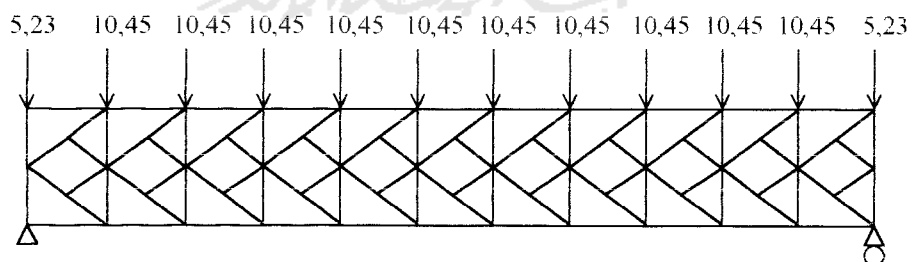
**Gb 5.30** Gaya Angin yang bekerja pada rangka bawah pengaku angin (*Unloaded*)

b. Saat jembatan dalam kondisi *loaded*

$$\text{Tekanan angin } 1.46 \text{ N/mm}^2 = 1.46 \text{ kN/m}^2$$

1. Beban angin yang bekerja pada batang atas (Gambar 5.31)

$$P_1' = \left( \frac{P_a \times \text{Tekanan angin}}{2.4} \right) = \left( \frac{189.3895 \times 1.46}{2.4} \right) = 115.2119 \text{ kN}$$



**Gb 5.31** Gaya Angin yang bekerja pada rangka atas pengaku angin (*loaded*)

2. Beban angin yang bekerja pada batang bawah

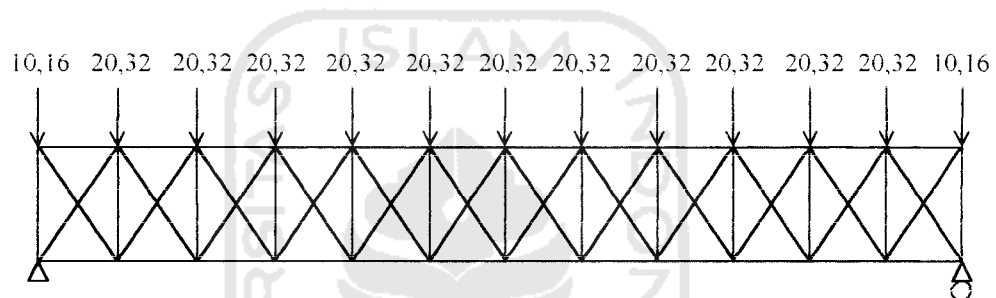
$$P2' = \frac{(Pb \times \text{Tekanan angin})}{2.4} = \frac{(198.401 \times 1.46)}{2.4} = 120.6439 \text{ kN}$$

3. Beban angin pada saat truk bergerak melewati jembatan

$$P3' = 28.1178 \times 1.46 \times 3 = 123.1559 \text{ kN}$$

Beban angin yang bekerja pada batang bawah saat truk lewat (Gambar 5.32)

$$P4' = P2' + P3' = 120.6439 + 123.1559 = 243.8498 \text{ kN}$$

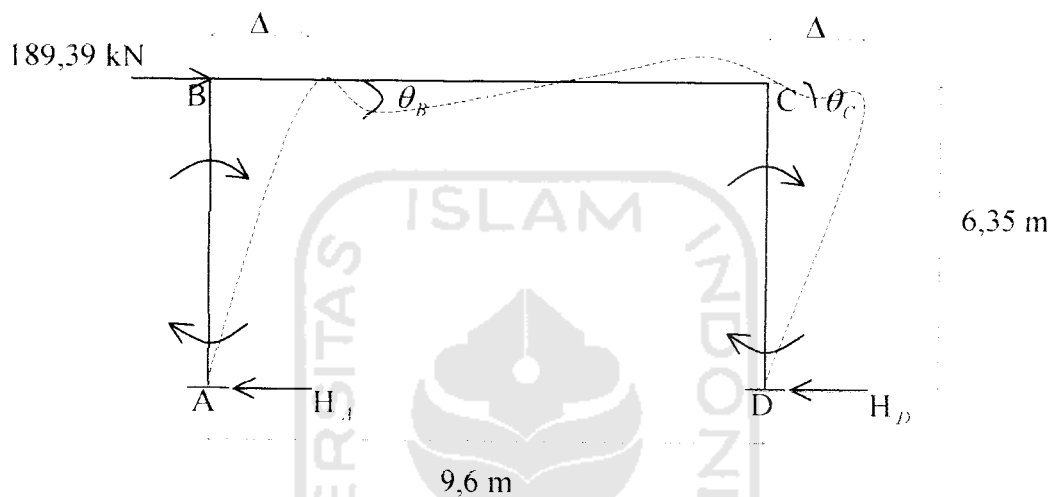


**Gb 5.32** Gaya Angin yang bekerja pada rangka bawah pengaku angin (*loaded*)



### 5.4 Perhitungan Portal Ujung Jembatan Rangka Baja

Portal ujung menerima gaya lateral akibat beban angin sebesar 189,39 kN (nilai  $P_a$  pada halaman 64) yang bekerja pada batang atas pada saat *unloaded* (Gambar 5.33).



**Gambar 5.33** Penempatan gaya yang bekerja pada Portal Ujung Struktur Jembatan Rangka Baja

Dengan adanya beban lateral akibat beban angin maka portal ujung terjadi momen dengan contoh perhitungan sebagai berikut :

Dicari  $\theta_B$ ,  $\theta_C$ ,  $\Delta$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0$$

$$H_A + H_D = 189,39 \text{ kN}$$

$$M_{BA} = \frac{2EI}{L} \left( 2\theta_B - \frac{3\Delta}{L} \right) = \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right)$$

$$M_{AB} = \frac{2EI}{L} \left( \theta_B - \frac{3\Delta}{L} \right) = \frac{2EI}{6,35} \left( \theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right)$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{L} (2\theta_B + \theta_C) = \frac{2EI}{9,6} (2\theta_B + \theta_C)$$

$$M_{CB} = \frac{2EI}{L} (2\theta_C + \theta_B) = \frac{2EI}{9,6} (2\theta_C + \theta_B)$$

$$M_{CD} = \frac{2EI}{L} \left( 2\theta_C - \frac{3\Delta}{L} \right) = \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_C - \frac{3\Delta}{6,35} \right)$$

$$M_{DC} = \frac{2EI}{L} \left( \theta_C - \frac{3\Delta}{L} \right) = \frac{2EI}{6,35} \left( \theta_C - \frac{3\Delta}{6,35} \right)$$

$$M_{BA} + M_{BC} = 0$$

$$\frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right) + \frac{2EI}{9,6} (2\theta_B + \theta_C) = 0$$

$$\frac{4EI\theta_B}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} + \frac{4EI\theta_B}{9,6} + \frac{2EI\theta_C}{9,6} = 0$$

$$1,046 EI \theta_B + 0,208 EI \theta_C - 0,1488 EI \Delta = 0 \dots\dots\dots 1)$$

$$M_{CB} + M_{CD} = 0$$

$$\frac{2EI}{9,6} (2\theta_C + \theta_B) + \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_C - \frac{3\Delta}{6,35} \right) = 0$$

$$\frac{4EI\theta_C}{9,6} + \frac{2EI\theta_B}{9,6} + \frac{4EI\theta_C}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} = 0$$

$$1,046 EI \theta_C + 0,2083 EI \theta_B - 0,1488 EI \Delta = 0 \dots\dots\dots 2)$$

$$H_A = \frac{(-M_{AB}) + (-M_{BA})}{6,35} \quad H_B = \frac{M_{CD} + M_{DC}}{6,35}$$

$$H_A + H_B = 189,39 \text{ kN}$$

$$\frac{-M_{AB} - M_{BA}}{6,35} - \frac{M_{CD} - M_{DC}}{6,35} = 189,39 \text{ kN}$$

$$M_{AB} + M_{BA} + M_{CD} + M_{DC} = -1202,626 \text{ kN}$$

$$= \frac{2EI}{6,35} \left( \theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right) + \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right) + \frac{2EI}{6,35} \left( \theta_C - \frac{3\Delta}{6,35} \right) + \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_C - \frac{3\Delta}{6,35} \right)$$

$$= -1202,626 \text{ kN}$$

$$\frac{2EI\theta_B}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} + \frac{4EI\theta_B}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} + \frac{2EI\theta_C}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} + \frac{4EI\theta_C}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225}$$

$$= -1202,626 \text{ kN}$$

$$\frac{6EI\theta_B}{6,35} + \frac{6EI\theta_C}{6,35} - \frac{24EI\Delta}{40,3225} = -1202,626 \text{ kN} \dots\dots\dots 3)$$

Dari 3 persamaan diatas didapat :

$$EI\theta_B = 384,67 \text{ kN}$$

$$EI\theta_C = 384,53 \text{ kN}$$

$$EI\Delta = 3241,618 \text{ kN}$$

Maka momen yang bekerja pada portal ujung :

$$\begin{aligned} M_{AB} &= \frac{2EI}{6,35} \left( \theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right) = \frac{2EI\theta_B}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} \\ &= \frac{2(384,67)}{6,35} - \frac{6(3241,618)}{40,3225} \\ &= -361 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{BA} &= \frac{2EI}{6,35} \left( 2\theta_B - \frac{3\Delta}{6,35} \right) = \frac{4EI\theta_B}{6,35} - \frac{6EI\Delta}{40,3225} \\
 &= \frac{4(384,67)}{6,35} - \frac{6(3241,618)}{40,3225} \\
 &= -240 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

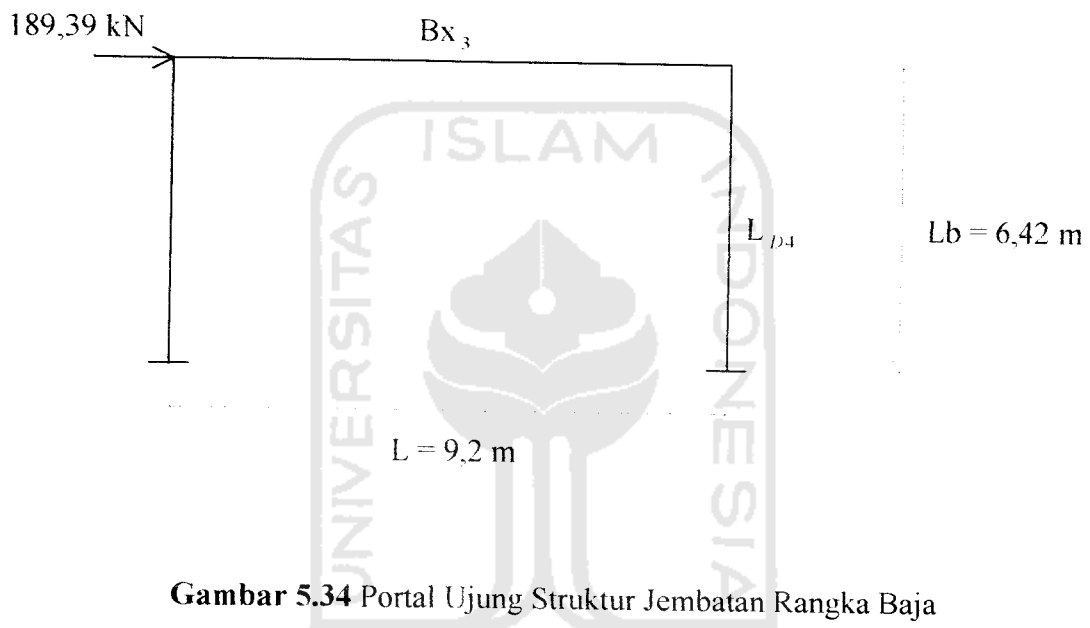
..... dst

Perhitungan portal ujung dengan SAP2000 serta gambar gaya momen dan gaya batang yang bekerja dapat dilihat pada Lampiran 7.



### 5.5 Perhitungan Kapasitas Profil pada Portal

Kapasitas profil pada portal dihitung dengan metode “Balok-Kolom” yaitu untuk mengontrol kapasitas profil dalam menahan gaya aksial dan momen (Gambar 5.34).



Gambar 5.34 Portal Ujung Struktur Jembatan Rangka Baja

Kapasitas aksial

- Batang  $L_{D4}$

$$\lambda = \lambda_c = \left( \frac{k \cdot L}{\pi \cdot r} \right)^2 \cdot \frac{F_y}{E}$$

$$= \left( \frac{1 \cdot 6420}{\pi \cdot 93.973} \right)^2 \cdot \frac{350}{200000}$$

$$\lambda = 0,8276$$

$$\begin{aligned}
 \text{Karena } \lambda &\leq 2,25 \text{ maka } P_n = 0,66^{\lambda} \cdot F_y \cdot A_s \\
 &= 0,66^{0,8276} \cdot 350 \cdot 32136 \\
 &= 7974817 \text{ N} \\
 &= 7974,817 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

- Batang Bx<sub>3</sub>

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \lambda_c = \left( \frac{k \cdot L}{\pi \cdot r} \right)^2 \cdot \frac{F_y}{E} \\
 &= \left( \frac{1 \cdot 9200}{\pi \cdot 31,2} \right)^2 \cdot \frac{350}{200000} \\
 \lambda &= 2,7559
 \end{aligned}$$

Karena  $\lambda \geq 2,25$  maka  $P_n = \frac{0,88 \cdot F_y \cdot A_s}{\lambda}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,88 \cdot 350 \cdot 8530}{2,7559} \\
 &= 680948,9 \text{ N} \\
 &= 680,9489 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Kapasitas momen

- Batang L<sub>D4</sub>

Cek kekompakan

1. kelangsingan badan

$$\frac{2D_{cp}}{tw} \leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

$$\frac{(400 - 2 \cdot 36)}{12} \leq 3,76 \sqrt{\frac{200000}{350}}$$

$$27,33 \leq 89,881 \dots \dots \dots \text{OK}$$

2. kelangsingan sayap untuk daerah tekan

$$\frac{bf}{2tf} \leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}}$$

$$\frac{350}{2 \cdot 36} \leq 0,382 \sqrt{\frac{200000}{350}}$$

$$4,86 \leq 9,131 \dots \dots \dots \text{OK}$$

3. kelangsingan sayap untuk pengaku pada daerah tekan

$$L_b \leq \left[ 0,124 - 0,0759 \left( \frac{M_1}{M_p} \right) \right] \left( \frac{r_y \cdot E}{F_{yc}} \right)$$

$$L_b \leq \left[ 0,124 - 0,0759(0) \right] \left[ \frac{173,1 \cdot 200000}{350} \right]$$

$$6420 \leq 12265,37 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Sehingga klasifikasi tampang termasuk tampang kompak dimana ;

$$M_n = M_p$$

$$= Z_x \cdot F_y$$

$$- Z_x = B \cdot T(D - T) + \frac{1}{4} \cdot t(D - 2T)^2$$

$$= 350 \cdot 36(400 - 36) + \frac{1}{4} \cdot (12)(400 - 2 \cdot 36)^2$$

$$= 4909152 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned}
 M_{nx} &= Z_x \cdot F_y \\
 &= 4909152 \cdot 350 \\
 &= 1718203200 \text{ Nmm} \\
 &= 1718.203 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Batang Bx<sub>3</sub>

Cek kekompakan

4. kelangsingan badan

$$\begin{aligned}
 \frac{2D_{cp}}{tw} &\leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\
 \frac{404}{9,1} &\leq 3,76 \sqrt{\frac{200000}{350}} \\
 44,39 &\leq 89,881 \dots \dots \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

5. kelangsingan sayap untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}
 \frac{bf}{2tf} &\leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\
 \frac{151,9}{2 \cdot 15} &\leq 0,382 \sqrt{\frac{200000}{350}} \\
 5,06 &\leq 9,131 \dots \dots \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

6. kelangsingan sayap untuk pengaku pada daerah tekan

$$L_b \leq \left[ 0,124 - 0,0759 \left( \frac{M_1}{M_p} \right) \right] \left( \frac{r_y \cdot E}{F_{yc}} \right)$$



$$L_b \leq [0,124 - 0,0759(0)] \left[ \frac{183 \cdot 200000}{350} \right]$$

$$9200 \leq 12966,86 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Sehingga klasifikasi tampang termasuk tampang kompak dimana :

$$M_n = M_p$$

$$= Z_x \cdot F_y$$

$$Z_x = B \cdot T(D - T) + \frac{1}{4} \cdot t(D - 2T)^2$$

$$= 151,9 \cdot 15(457,2 - 15) + \frac{1}{4} \cdot (9,1)(151,9 - 2 \cdot 15)^2$$

$$= 1041358,313 \text{ mm}^3$$

$$M_{nx} = Z_x \cdot F_y$$

$$= 1041358,313 \cdot 350$$

$$= 364475409,5 \text{ Nmm}$$

$$= 364,475 \text{ kNm}$$

Perhitungan Balok-Kolom untuk batang BX3 menurut metode LRFD :

$$\frac{P_u}{P_n} + \frac{M_{ux} \cdot C_{mx}}{M_{nx}(1 - P_u/P_{ex})} \leq 1$$

$$C_{mx} = 0,6 + 0,4 \frac{M_1}{M_2}$$

$$= 0,6 + 0,4 \frac{181,45}{182,65}$$

$$= 0,99$$

$$= \frac{18,5}{680,948} + \frac{182,65 \cdot 0,99}{364,47(1 - 18,5/2145,58)} < 1$$

$$= 0,53 < 1 \dots \dots \dots \text{ok}$$

Perhitungan Balok-Kolom untuk batang LD4 menurut metode LRFD :

$$\frac{P_u}{P_n} + \frac{M_{ux} \cdot C_{mx}}{M_{nx}(1 - P_u/P_{ex})} \leq 1$$

$$C_{mx} = 0,6 + 0,4 \frac{M_1}{M_2}$$

$$= 0,6 + 0,4 \frac{182,65}{467,64}$$

$$= 0,75$$

$$\frac{P_u}{P_n} + \frac{M_{ux} \cdot C_{mx}}{M_{nx}(1 - P_u/P_{ex})} \leq 1$$

$$= \frac{47,63}{7974,8} + \frac{467,64 \cdot 0,75}{364,47(1 - 18,5/1866)} < 1$$

$$= 0,978 < 1 \dots \dots \dots \text{Ok}$$

### 5.6 Perhitungan Gaya Rem

Gaya rem yang bekerja pada struktur jembatan rangka baja merupakan gaya tekan yang akan ditransfer ke batang tepi atas pada rangka utama (Gambar 5.35).

Besar gaya rem yang bekerja adalah sebagai berikut :

$P$  = Gaya rem

$P = b \cdot W$

$$= 0,25 \cdot 650$$

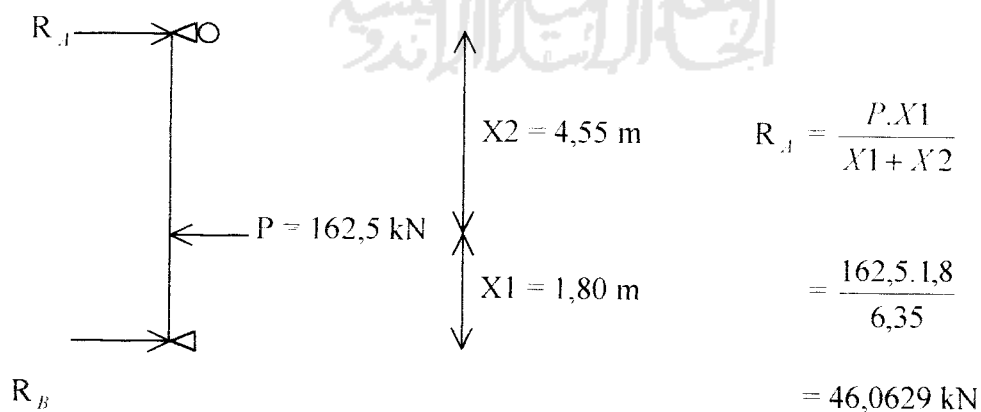
$$= 162,5 \text{ kN}$$

$b$  adalah faktor gaya rem terhadap berat kendaraan sebesar 0,25

$W$  = berat kendaraan

$$= 145 + 145 + 35 + 145 + 145 + 35$$

$$= 650 \text{ kN}$$

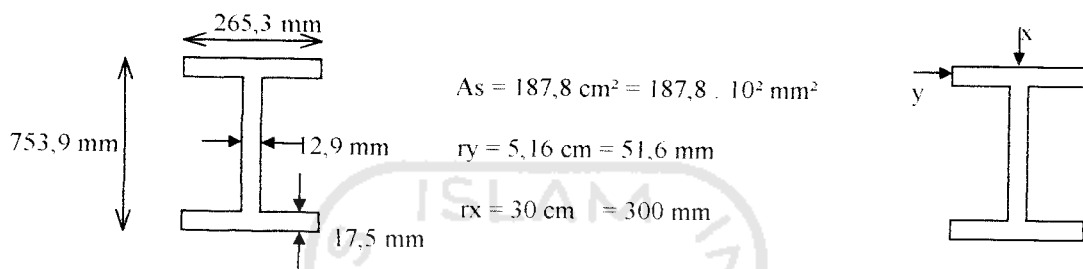


**Gambar 5.35** Gaya rem yang bekerja

### 5.7 Perhitungan Lenturan Biaksial (*Biaxial Bending*)

Gelagar melintang menerima gaya akibat beban gravity dan beban lateral (gaya rem) yang saling tegak lurus maka terjadi lenturan dua arah (*Biaxial Bending*)

Gambar 5.37



Urutan perhitungan Biaxial Bending adalah sebagai berikut :

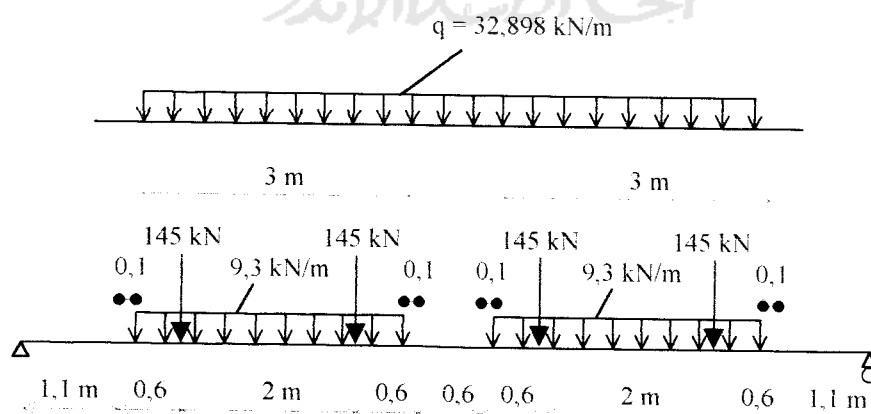
- Mencari  $M_n$  (momen nominal) dimana penempatan beban seperti pada Gambar 5.36

$$\text{Slab} : 5,008 \times (2400 \text{ kg/m}^3 \times 2 \times 4,448) \times 0,235 = 25,126 \text{ kN/m}$$

$$\text{Aspal} : 5,008 \times (2400 \text{ kg/m}^3 \times 2 \times 4,448) \times 0,05 = 5,012 \text{ kN/m}$$

$$\text{Girder} : 187,8 \cdot 10^{-4} \times 147 \text{ kg/m} = 2,76 \text{ kN/m}$$

$$\text{Total (q)} = 32,898 \text{ kN/m}$$



Gambar 5.36 Penempatan beban slab, aspal, girder dan kendaraan pada gelagar melintang

$$\begin{aligned}\sum F_y &= \left(\frac{145}{2}\right)2 + \left(\frac{145}{2}\right)2 + \left(\frac{145}{2}\right)2 + \left(\frac{145}{2}\right)2 + (9,3 \times 3) + (9,3 \times 3) + (32,898 \times 7) \\ &= 866,086 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$R_A = R_B = \frac{866,086}{2} = 433,043 \text{ kN}$$

Momen tengah atau Momen nominal

$$\begin{aligned}&= R_A \cdot (1,1 + 3,5) - \left(\frac{145}{2} \cdot 2\right) \cdot (0,3 + 0,6 + 2) - \left(\frac{145}{2} \cdot 2\right)(0,3 + 0,6) \\ &\quad - 9,3 \times 3 \times (0,3 + 0,6 + 1) - 32,898 (3,5) \left(\frac{3,5}{2}\right) \\ &= 1186,4875 \text{ kNm}\end{aligned}$$

- Cek klasifikasi tampang :

1. kelangsingan badan

$$\begin{aligned}\frac{2D_{cp}}{t_w} &\leq 3,76 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \frac{(753,9 - 2 \cdot 17,5)}{12,9} &\leq 3,76 \sqrt{\frac{200000}{350}}\end{aligned}$$

$$55,72 \leq 89,881 \dots \text{OK}$$

2. kelangsingan sayap untuk daerah tekan

$$\begin{aligned}\frac{bf}{2tf} &\leq 0,382 \sqrt{\frac{E}{F_{yc}}} \\ \frac{265,3}{2 \cdot 17,5} &\leq 0,382 \sqrt{\frac{200000}{350}}\end{aligned}$$

$$7,58 \leq 9,131 \dots \text{OK}$$

3. kelangsingan sayap untuk pengaku pada daerah tekan

$$L_b \leq \left[ 0,124 - 0,0759 \left( \frac{M_t}{M_p} \right) \right] \left[ \frac{r_y \cdot E'}{F_{yc}} \right]$$

$$L_b \leq \left[ 0,124 - 0,0759 \left( \frac{0}{0} \right) \right] \left[ \frac{51,6 \cdot 200000}{350} \right]$$

$$9200 \leq 21257 \dots \dots \dots \text{OK}$$

Sehingga klasifikasi tampang termasuk tampang kompak dimana :

$$M_n = M_p$$

$$- M_n = M_{p_n} = Z_x \cdot F_y$$

$$M_{p_{nx}} = Z_x \cdot F_y$$

$$M_{p_{ny}} = Z_y \cdot F_y$$

$$- Z_x = B \cdot T(D - T) + \frac{1}{4} \cdot t(D + 2T)^2$$

$$= 265,3 \cdot 17,5(753,9 - 17,5) + \frac{1}{4} \cdot (12,9)(753,9 - 2 \cdot 17,5)^2$$

$$= 5085656,02 \text{ mm}^3$$

$$- Z_y = \frac{1}{2} \cdot T \cdot B^2 + \frac{1}{4} \cdot (D - 2T) \cdot t^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 17,5 \cdot 265,3^2 + \frac{1}{4} \cdot (753,9 - 2 \cdot 17,5) \cdot 12,9^2$$

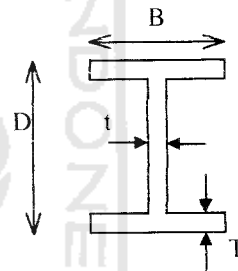
$$= 645768,8248 \text{ mm}^3$$

$$- M_{p_{nx}} = Z_x \cdot F_y$$

$$= 5085656,02 \cdot 350$$

$$= 177979607 \text{ Nmm}$$

$$= 1779,97 \text{ kNm}$$



$$\begin{aligned}
 -MP_{ny} &= Zy \cdot Fy \\
 &= 645768,8248 \cdot 350 \\
 &= 226019088,7 \text{ Nmm} \\
 &= 226,019 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$



**Gambar 5.37** Momen dan gaya rem Lenturan dua arah pada gelagar melintang

Dari nilai hasil perhitungan momen nominal ditengah bentang gelagar melintang dan gaya rem lalu dikontrol terhadap syarat keamanan *biaksial bending* dengan perhitungan sebagai berikut:

- Momen tengah bentang ( $M_{ux}$ ) = 1186,4875 kNm
- Momen horizontal ( $M_{uy}$ )

$$M_{uy} = \frac{162,5}{2} \cdot (1,1 + 3,5) = 373,75 \text{ kN-m}$$

Menurut metode LRFD untuk  $0,5 \leq \frac{bf'}{D} \leq 1$

$$\left( \frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{pnx}} \right)^{1,6} + \left( \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{pny}} \right)^{1,6} \leq 1$$

$$\left( \frac{1186,4875}{0,9 \cdot 1779,97} \right)^{1,6} + \left( \frac{373,75}{0,9 \cdot 226,019} \right)^{1,6} \leq 1$$

3,26  $\geq$  1.....Tdk Aman

### 5.8 Perhitungan Kekuatan Batas Batang Tekan dan Tarik pada Rangka Utama (Main Truss) (lihat Tabel 5.4)

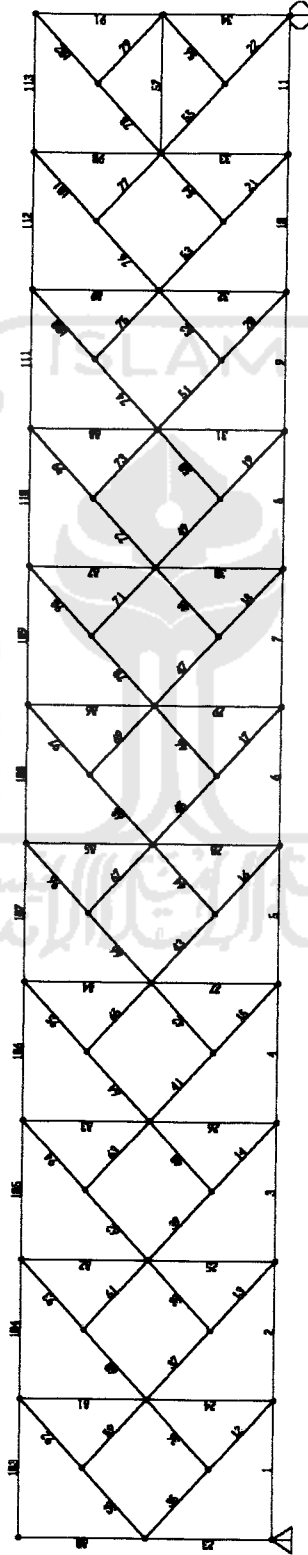
Tabel 5.4 Batas kekuatan (Strength Limit) batang rangka utama (Main Truss)(Gambar 5.2 hal 32)

No	Batang	gaya batang (kN)							gaya aksial *	Pu= 1.0DC+1.35LL+1.35IM+1.35BR+0.4WL (kN)
		beban mati (DC)	beban hidup (LL)	Impact (IM)	gaya rem(BR)	gaya angin (VL)	gaya aksial *	gaya aksial *		
1	A1	-973.37	-547.03	-410.27	-46.06	0.00	0.00	0.00	-2327.92	
2	A2	-1769.02	-971.48	-728.61	-46.06	-46.86	0.00	0.00	-4145.07	
3	A3	-2388.29	-1274.11	-955.58	-46.06	-84.35	0.00	0.00	-5494.30	
4	A4	-2831.27	-1502.50	-1126.88	-46.06	-112.47	0.00	0.00	-6488.10	
5	A5	-3096.50	-1629.58	-1222.18	-46.06	-131.21	0.00	0.00	-7061.04	
6	A6	-3185.19	-1595.02	-1196.26	-46.06	-140.58	0.00	0.00	-7071.83	
7	A7	-3096.50	-1629.58	-1222.18	-46.06	-140.58	0.00	0.00	-7064.79	
8	A8	-2831.27	-1502.50	-1126.88	-46.06	-131.21	0.00	0.00	-6495.60	
9	A9	-2388.29	-1274.11	-955.58	-46.06	-112.47	0.00	0.00	-5505.55	
10	A10	-1769.02	-971.48	-728.61	-46.06	-84.35	0.00	0.00	-4160.07	
11	A11	-973.37	-547.03	-410.27	-46.06	-46.86	0.00	0.00	-2346.66	
12	B1=B12	485.86	273.16	204.87	0.00	31.50	0.00	0.00	1143.79	
13	B2=B11	874.99	744.28	558.21	0.00	85.98	0.00	0.00	2667.73	
14	B3=B10	1698.37	1123.60	842.70	0.00	130.25	0.00	0.00	4404.97	
15	B4=B9	2318.56	1380.25	1035.19	0.00	163.43	0.00	0.00	5644.78	
16	B5=B8	2656.47	1541.30	1155.97	0.00	185.55	0.00	0.00	6372.01	
17	B6=B7	2709.69	1597.42	1198.07	0.00	196.62	0.00	0.00	6562.25	
18	D1=D24	-1331.57	-745.43	-559.08	0.00	0.00	-50.04	0.00	-3142.70	
19	D2=D23	1331.57	745.43	559.08	0.00	0.00	0.00	0.00	3092.66	
20	D3=D22	-1095.22	-639.86	-479.90	0.00	0.00	0.00	0.00	-2606.89	
21	D4=D21	1095.22	639.86	479.90	0.00	0.00	0.00	0.00	2606.89	
22	D5=D20	-888.18	-538.09	-403.57	0.00	0.00	0.00	0.00	-2159.43	
23	D6=D19	888.18	538.09	403.57	0.00	0.00	0.00	0.00	2159.43	
24	D7=D18	-701.60	-441.12	-330.84	0.00	0.00	0.00	0.00	-1743.74	
25	D8=D17	701.60	441.12	330.84	0.00	0.00	0.00	0.00	1743.74	
26	D9=D16	-536.77	-348.97	-261.73	0.00	0.00	0.00	0.00	-1361.21	
27	D10=D15	536.77	348.97	261.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1361.21	
28	D11=D14	-394.63	-262.30	-196.73	0.00	0.00	0.00	0.00	-1014.32	
29	D12=D13	394.63	262.30	196.73	0.00	0.00	0.00	0.00	1014.32	

\* Gaya batang untuk beban hidup adalah gaya batang maksimum akibat beban rencana kendaraan yaitu beban jalur rencana Tabel 5.1

\*\* Gaya aksial terjadi pada batang diagonal tepi kiri dan kanan (D1=D24) dimana terdapat portal ujung dan dijumlahkan pada Pu





Gambar 5.38 Rangka atas pengaku angin (*Top Chord*) dengan Nama Batang

Dari perhitungan menggunakan SAP2000 (Lampiran 5) maka diperoleh gaya batang tekan dan tarik pada *Top Chord* (Gambar 5.38) karena beban angin yang kemudian ditabelkan menjadi Tabel 5.5

**Tabel 5.5** Batas kekuatan (*Strenght Limit*) batang rangka atas pengaku angin (*Top Chord*)

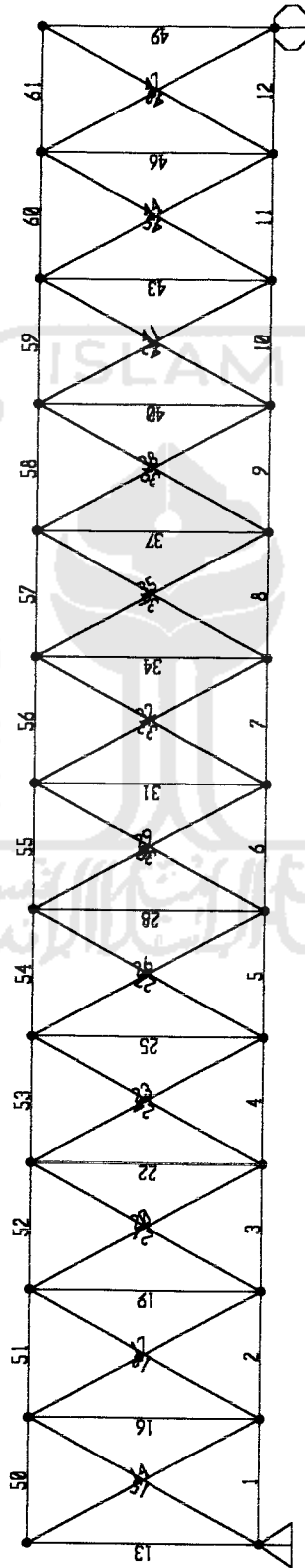
No	Batang	Gaya batang (P1 kN)	
		Unloaded	Loaded
1	1	0.00	0.00
2	2	46.86	28.51
3	3	84.35	51.31
4	4	112.47	68.42
5	5	131.21	79.82
6	6	140.58	85.52
7	7	140.58	85.52
8	8	131.21	79.82
9	9	112.47	68.42
10	10	84.35	51.31
11	11	46.86	28.51
12	12	63.63	38.71
13	13	50.90	30.97
14	14	38.18	23.22
15	15	25.45	15.48
16	16	12.73	7.74
17	17	0.00	0.00
18	18	-12.73	-7.74
19	19	-25.45	-15.48
20	20	-38.18	-23.22
21	21	-50.90	-30.97
22	22	-63.63	-38.71
23	23	-94.69	-57.61
24	24	-43.04	-26.18
25	25	-34.43	-20.95
26	26	-25.83	-15.71
27	27	-17.22	-10.47
28	28	-8.61	-5.24
29	29	0.00	0.00
30	30	8.61	5.24
31	31	17.22	10.47
32	32	25.83	15.71
33	33	34.43	20.95

**Tabel 5.5 (Lanjutan)**

No	Batang	Gaya batang (P1 kN)	
		Unloaded	Loaded
34	34	-51.65	-31.42
35	35	63.63	38.71
36	36	0.00	0.00
37	37	50.90	30.97
38	38	0.00	0.00
39	39	38.18	23.22
40	40	0.00	0.00
41	41	25.45	15.48
42	42	0.00	0.00
43	43	12.73	7.74
44	44	0.00	0.00
45	45	0.00	0.00
46	46	0.00	0.00
47	47	-12.73	-7.74
48	48	0.00	0.00
49	49	-25.45	-15.48
50	50	0.00	0.00
51	51	-38.18	-23.22
52	52	0.00	0.00
53	53	-50.90	-30.97
54	54	0.00	0.00
55	55	-63.63	-38.71
56	56	0.00	0.00
57	57	0.00	0.00
58	58	-63.63	-38.71
59	59	0.00	0.00
60	60	-50.90	-30.97
61	61	0.00	0.00
62	62	-38.18	-23.22
63	63	0.00	0.00
64	64	-25.45	-15.48
65	65	0.00	0.00
66	66	-12.73	-7.74
67	67	0.00	0.00
68	68	0.00	0.00
69	69	0.00	0.00
70	70	12.73	7.74
71	71	0.00	0.00
72	72	25.45	15.48
73	73	0.00	0.00

**Tabel 5.5 (Lanjutan)**

No	Batang	Gaya batang (P1 kN)	
		Unloaded	Loaded
74	74	38.18	23.22
75	75	0.00	0.00
76	76	50.90	30.97
77	77	0.00	0.00
78	78	63.63	38.71
79	79	0.00	0.00
80	80	-8.61	-5.24
81	81	25.83	15.71
82	82	17.22	10.47
83	83	8.61	5.24
84	84	0.00	0.00
85	85	-8.61	-5.24
86	86	-17.22	-10.47
87	87	-25.83	-15.71
88	88	-34.43	-20.95
89	89	-43.04	-26.18
90	90	-51.65	-31.42
91	91	-51.65	-31.42
92	92	-63.63	-38.71
93	93	-50.90	-30.97
94	94	-38.18	-23.22
95	95	-25.45	-15.48
96	96	-12.73	-7.74
97	97	0.00	0.00
98	98	12.73	7.74
99	99	25.45	15.48
100	100	38.18	23.22
101	101	50.90	30.97
102	102	63.63	38.71
103	103	0.00	0.00
104	104	-46.86	-28.51
105	105	-84.35	-51.31
106	106	-112.47	-68.42
107	107	-131.21	-79.82
108	108	-140.58	-85.52
109	109	-140.58	-85.52
110	110	-131.21	-79.82
111	111	-112.47	-68.42
112	112	-84.35	-51.31
113	113	-46.86	-28.51



Gambar 5.39 Rangka bawah pengaku angin (Bottom Chord) dengan Nama Batang

Dari perhitungan dengan menggunakan SAP2000 (Lampiran 6) maka diperoleh gaya batang tekan dan tarik pada *Bottom Chord* (Gambar 5.39) akibat beban angin yang kemudian ditabelkan pada Tabel 5.6

**Tabel 5.6** Batas kekuatan (*Strength Limit*) batang rangka bawah pengaku angin (*Bottom Chord*)

No	Batang	Gaya batang (P kN)			Pu = P2loaded + P3 loaded (kN)
		Unloaded(P2)	Loaded(P2)	Loaded(P3)	
1	1	25.62	15.59	15.91	31.50
2	2	69.96	42.56	43.42	85.98
3	3	105.97	64.47	65.78	130.25
4	4	132.97	80.89	82.54	163.43
5	5	150.97	91.84	93.71	185.55
6	6	159.97	97.32	99.30	196.62
7	7	159.97	97.32	99.30	196.62
8	8	150.97	91.84	93.71	185.55
9	9	132.97	80.89	82.54	163.43
10	10	105.97	64.47	65.78	130.25
11	11	69.96	42.56	43.42	85.98
12	12	25.62	15.59	15.90	31.49
13	13	-52.13	-32.17	-32.36	-64.53
14	14	49.94	30.37	31.00	61.37
15	15	-53.59	-32.62	-33.27	-65.89
16	16	-6.28	-3.81	-3.90	-7.71
17	17	41.92	25.50	26.02	51.52
18	18	-42.78	-26.03	-26.56	-52.59
19	19	-7.48	-4.55	-4.64	-9.19
20	20	32.47	19.76	20.16	39.92
21	21	-33.41	-20.32	-20.74	-41.06
22	22	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
23	23	23.06	14.03	14.32	28.35
24	24	-24.00	-14.60	-14.90	-29.50
25	25	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
26	26	13.65	8.30	8.47	16.77
27	27	-14.59	-8.87	-9.05	-17.92
28	28	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
29	29	4.24	2.58	2.63	5.21
30	30	-5.17	-3.15	-3.21	-6.36
31	31	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
32	32	-5.17	-3.15	-3.21	-6.36
33	33	4.24	2.58	2.63	5.21

Tabel 5.6 (Lanjutan)

No	Batang	Gaya batang (P kN)			Pu = P2loaded + P3 loaded (kN)
		Unloaded(P2)	Loaded(P2)	Loaded(P3)	
34	34	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
35	35	-14.59	-8.87	-9.05	-17.92
36	36	13.65	8.30	8.47	16.77
37	37	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
38	38	-24.00	-14.60	-14.90	-29.50
39	39	23.06	14.03	14.32	28.35
40	40	-7.45	-4.53	-4.62	-9.15
41	41	-33.41	-20.32	-20.74	-41.06
42	42	32.47	19.76	20.16	39.92
43	43	-7.48	-4.55	-4.64	-9.19
44	44	-42.78	-26.03	-25.56	-51.59
45	45	41.92	25.50	26.02	51.52
46	46	-6.29	-3.81	-3.90	-7.71
47	47	-53.59	-32.61	-33.26	-65.87
48	48	49.94	30.37	31.00	61.37
49	49	-52.13	-32.18	-32.36	-64.54
50	50	-23.88	-14.52	-14.82	-29.34
51	51	-69.54	-42.31	-43.17	-85.48
52	52	-105.53	-64.19	-65.50	-129.69
53	53	-132.53	-80.62	-82.26	-162.88
54	54	-150.53	-91.57	-93.44	-185.01
55	55	-159.52	-97.04	-99.02	-196.06
56	56	-159.52	-97.04	-99.02	-196.06
57	57	-150.53	-91.57	-93.44	-185.01
58	58	-132.53	-80.62	-82.26	-162.88
59	59	-105.53	-64.19	-65.50	-129.69
60	60	-69.54	-42.31	-43.17	-85.48
61	61	-23.88	-14.52	-14.82	-29.34

### 5.9 Perhitungan Batang Tekan

Perhitungan batang tekan struktur jembatan rangka baja dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini :

**Tabel 5.7** Kekuatan batang tekan pada rangka utama (*Main Truss*)

No	Batang	K	L (mm)	π	Fy (Mpa)	E	r (mm)	$\lambda = \lambda_c = \sqrt{\frac{M_x}{I_x} + \frac{M_y}{I_y}}$	As (mm <sup>2</sup> )	Pn (N)		Pr = φc · Pn (kN)	Pu (kN)	Rasio	Keterangan
										λ ≤ 2.25	λ ≥ 2.25				
1	A1	1	4690	3.14	350	200000	95.258	0.4298	14112	4131369	-	3718.23	2327.92	0.626	Aman
2	A2	1	4860	3.14	350	200000	99.581	0.4223	17216	5055769	-	4550.19	4145.07	0.911	Aman
3	A3	1	4860	3.14	350	200000	106.115	0.3719	26528	7955292	-	7159.76	5494.30	0.767	Aman
4	A4	1	4860	3.14	350	200000	106.115	0.3719	26528	7955292	-	7159.76	6488.10	0.906	Aman
5	A5	1	4860	3.14	350	200000	107.335	0.3635	29632	8917223	-	8025.50	7061.04	0.880	Aman
6	A6	1	4860	3.14	350	200000	107.335	0.3635	29632	8917223	-	8025.50	7071.83	0.881	Aman
7	A7	1	4860	3.14	350	200000	107.335	0.3635	29632	8917223	-	8025.50	7064.79	0.880	Aman
8	A8	1	4860	3.14	350	200000	106.115	0.3719	26528	7955292	-	7159.76	6495.60	0.907	Aman
9	A9	1	4860	3.14	350	200000	106.115	0.3719	26528	7955292	-	7159.76	5505.55	0.769	Aman
10	A10	1	4860	3.14	350	200000	99.581	0.4223	17216	5055769	-	4550.19	4160.07	0.914	Aman
11	A11	1	4690	3.14	350	200000	95.258	0.4298	14112	4131369	-	3718.23	2346.66	0.631	Aman
12	D1=D24	1	6420	3.14	350	200000	93.973	0.8276	32136	7974817	-	7177.34	3140.29	0.438	Aman
13	D3=D22	1	5804	3.14	350	200000	71.699	1.1619	14016	3027061	-	2724.35	2606.89	0.957	Aman
14	D5=D20	1	5804	3.14	350	200000	67.936	1.2942	11712	2394183	-	2154.76	2159.43	1.002	Aman
15	D7=D18	1	5804	3.14	350	200000	67.787	1.2999	9800	1998594	-	1798.73	1743.74	0.969	Aman
16	D9=D16	1	5804	3.14	p350	200000	67.787	1.2999	9800	1998594	-	1798.73	1361.21	0.757	Aman
17	D11=D14	1	5804	3.14	350	200000	67.787	1.2999	9800	1998594	-	1798.73	1014.32	0.564	Aman

Keterangan :

- Untuk kolom panjang ( $\lambda \geq 2.25$ ), maka  $P_n = \frac{0.88 f_y A_s}{\lambda}$
- Untuk kolom panjang menengah ( $\lambda \leq 2.25$ ), maka  $P_n = 0.66^4 F_y A_s$
- Rasio =  $\frac{P_u}{Pr} \leq 1$  ..... Aman
- Nilai  $P_u$  diambil dari tabel 5.4



**Tabel 5.8** Rasio tebal batang tekan pada rangka tengah (Main Truss)

No Batang	b (mm)	h (mm)	tw (mm)	t (mm)	k1	k2	E	Fy (Mpa)	$\frac{b}{t}$	$\frac{h}{tw}$	$k1 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$k2 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$\frac{E}{Fy}$	$\frac{b}{t} \leq k1 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$\frac{h}{tw} \leq k2 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$
1 A1=A11	200	400	12	12	0.56	1.49	200000	350	16.67	33.33	13.39	35.62	35.62	TDKAMAN *	AMAN
2 A2=A10	200	400	12	16	0.56	1.49	200000	350	12.50	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
3 A3=A9	200	400	12	28	0.56	1.49	200000	350	7.14	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
4 A4=A8	200	400	12	28	0.56	1.49	200000	350	7.14	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
5 A5=A7	200	400	12	32	0.56	1.49	200000	350	6.25	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
6 A6	200	400	12	32	0.56	1.49	200000	350	6.25	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
7 D1=D24	175	400	12	36	0.56	1.49	200000	350	4.86	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
8 D3=D22	150	400	12	16	0.56	1.49	200000	350	9.38	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
9 D5=D20	150	400	12	12	0.56	1.49	200000	350	12.50	33.33	13.39	35.62	35.62	AMAN	AMAN
10 D7=D18	150	400	10	10	0.56	1.49	200000	350	15.00	40.00	13.39	35.62	35.62	TDKAMAN *	TDKAMAN **
11 D9=D16	150	400	10	10	0.56	1.49	200000	350	15.00	40.00	13.39	35.62	35.62	TDKAMAN *	TDKAMAN **
12 D11=D14	150	400	10	10	0.56	1.49	200000	350	15.00	40.00	13.39	35.62	35.62	TDKAMAN *	TDKAMAN **

\* Untuk  $\frac{b}{t} \leq k1 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$  Tidak aman berarti tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada sayap

\*\* Untuk  $\frac{h}{tw} \leq k2 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$  Tidak aman berarti tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada badan

**Tabel 5.9** Rasio kelangsingan batang tekan pada rangka utama (Main Truss)

No Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} \leq 120$
1 A1=A11	1	4690	95.26	49.2347	AMAN
2 A2=A10	1	4860	99.58	48.8045	AMAN
3 A3=A9	1	4860	106.12	45.7994	AMAN
4 A4=A8	1	4860	106.12	45.7994	AMAN
5 A5=A7	1	4860	107.34	45.2788	AMAN
6 A6	1	4860	107.34	45.2788	AMAN
7 D1=D24	1	6420	93.97	68.3175	AMAN
8 D3=D22	1	5804	71.70	80.9495	AMAN
9 D5=D20	1	5804	67.94	85.4333	AMAN
10 D7=D18	1	5804	67.79	85.6211	AMAN
11 D9=D16	1	5804	67.79	85.6211	AMAN
12 D11=D14	1	5804	67.79	85.6211	AMAN

**Tabel 5.10** Kekuatan batang tekan rangka atas pengaku angin (*Top Chord*)

No	Batang	K	L (mm)	$\pi$	Fy (Mpa)	E	$r$ (mm)	$\lambda = \lambda_1 = \sqrt{\frac{kL}{\pi}}$	As (mm <sup>2</sup> )	Pn (N)		$\phi_c$	Pr = $\phi_c \cdot P_n$ (kN)	Pu (kN)	Rasio	Keterangan
										$\lambda \leq 2.25$	$\lambda \geq 2.25$					
1	113	1	4690	3.14	350	200000	95.26	0.4303	14112	4130620	-	0.9	3717.56	46.86	0.01	Aman
2	104=112	1	4860	3.14	350	200000	99.58	0.4228	17216	5054869	-	0.9	4549.38	84.35	0.02	Aman
3	105=111=106=110	1	4860	3.14	350	200000	106.12	0.3723	26528	7954045	-	0.9	7158.64	131.2	0.02	Aman
4	107=109=108	1	4860	3.14	350	200000	106.12	0.3723	29632	8884735	-	0.9	7996.26	140.6	0.02	Aman
5	45=17=47=18=49=19=51=20=53=21=55=22=58=92=60=93=62=94=64=95=66=96=68=97	1	3400	3.14	250	200000	29.30	1.7072	2331	2866692	-	0.9	258.02	63.63	0.25	Aman
6	23=80=34=91	1	4600	3.14	250	200000	31.20	2.7559	8530	680948.9	-	0.9	612.85	94.69	0.15	Aman
7	24=25=26=27=84=28=85=29=86=87=88=89=90	1	4600	3.14	250	200000	31.90	2.6362	3990	332974.2	-	0.9	299.67	51.65	0.17	Aman

Keterangan :

- Untuk kolom panjang ( $\lambda \geq 2.25$ ), maka  $P_n = \frac{0.88 \cdot y \cdot A_s}{\lambda}$
- Untuk kolom panjang menengah ( $\lambda \leq 2.25$ ), maka  $P_n = 0.66 \cdot F_y \cdot A_s$
- Rasio =  $\frac{P_u}{P_r} \leq 1$
- Nilai  $P_u$  diambil dari tabel 5.5

Tabel 5.11 Rasio tebal batang tekan pada rangka atas pengaku angin (Top Chord)

No	Batang	b (mm)	h (mm)	tw (mm)	t (mm)	k1	k2	E	Fy (MPa)	$\frac{b}{t}$	$\frac{h}{tw}$	$k1 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$k2 \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$\frac{b \leq k1}{t} \sqrt{\frac{E}{Fy}}$	$\frac{h \leq k2}{tw} \sqrt{\frac{E}{Fy}}$
1	103=113	200.0	400.00	12.0	12.0	0.6	1.5	2E+05	350	16.67	33.33	13.39	35.62	TDK AMAN *	AMAN
2	104=112	200.0	400.00	12.0	16.0	0.6	1.5	2E+05	350	12.50	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
3	105=111= 106=110	200.0	400.00	12.0	28.0	0.6	1.5	2E+05	350	7.14	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
4	107=109= 108	200.0	400.00	12.0	32.0	0.6	1.5	2E+05	350	6.25	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
5	45=17=47= 18=49=19= 51=20=53= 21=55=22= 58=92=60= 93=62=94= 64=95=66= 96=68=97	101.6	152.40	9.5	9.5	0.6	1.5	2E+05	250	10.69	16.04	15.84	42.14	AMAN	AMAN
6	23=80=34= 91	75.95	404.40	9.1	15.0	0.6	1.5	2E+05	350	5.06	44.44	13.39	35.62	AMAN	TDK AMAN **
7	24=25=26= 27=84=28= 85=29=86= 87=88=89= 90	73.05	216.20	6.1	8.6	0.6	1.5	2E+05	350	8.49	35.44	13.39	35.62	AMAN	AMAN
8	36=59=38= 61=40=63= 42=65=44= 67=46=69= 48=71=50= 73=52=75= 54=77=56= 79	88.90	88.90	6.3	6.3	0.5	0.5	2E+05	250	14.11	14.11	12.73	12.73	TDK AMAN *	TDK AMAN **
9	57	101.6	101.60	9.5	9.5	0.5	0.5	2E+05	250	10.69	10.69	12.73	12.73	AMAN	AMAN

\* Tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada sayap  
 \*\* Tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada badan

**Tabel 5.12** Rasio kelangsingan batang tekan pada rangka atas pengaku angin  
(*Top Chord*)

No	Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} \leq 140$
1	103=113	1	4690	95.26	49.23	AMAN
2	104=112	1	4860	99.58	48.80	AMAN
3	105=111= 106=110	1	4860	106.12	45.80	AMAN
4	107=109= 108	1	4860	107.34	45.28	AMAN
5	45=17=47= 18=49=19= 51=20=53= 21=55=22= 58=92=60= 93=62=94= 64=95=66= 96=68=97	1	3400	29.30	116.04	AMAN
6	23=80=34= 91	1	4600	31.20	147.44	TDKAMAN
7	24=25=26= 27=84=28= 85=29=86= 87=88=89= 90	1	4600	31.90	144.20	TDKAMAN

**Tabel 5.13** Kekuatan batang tekan pada rangka bawah pengaku angin ( Bottom Chord )

No	Batang	K	L (mm)	$\pi$	Fy (Mpa)	E	$r$ (mm)	$\lambda = \lambda^2 = \left( \frac{KL}{r} \right)^2 \frac{I_y}{I_x}$	As (mm <sup>2</sup> )	Pn (N)		$\Phi c$	Pr = $\Phi c \cdot Pn$ (kN)	Pu (kN)	Rasio	Keterangan
										$\lambda \leq 2.25$	$\lambda \geq 2.25$					
1	50=61	1	4690	3.14	350	200000	99.6	0.3933	17216	5117122	-	0.9	4605.41	29.34	0.01	Aman
2	51=60	1	4860	3.14	350	200000	99.6	0.4223	17216	5055769.3	-	0.9	4550.19	85.48	0.02	Aman
3	52=53=58=59	1	4860	3.14	350	200000	106.1	0.3719	26528	7955292.2	-	0.9	7159.76	162.88	0.02	Aman
4	54=57	1	4860	3.14	350	200000	107.3	0.3635	29632	8917223.4	-	0.9	8025.50	185.01	0.02	Aman
5	55=56	1	4860	3.14	350	200000	108.3	0.3570	32736	9878104	-	0.9	8890.29	196.06	0.02	Aman
6	13=49	1	9160	3.14	350	200000	51.6	5.5877	18780	-	1035181.39	0.9	931.66	64.54	0.07	Aman
7	16=19=22=25=28=31=34=37=40=43=46	1	9200	3.14	350	200000	51.6	5.6366	18780	-	1026199.38	0.9	923.57	9.19	0.01	Aman
8	15=18=21=24=27=30=32=35=38=41=44=47	1	10197	3.14	250	200000	31.3	13.4421	1537	-	25155.3357	0.9	22.64	65.89	2.91	Tdk Aman

Keterangan :

- Untuk kolom panjang ( $\lambda \geq 2.25$ ), maka  $Pn = \frac{0.88 F_y A_s}{\lambda}$
- Untuk kolom panjang menengah ( $\lambda \leq 2.25$ ), maka  $Pn = 0.65^2 F_y A_s$
- Rasio =  $\frac{P_u}{P_r} \leq 1$
- Nilai  $P_u$  diambil dari tabel 5.6

**Tabel 5.14** Rasio tebal batang tekan pada rangka bawah pengaku angin (*bottom chord*)

No	Batang	b (mm)	h (mm)	tw (mm)	t (mm)	k1	k2	E	Fy (Mpa)	$\frac{h}{l}$	$\frac{h}{tw}$	$k1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$k2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\frac{b}{l} \leq k1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$\frac{h}{tw} \leq k2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$
1	50=61	200.0	400.0	12.0	16.0	0.56	1.49	200000	350	12.50	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
2	51=60	200.0	400.0	12.0	16.0	0.56	1.49	200000	350	12.50	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
3	52=53=58=59	200.0	400.0	12.0	28.0	0.56	1.49	200000	350	7.14	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
4	54= 57	200.0	400.0	12.0	32.0	0.56	1.49	200000	350	6.25	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
5	55= 56	200.0	400.0	12.0	36.0	0.56	1.49	200000	350	5.56	33.33	13.39	35.62	AMAN	AMAN
6	13=49	132.7	753.9	12.9	17.5	0.56	1.49	200000	350	7.58	58.44	13.39	35.62	AMAN	TDKAMAN **
7	16=19=22=25=28=31=34=37=40=43=46	132.7	753.9	12.9	17.5	0.56	1.49	200000	350	7.58	58.44	13.39	35.62	AMAN	TDKAMAN **
8	15=18=21=24=27=30=32=35=38=41=44=47	101.6	101.6	7.8	7.8	0.45	0.45	200000	250	13.03	13.03	12.73	12.73	TDKAMAN*	TDKAMAN **

\*Untuk  $\frac{b}{l} \leq k1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  Tidak aman berarti tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada sayap

\*\* Untuk  $\frac{h}{tw} \leq k2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$  Tidak aman berarti tidak memenuhi kriteria tekuk keseluruhan atau mengalami tekuk lokal pada badan

**Tabel 5.15** Rasio kelangsingan batang tekan pada rangka bawah pengaku angin  
( *Bottom Chord* )

No	Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} < 140$
1	50=61	1	4690	99.58	47.10	AMAN
2	51=60	1	4860	99.58	48.80	AMAN
3	52=53=58=59	1	4860	106.12	45.80	AMAN
4	54=57	1	4860	107.34	45.28	AMAN
5	55=56	1	4860	108.31	44.87	AMAN
6	13=49	1	9160	51.60	177.52	TDKAMAN
7	16=19=22=25=28=31 =34=37=40=43=46	1	9200	51.60	178.29	TDKAMAN
8	15=18=21=24=27=30 =32=35=38=41=44= 47	1	11219	31.30	358.43	TDKAMAN



### 5.10 Perhitungan Batang Tarik

Batang tarik masuk pada perhitungan kriteria leleh yang dapat dilihat pada

Tabel-tabel berikut ini :

**Tabel 5.16** Kriteria leleh batang tarik rangka utama (*Main Truss*)

No	Batang	Fy (Mpa)	Ag (mm <sup>2</sup> )	$\phi_y$	$\phi_y \cdot P_{ny} = \phi_y \cdot F_y \cdot A_g$ (kN)	Pu (kN)	Rasio	Keterangan
1	B1	350	17216	0.95	5724.32	1143.79	0.20	Aman
2	B2	350	17216	0.95	5724.32	2667.73	0.47	Aman
3	B3	350	26528	0.95	8820.56	4404.97	0.50	Aman
4	B4	350	26528	0.95	8820.56	5644.78	0.64	Aman
5	B5	350	29632	0.95	9852.64	6372.01	0.65	Aman
6	B6	350	32736	0.95	10884.72	6562.25	0.60	Aman
7	B7	350	32736	0.95	10884.72	6562.25	0.60	Aman
8	B8	350	29632	0.95	9852.64	6372.01	0.65	Aman
9	B9	350	26528	0.95	8820.56	5644.78	0.64	Aman
10	B10	350	26528	0.95	8820.56	4404.97	0.50	Aman
11	B11	350	17216	0.95	5724.32	2667.73	0.47	Aman
12	B12	350	17216	0.95	5724.32	1143.79	0.20	Aman
13	D2=D23	350	14016	0.95	4660.32	3092.66	0.66	Aman
14	D4=D21	350	11712	0.95	3894.24	2606.89	0.67	Aman
15	D6=D19	350	9800	0.95	3258.50	2159.43	0.66	Aman
16	D8=D17	350	9800	0.95	3258.50	1743.74	0.54	Aman
17	D10=D15	350	9800	0.95	3258.50	1361.21	0.42	Aman
18	D12=D13	350	9800	0.95	3258.50	1014.32	0.31	Aman

Keterangan :

- Ratio =  $\frac{P_u}{\phi_y \cdot P_{ny}} \leq 1$  ..... Aman

- Nilai Pu diambil dari tabel 5.4



**Tabel 5.17** Kriteria leleh batang tarik rangka atas pengaku angin (*top chord*)

No	Batang	Fy (Mpa)	Ag (mm <sup>2</sup> )	$\phi_y$	$\phi_y \cdot P_{ny} = \phi_y \cdot F_y \cdot A_g$ (kN)	Pu (kN)	Ratio	Keterangan
1	1	350	14112	0.95	4692.24	0.00	0.00	Aman
2	2	250	17216	0.95	4088.80	46.86	0.01	Aman
3	3	250	26528	0.95	6300.40	84.35	0.01	Aman
4	4	250	26528	0.95	6300.40	112.47	0.02	Aman
5	5	250	29632	0.95	7037.60	131.21	0.02	Aman
6	6	250	29632	0.95	7037.60	140.58	0.02	Aman
7	7	250	29632	0.95	7037.60	140.58	0.02	Aman
8	8	250	26528	0.95	6300.40	131.21	0.02	Aman
9	9	250	26528	0.95	6300.40	112.47	0.02	Aman
10	10	250	17216	0.95	4088.80	84.35	0.02	Aman
11	11	250	14112	0.95	3351.60	46.86	0.01	Aman
12	12	250	2331	0.95	553.61	63.63	0.11	Aman
13	13	250	2331	0.95	553.61	50.90	0.09	Aman
14	14	250	2331	0.95	553.61	38.18	0.07	Aman
15	15	250	2331	0.95	553.61	25.45	0.05	Aman
16	16	250	2331	0.95	553.61	12.73	0.02	Aman
17	30	250	3990	0.95	947.63	8.61	0.01	Aman
18	31	250	3990	0.95	947.63	17.22	0.02	Aman
19	32	250	3990	0.95	947.63	25.83	0.03	Aman
20	33	250	3990	0.95	947.63	34.43	0.04	Aman
21	35	250	2331	0.95	553.61	63.63	0.11	Aman
22	37	250	2331	0.95	553.61	50.90	0.09	Aman
23	39	250	2331	0.95	553.61	38.18	0.07	Aman
24	41	250	2331	0.95	553.61	25.45	0.05	Aman
25	43	250	2331	0.95	553.61	12.73	0.02	Aman
26	70	250	2331	0.95	553.61	12.73	0.02	Aman
27	72	250	2331	0.95	553.61	25.45	0.05	Aman
28	74	250	2331	0.95	553.61	38.18	0.07	Aman
29	76	250	2331	0.95	553.61	50.90	0.09	Aman
30	78	250	2331	0.95	553.61	63.63	0.11	Aman
31	81	250	3990	0.95	947.63	25.83	0.03	Aman
32	82	250	3990	0.95	947.63	17.22	0.02	Aman
33	83	250	3990	0.95	947.63	8.61	0.01	Aman
34	98	250	2331	0.95	553.61	12.73	0.02	Aman
35	99	250	2331	0.95	553.61	25.45	0.05	Aman
36	100	250	2331	0.95	553.61	38.18	0.07	Aman
37	101	250	2331	0.95	553.61	50.90	0.09	Aman
38	102	250	2331	0.95	553.61	63.63	0.11	Aman
39	103	350	14112	0.95	4692.24	0.00	0.00	Aman

Keterangan :

- $\text{Ratio} = \frac{P_u}{\phi_y \cdot P_{ny}} \leq 1$  ..... Aman
- Nilai Pu diambil dari tabel 5.5

**Tabel 5.18** Kriteria leleh batang tarik rangka bawah pengaku angin (*bottom chord*)

No	Batang	Fy (Mpa)	Ag (mm <sup>2</sup> )	$\phi_y$	$\phi_y \cdot P_{ny} = \phi_y \cdot F_y \cdot A_g$ (kN)	Pu (kN)	Ratio	Keterangan
1	1	350	17216	0.95	5724.32	31.50	0.01	Aman
2	2	350	17216	0.95	5724.32	85.98	0.02	Aman
3	3	350	26528	0.95	8820.56	130.25	0.01	Aman
4	4	350	26528	0.95	8820.56	163.43	0.02	Aman
5	5	350	29632	0.95	9852.64	185.55	0.02	Aman
6	6	350	32736	0.95	10884.72	196.62	0.02	Aman
7	7	350	32736	0.95	10884.72	196.62	0.02	Aman
8	8	350	29632	0.95	9852.64	185.55	0.02	Aman
9	9	350	26528	0.95	8820.56	163.43	0.02	Aman
10	10	350	26528	0.95	8820.56	130.25	0.01	Aman
11	11	350	17216	0.95	5724.32	85.98	0.02	Aman
12	12	350	17216	0.95	5724.32	31.49	0.01	Aman
13	14	250	1537	0.95	365.04	61.37	0.17	Aman
14	17	250	1537	0.95	365.04	51.52	0.14	Aman
15	20	250	1537	0.95	365.04	39.92	0.11	Aman
16	23	250	1537	0.95	365.04	28.35	0.08	Aman
17	26	250	1537	0.95	365.04	16.77	0.05	Aman
18	29	250	1537	0.95	365.04	5.21	0.01	Aman
19	33	250	1537	0.95	365.04	5.21	0.01	Aman
20	36	250	1537	0.95	365.04	16.77	0.05	Aman
21	39	250	1537	0.95	365.04	28.35	0.08	Aman
22	42	250	1537	0.95	365.04	39.92	0.11	Aman
23	45	250	1537	0.95	365.04	51.52	0.14	Aman
24	48	250	1537	0.95	365.04	61.37	0.17	Aman

Keterangan :

$$\text{Ratio} = \frac{P_u}{\phi_y \cdot P_{ny}} \leq 1 \dots \dots \dots \text{Aman}$$

- Nilai Pu diambil dari tabel 5.6

**Tabel 5.19** Rasio kelangsingan batang tarik pada rangka utama (*Main Truss*)

No	Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} \leq 140$
1	B1=B12	1	4690	99.581	47.097	Aman
2	B2=B11	1	4860	99.581	48.804	Aman
3	B3=B10	1	4860	106.115	45.799	Aman
4	B4=B9	1	4860	106.115	45.799	Aman
5	B5=B8	1	4860	107.335	45.279	Aman
6	B6=B7	1	4860	108.313	44.870	Aman
7	D2=D23	1	5804	71.699	80.950	Aman
8	D4=D21	1	5804	67.936	85.433	Aman
9	D6=D19	1	5804	67.787	85.621	Aman
10	D8=D17	1	5804	67.787	85.621	Aman
11	D10=D15	1	5804	67.787	85.621	Aman
12	D12=D13	1	5804	67.787	85.621	Aman

**Tabel 5.20** Rasio kelangsingan batang tarik pada rangka bawah pengaku angin (*Bottom Chord*)

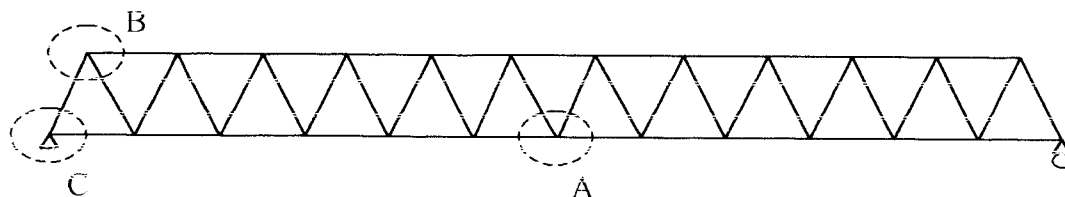
No	Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} \leq 240$
1	1	1	4690	99.58	47.10	AMAN
2	2	1	4860	99.58	48.80	AMAN
3	3	1	4860	106.12	45.80	AMAN
4	4	1	4860	106.12	45.80	AMAN
5	5	1	4860	107.34	45.28	AMAN
6	6	1	4860	108.31	44.87	AMAN
7	7	1	4860	108.31	44.87	AMAN
8	8	1	4860	107.34	45.28	AMAN
9	9	1	4860	106.12	45.80	AMAN
10	10	1	4860	106.12	45.80	AMAN
11	11	1	4860	99.58	48.80	AMAN
12	12	1	4690	99.58	47.10	AMAN
13	14	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
14	17	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
15	20	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
16	23	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
17	26	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
18	29	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
19	33	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
20	36	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
21	39	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
22	42	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
23	45	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN
24	48	1	11219	31.30	358.43	TDK AMAN

**Tabel 5.21** Rasio kelangsingan batang tarik pada rangka atas pengaku angin  
(*Top Chord*)

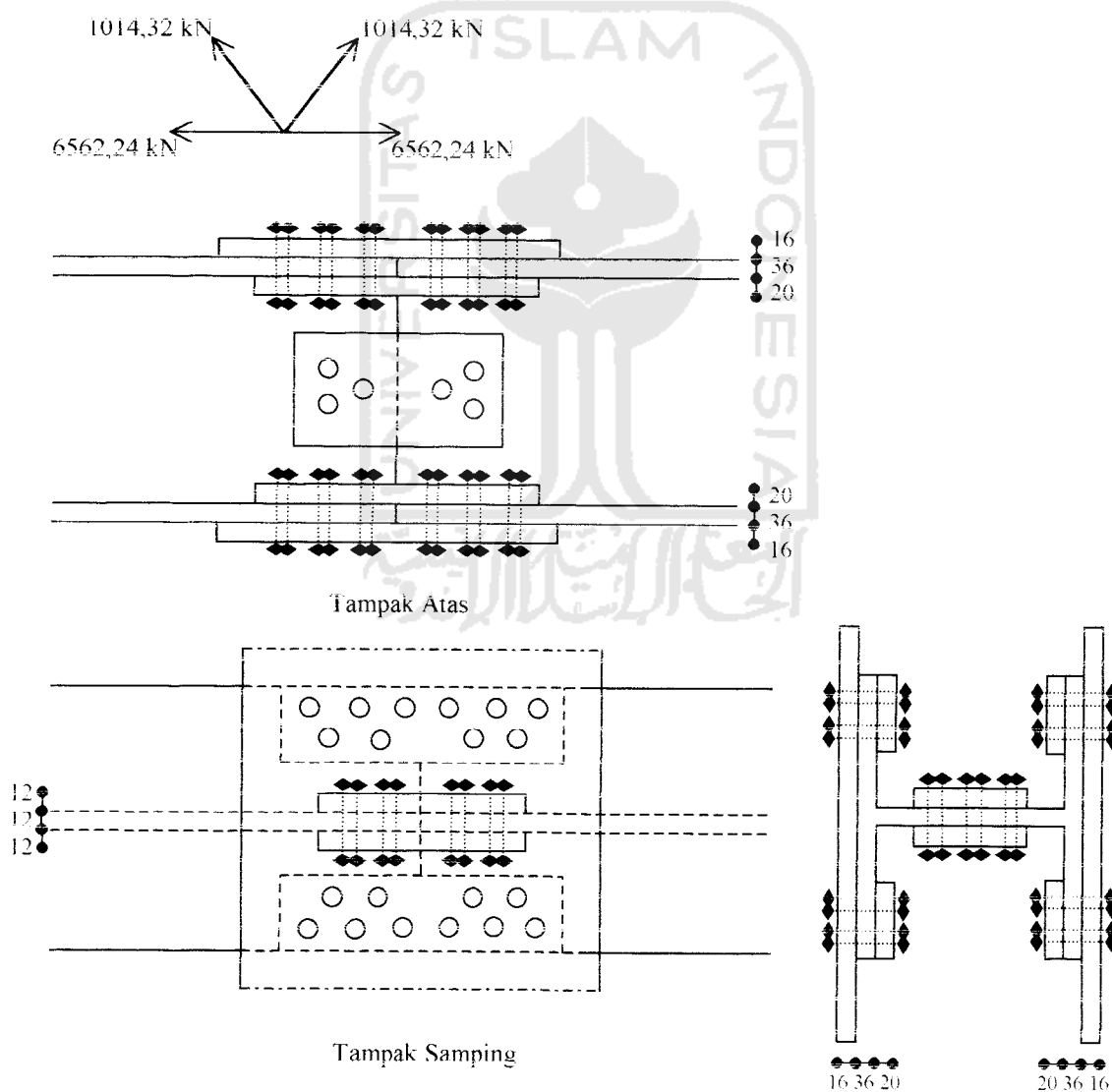
No	Batang	K	L (mm)	r (mm)	$\frac{KL}{r}$	$\frac{KL}{r} \leq 240$
1	1	1	4690	95.26	49.23	AMAN
2	2	1	4860	99.58	48.80	AMAN
3	3	1	4860	106.12	45.80	AMAN
4	4	1	4860	107.34	45.28	AMAN
5	5	1	4860	107.34	45.28	AMAN
6	6	1	4860	106.12	45.80	AMAN
7	7	1	4860	107.34	45.28	AMAN
8	8	1	4860	106.12	45.80	AMAN
9	9	1	4860	106.12	45.80	AMAN
10	10	1	4860	99.58	48.80	AMAN
11	11	1	4690	95.26	49.23	AMAN
12	12	1	3400	29.30	116.04	AMAN
13	13	1	3400	29.30	116.04	AMAN
14	14	1	3400	29.30	116.04	AMAN
15	15	1	3400	29.30	116.04	AMAN
16	16	1	3400	29.30	116.04	AMAN
17	30	1	3400	31.90	106.58	AMAN
18	31	1	3400	31.90	106.58	AMAN
19	32	1	3400	31.90	106.58	AMAN
20	33	1	3400	31.90	106.58	AMAN
21	35	1	3400	29.30	116.04	AMAN
22	37	1	3400	29.30	116.04	AMAN
23	39	1	3400	29.30	116.04	AMAN
24	41	1	3400	29.30	116.04	AMAN
25	43	1	3400	29.30	116.04	AMAN
26	70	1	3400	29.30	116.04	AMAN
27	72	1	3400	29.30	116.04	AMAN
28	74	1	3400	29.30	116.04	AMAN
29	76	1	3400	29.30	116.04	AMAN
30	78	1	3400	29.30	116.04	AMAN
31	81	1	4600	31.90	144.20	AMAN
32	82	1	4600	31.90	144.20	AMAN
33	83	1	4600	31.90	144.20	AMAN
34	98	1	3400	29.30	116.04	AMAN
35	99	1	3400	29.30	116.04	AMAN
36	100	1	3400	29.30	116.04	AMAN
37	101	1	3400	29.30	116.04	AMAN
38	102	1	3400	29.30	116.04	AMAN
39	103	1	4690	95.26	49.23	AMAN

### 5.11 Kekuatan baut pada joint (sambungan)

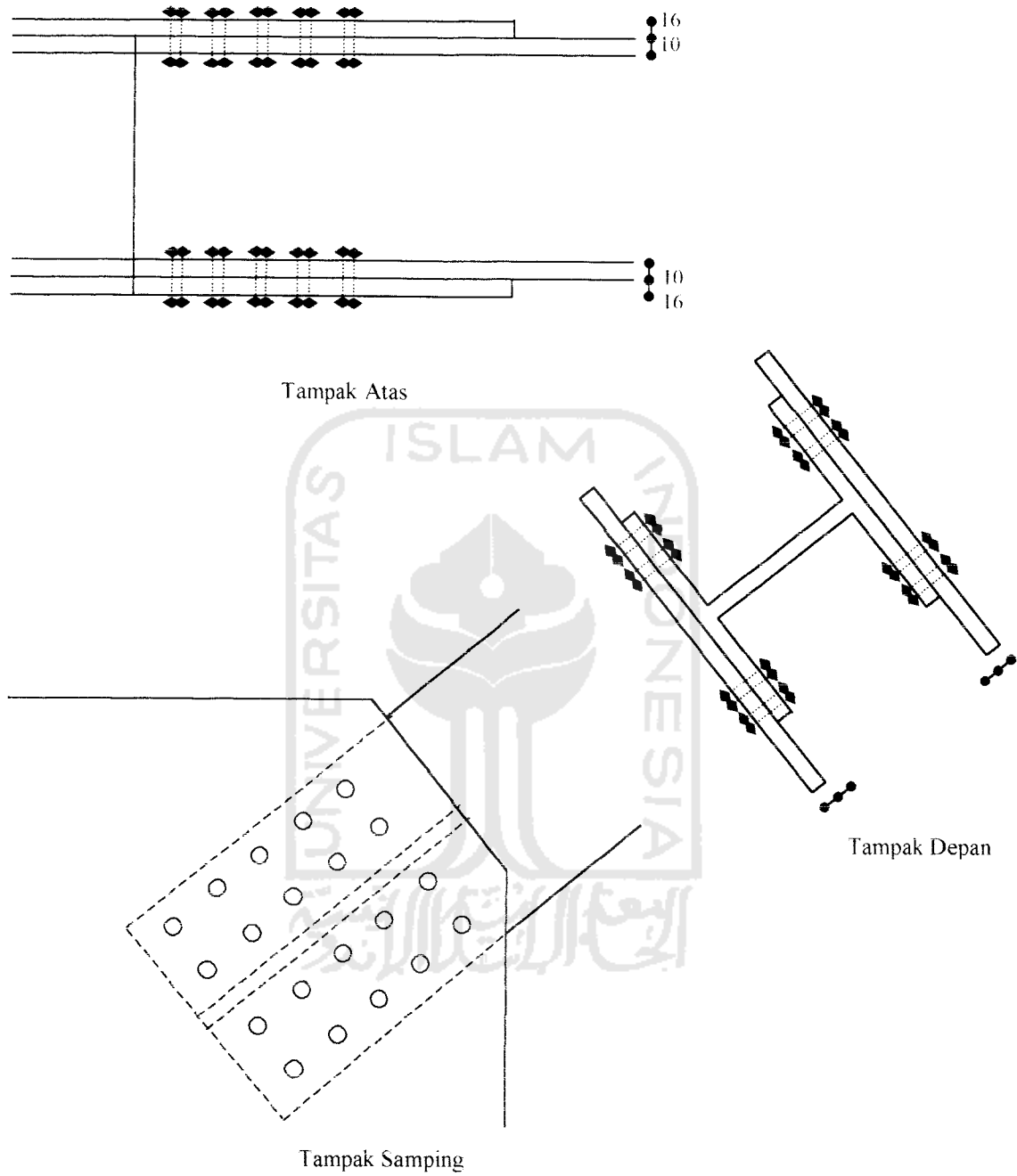
Perhitungan kekuatan sambungan hanya ditinjau pada 3 joint yaitu daerah yang mengalami gaya maksimum (Gambar 5.40)



**Gambar 5.40** Joint kekuatan baut pada sambungan yang ditinjau



**Gb 5.41a** Penempatan Baut Batang Horizontal joint A



**Gb 5.41b** Penempatan Baut Batang Diagonal joint A

Kekuatan baut A490 pada join A

1. kekuatan geser (1 baut)

- kekuatan geser di badan dan sayap (1 baut) pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 2 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 364949.2681 \text{ N}$$

- Kekuatan geser (1 baut) di badan dan sayap pada batang diagonal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 1 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 182474.6431 \text{ N (menentukan)}$$

2. Kekuatan tumpu (1 baut) kondisi biasa

- Kekuatan tumpu di sayap pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t F_u)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 1608465.6 \text{ N}$$

- Kekuatan tumpu di badan pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t F_u)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 536155.2 \text{ N}$$

- Kekuatan tumpu di sayap batang diagonal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t F_u)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 446796 \text{ N}$$

Pada batang horizontal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 364949.2681 \text{ N}$$

Pada batang diagonal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 182474.6431 \text{ N}$$

### 3. Kekuatan total baut pada sambungan

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang horizontal

$$= 20 \times 364949.2681$$

$$= 7298985.362 \text{ N}$$

- Pada baut dengan penempatan di badan pada batang horizontal

$$= 3 \times 364949.2681$$

$$= 1094847.804 \text{ N}$$

- Kekuatan baut total pada batang horizontal =  $7298985.362 + 1094847.804$

$$= 8393833.166 \text{ N}$$

$$= 8393.8331 \text{ kN} > 6562,24 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

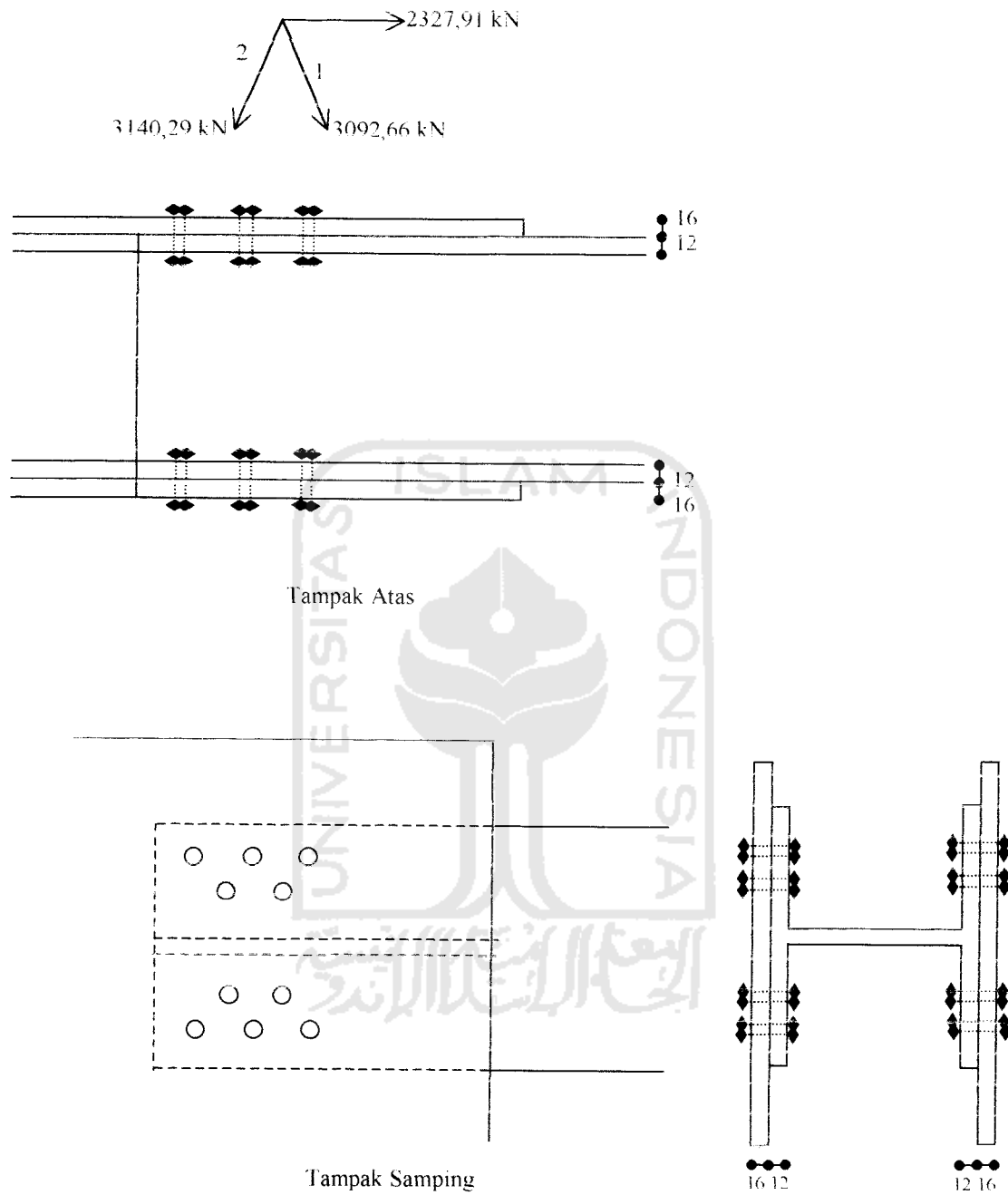
- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang diagonal

$$= 20 \times 182474.6431$$

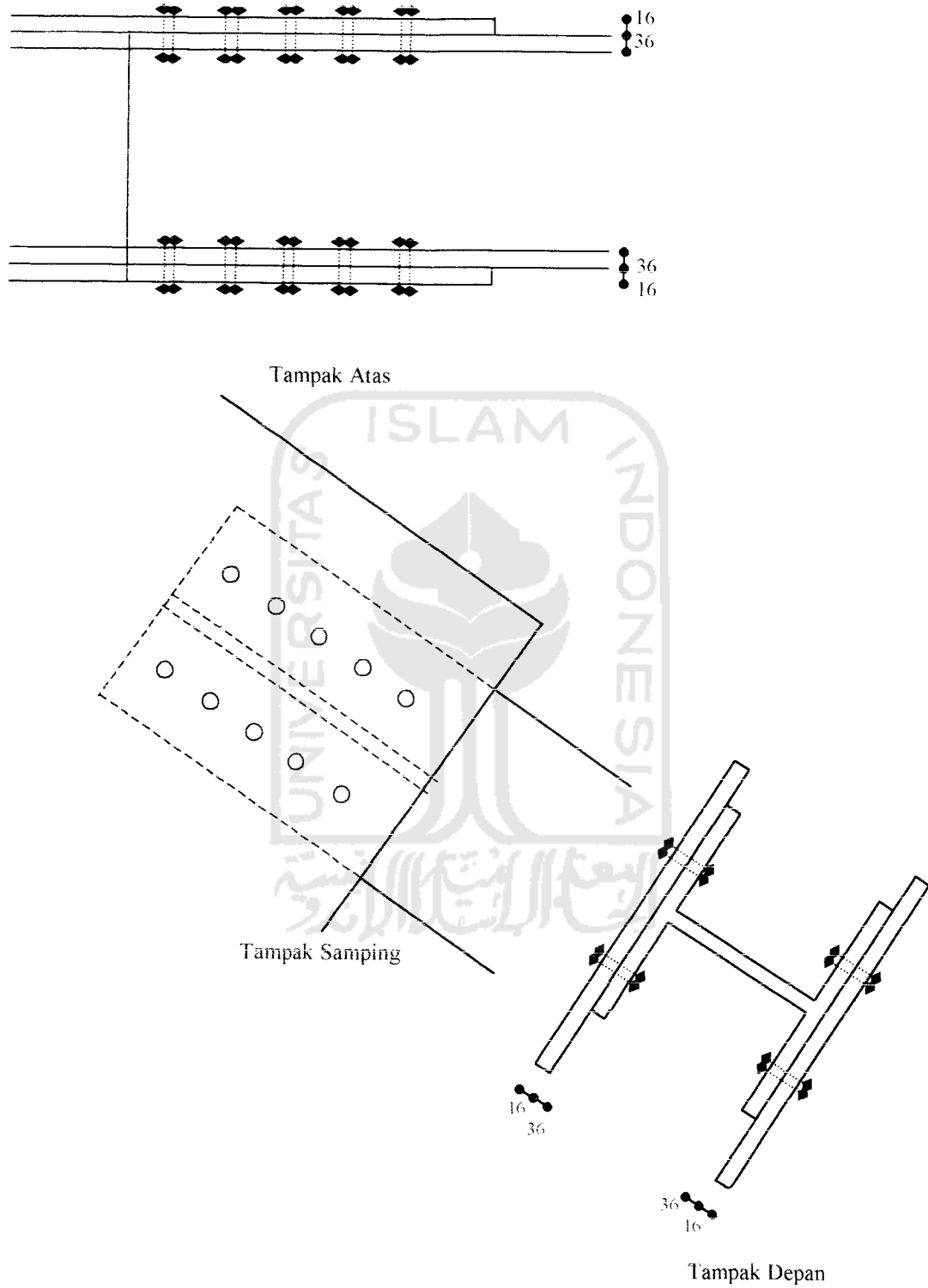
$$= 3649492.862 \text{ N}$$

$$= 3649.4928 \text{ kN} > 1014,32 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

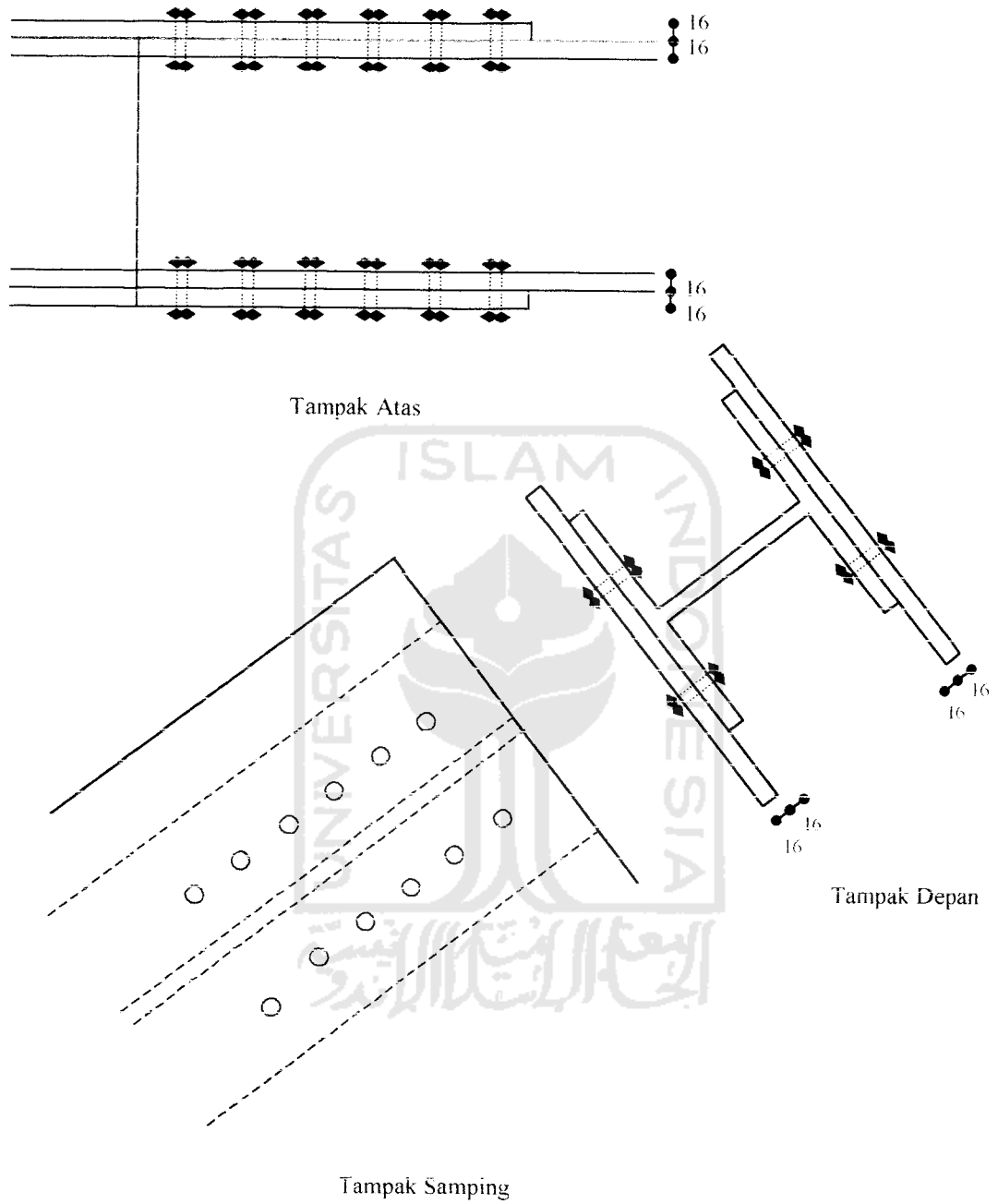




**Gb 5.42a** Penempatan Baut Batang Horizontal joint B



**Gb 5.42b** Penempatan Baut Batang Diagonal I joint B



**Gb 5.42c** Penempatan Baut Batang Diagonal 2 joint B

Kekuatan baut A490 pada join B

1 Kekuatan geser (1 baut)

- Kekuatan geser (1 baut) di sayap pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 1 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 182474.6341 \text{ N (menentukan)}$$

- kekuatan geser (1 baut) di sayap pada batang diagonal 1(d1) dan diagonal 2(d2)

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 1 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 182474.6341 \text{ N (menentukan)}$$

2. Kekuatan tumpu

- Kekuatan tumpu di sayap pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t Fu)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 536155.2 \text{ N}$$

- Kekuatan tumpu di sayap batang diagonal 1 (d1)

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t Fu)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 16 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 714877.6 \text{ N}$$

- Kekuatan tumpu di sayap batang diagonal 2 (d2)

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t Fu)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 16 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 714877.6 \text{ N}$$

Pada batang horizontal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 182474.6341 \text{ N}$$

Pada batang diagonal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 182474.6341 \text{ N}$$

### 3. Kekuatan total baut pada sambungan

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang horizontal

$$= 20 \times 182474.6341$$

$$= 3649492.682 \text{ N}$$

$$= 3649.4926 \text{ kN} > 2327,91 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang diagonal 1 (d1)

$$= 20 \times 182474.6341$$

$$= 3649492.682 \text{ N}$$

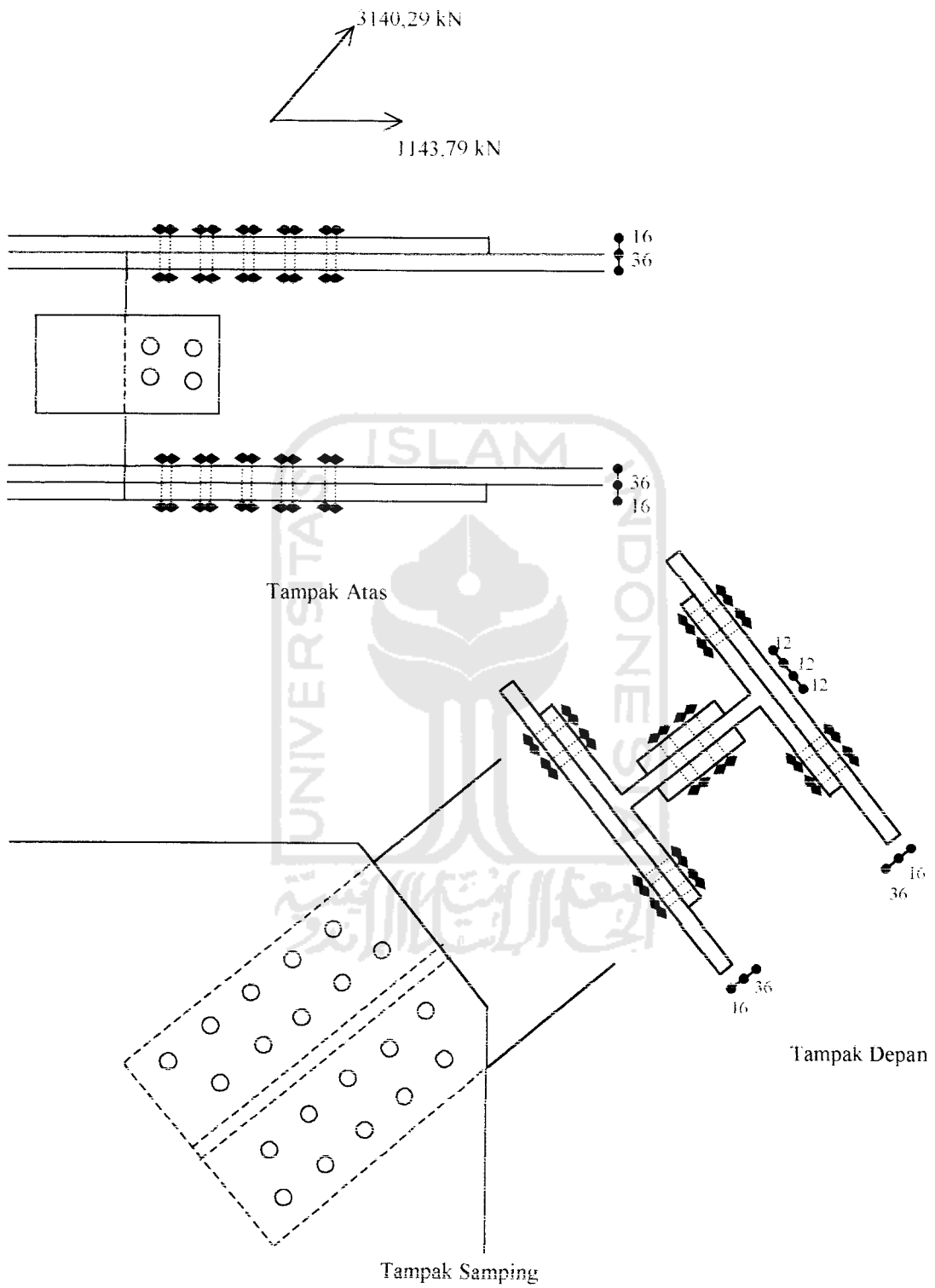
$$= 3649.4926 \text{ kN} > 3092,66 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang diagonal 2 (d2)

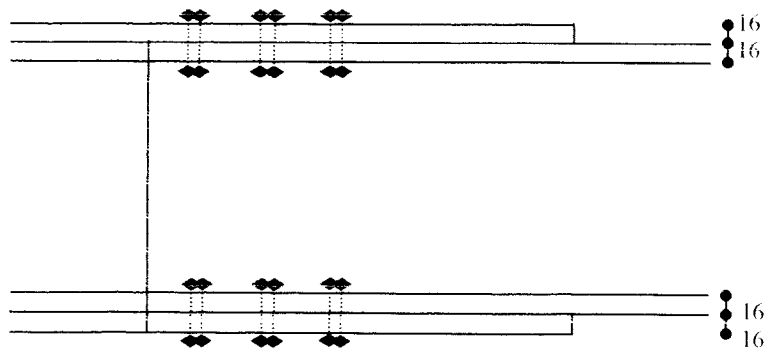
$$= 24 \times 182474.6341$$

$$= 4379391.218 \text{ N}$$

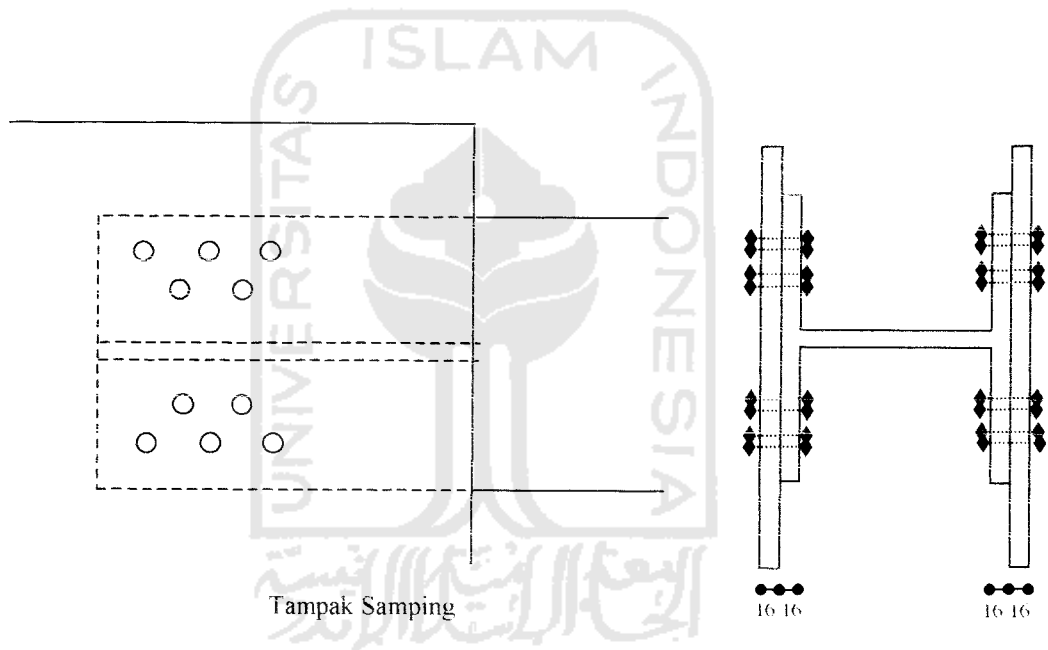
$$= 4379.3912 \text{ kN} > 3140,29 \text{ kN} \dots \text{Aman}$$



**Gb 5.43a** Penempatan Baut Batang Diagonal joint C



Tampak Atas



Tampak Samping

**Gb 5.43b** Penempatan Baut Batang Horizontal joint C

Kekuatan baut A490 pada join C

1. kekuatan geser (1 baut)

- kekuatan geser di sayap (1 baut) pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 1 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 182474.6341 \text{ N (menentukan)}$$

- Kekuatan geser (1 baut) di sayap pada batang diagonal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 1 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 182474.6341 \text{ (menentukan)}$$

- Kekuatan geser (1 baut) di badan pada batang diagonal

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 F_u^b) m. Ab$$

$$\Phi.Rn = 0.65 (0.60 \cdot 1034.25) 2 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot 24^2$$

$$\Phi.Rn = 364949.2681 \text{ N}$$

2. Kekuatan tumpu (1 baut) kondisi biasa

- Kekuatan tumpu di sayap pada batang horisontal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t Fu)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 36 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 1608465.6 \text{ N}$$

- Kekuatan tumpu di sayap batang diagonal

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 d t Fu)$$

$$\Phi.Rn = 0.75 (2.4 \cdot 24 \cdot 10 \cdot 1034.25)$$

$$\Phi.Rn = 446796 \text{ N}$$



Pada batang horisontal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 182474.6341 \text{ N}$$

Pada batang diagonal kekuatan geser yang menentukan kekuatan dari 1 baut

$$= 182474.6341 \text{ N}$$

3. Kekuatan total baut pada sambungan

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang horisontal

$$= 20 \times 182474.6341$$

$$= 3649492.682 \text{ N}$$

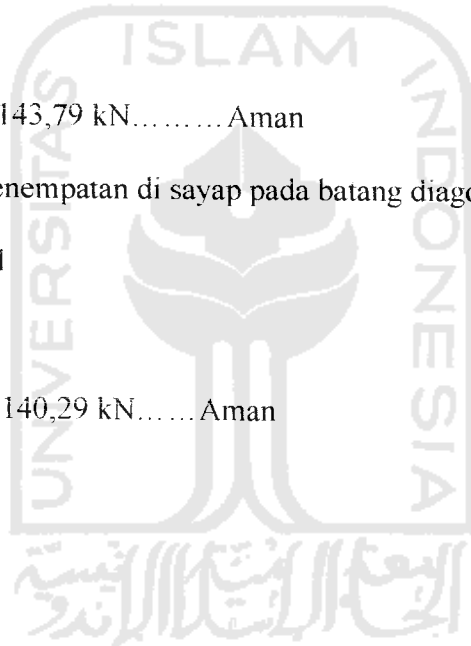
$$= 3649.4926 \text{ kN} > 1143,79 \text{ kN} \dots \dots \text{Aman}$$

- Pada baut dengan penempatan di sayap pada batang diagonal

$$= 32 \times 182474.6341$$

$$= 5839188.291 \text{ N}$$

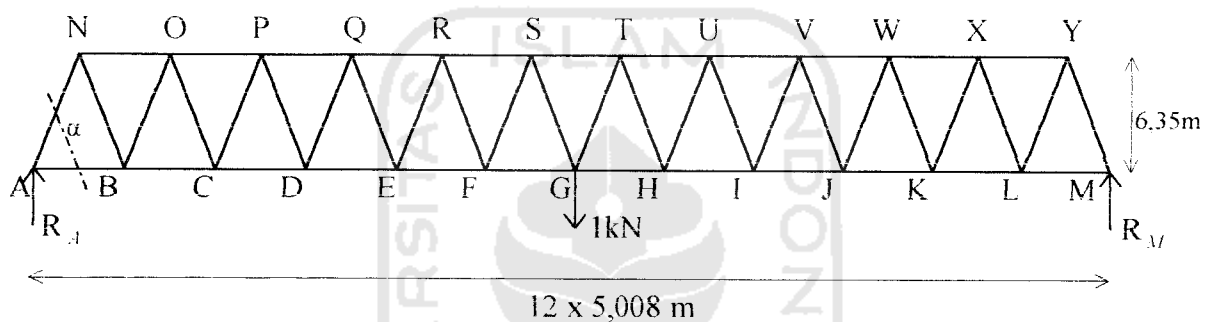
$$= 5839.1882 \text{ kN} > 3140,29 \text{ kN} \dots \dots \text{Aman}$$



### 5.12 Perhitungan Defleksi dengan metode *Virtual Work*

Keadaan batas layan (*Service limit*) adalah dengan mengontrol lendutan atau defleksi pada tengah bentang. Contoh perhitungan defleksi dengan metode *Virtual Work* adalah sebagai berikut:

- Perhitungan gaya batang dengan penempatan beban sebesar 1 kN ditengah bentang (Gambar 5.42)



**Gambar 5.44** Penempatan Beban 1 kN ditengah Bentang

$$R_A = R_M = \frac{1}{2} \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_A + AN \sin \alpha = 0$$

$$\frac{1}{2} + AN \sin 68,479^\circ = 0$$

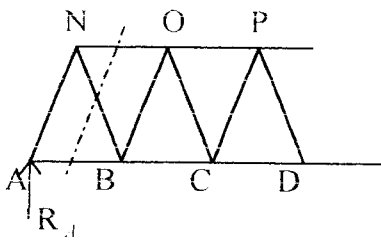
$$AN = -0,537 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$AN \cos \alpha + AB = 0$$

$$-0,537 \cos 68,479^\circ + AB = 0$$

$$AB = 0,1969 \text{ kN}$$



$$\Sigma V = 0$$

$$R_A - NB \sin \alpha = 0$$

$$\frac{1}{2} - NB \sin 68,479^\circ = 0$$

$$NB = 0,537 \text{ kN}$$

$$\Sigma M_A = 0$$

$$R_A \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,008 - AB \cdot 6,35 = 0$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot 5,008 - AB \cdot 6,35 = 0$$

$$AB = 0,1969 \text{ kN}$$

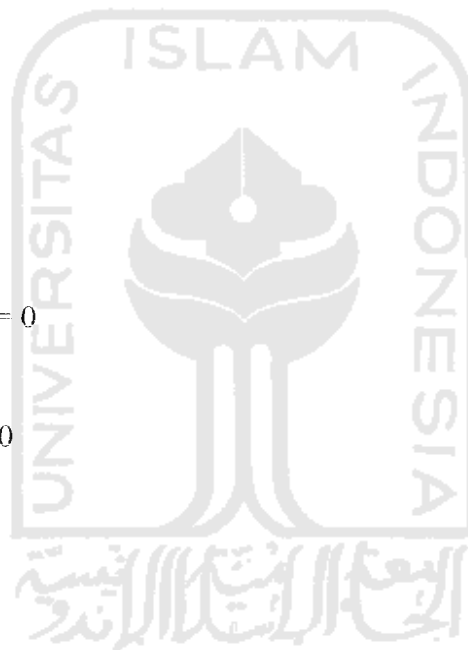
$$\Sigma H = 0$$

$$AB + NO + NB \cos \alpha = 0$$

$$0,1969 + NO + 0,537 \cos 68,479^\circ = 0$$

$$NO = -0,393 \text{ kN}$$

.....dst

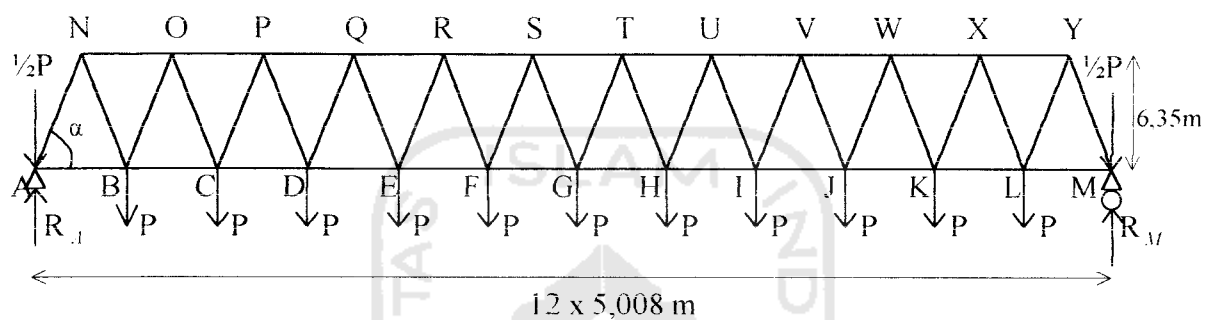


- Perhitungan gaya batang dengan penempatan beban mati pada tiap joint (Gambar 5.42)

Beban Mati  $q = 40,6436 \text{ kN/m}$

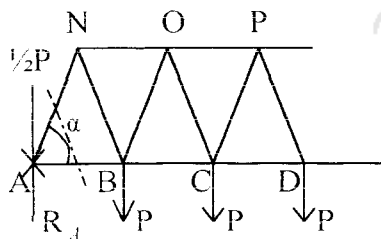
$P = q \times 5,008 = 40,6436 \times 5,008 = 203,5431 \text{ kN}$  ;  $\frac{1}{2} P = 101,77 \text{ kN}$

$\alpha = 68,479^\circ$



**Gambar 5.45** Penempatan Beban mati pada tiap joint

$$R_A = R_M = \frac{(11 \cdot 203,5431) + 101,77 + 101,77}{2} = 1221,25 \text{ kN}$$



$$\sum M_B = 0$$

$$R_A \cdot 5,008 + AN \sin \alpha \cdot 5,008 - \frac{1}{2} P \cdot 5,008 = 0$$

$$1221,25 \cdot 5,008 + AN \sin 68,479^\circ \cdot 5,008 - \frac{1}{2} \cdot 203,5431 \cdot 5,008 = 0$$

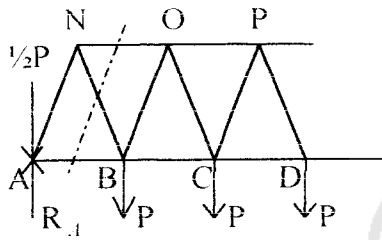
$$AN = -1203,373 \text{ kN}$$

$$\Sigma H = 0$$

$$AB + AN \cos\alpha = 0$$

$$AB + (-1203,373 \cdot \cos 68,479^\circ) = 0$$

$$AB = 441,448 \text{ kN}$$



$$\Sigma M_B = 0$$

$$R_{A} \cdot 5,008 - \frac{1}{2} P \cdot 5,008 + NO \cdot 6,35 = 0$$

$$1221,25 \cdot 5,008 - \frac{1}{2} \cdot 203,5431 \cdot 5,008 + NO \cdot 6,35 = 0$$

$$NO = -882,889 \text{ kN}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$R_{A} - \frac{1}{2} P - NB \sin 68,479 = 0$$

$$1221,25 - \frac{1}{2} \cdot 203,5431 - NB \sin 68,479 = 0$$

$$NB = 1203,373 \text{ kN}$$

.....dst

**Tabel 5.22** Defleksi pada Rangka dengan menggunakan metode Virtual Work Akibat beban mati.

No	Batang	A ( mm <sup>2</sup> )	L ( mm )	S ( kN )	U ( kN )	$\frac{u \cdot S \cdot L}{A}$	n	$\frac{n \cdot u \cdot S \cdot L}{A}$
1	AN = YM	29136	6825	-1203.373	-0.5370	151.3726	2	302.7452
2	AB = LM	17216	5008	441.448	0.1969	25.2847	2	50.5693
3	NB = YL	14016	6825	1203.373	0.5370	314.6684	2	629.3368
4	NO = XY	14112	5008	-882.889	-0.3930	123.1330	2	246.2660
5	BO = XL	14016	6825	-984.576	-0.5370	257.4555	2	514.9109
6	BC = KL	17216	5008	1224.073	0.5909	210.4037	2	420.8074
7	OC = KX	11712	6825	984.576	0.5370	308.1024	2	616.2049
8	OP = WX	17216	5008	-1605.252	-0.7886	368.2409	2	736.4819
9	CP = WK	11712	6825	-765.779	-0.5374	239.8130	2	479.6260
10	CD = JK	26528	5008	1886.172	0.9857	350.9828	2	701.9656
11	PD = JW	9800	6825	765.779	0.5374	286.6010	2	573.2020
12	PQ = VW	26528	5008	-2167.088	-1.1820	483.5639	2	967.1277
13	DQ = VJ	9800	6825	-546.983	-0.5374	204.7142	2	409.4285
14	DE = IJ	26528	5008	2367.745	1.3800	616.8418	2	1233.6837
15	QE = IV	9800	6825	546.983	0.5374	204.7142	2	409.4285
16	QR = UV	26528	5008	-2568.398	-1.5773	764.7799	2	1529.5597
17	ER = UI	9800	6825	-328.186	-0.5374	122.8271	2	245.6543
18	EF = HI	29632	5008	2688.791	1.7740	806.1466	2	1612.2932
19	RF = HU	9800	6825	328.186	0.5374	122.8271	2	245.6543
20	RS = TU	29632	5008	-2809.181	-1.9716	936.0561	2	1872.1122
21	FS = TH	9800	6825	-109.389	-0.5374	40.9400	2	81.8800
22	FG = GH	32736	5008	2849.309	2.1687	945.3176	2	1890.6352
23	SG = GT	9800	6825	109.389	0.5374	40.9400	2	81.8800
24	ST	29632	5008	-2889.437	-2.3650	1154.9089	1	1154.9089
								$\Sigma = 17006.3600$

$$\delta = \sum n \frac{u \cdot S \cdot L}{A \cdot E}$$

$$= \frac{17006,36 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^3}$$

$$= 85,03 \text{ mm}$$

Defleksi dititik G sebesar 85,03 mm >  $\frac{L}{800} = \frac{12 \cdot 5,008}{800} = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm} \dots \dots$  Tdk Aman

Dimana L = panjang bentang

**Tabel 5.23** Defleksi pada Rangka dengan menggunakan metode Virtual Work  
Akibat beban hidup

No	Batang	A ( mm <sup>2</sup> )	L ( mm )	S ( kN )	U ( kN )	$\frac{u \cdot S \cdot L}{A}$	n	$\frac{n \cdot u \cdot S \cdot L}{A}$
1	AN = YM	29136	6825	-743.430	-0.5370	93.5163	2	187.0325
2	AB = LM	17216	5008	273.150	0.1969	15.6451	2	31.2902
3	NB = YL	14016	6825	745.430	0.5370	194.9215	2	389.8430
4	NO = XY	14112	5008	-547.030	-0.3930	76.2921	2	152.5842
5	BC = XL	14016	6825	-639.860	-0.5370	167.3161	2	334.6323
6	BC = KL	17216	5008	744.270	0.5909	127.9312	2	255.8625
7	OC = KX	11712	6825	639.860	0.5370	200.2308	2	400.4616
8	OP = WX	17216	5008	-971.480	-0.7886	222.8552	2	445.7103
9	CP = WK	11712	6825	-538.090	-0.5374	168.5094	2	337.0188
10	CD = JK	26528	5008	1123.590	0.9857	209.0800	2	418.1599
11	PD = JW	9800	6825	538.090	0.5374	201.3859	2	402.7719
12	PQ = VW	26528	5008	-1274.109	-1.1820	284.3046	2	568.6092
13	DQ = VJ	9800	6825	-441.118	-0.5374	165.0931	2	330.1863
14	DE = IJ	26528	5008	1380.250	1.3800	359.5809	2	719.1619
15	QE = IV	9800	6825	441.118	0.5374	165.0931	2	330.1863
16	QR = UV	26528	5008	-1502.500	-1.5773	447.3924	2	894.7848
17	ER = UI	9800	6825	-348.970	-0.5374	130.6058	2	261.2115
18	EF = HI	29632	5008	1541.210	1.7740	462.0817	2	924.1634
19	RF = HU	9800	6825	348.970	0.5374	130.6058	2	261.2115
20	RS = TU	29632	5008	-1629.570	-1.9716	542.9942	2	1085.9884
21	FS = TH	9800	6825	-2623.300	-0.5374	981.7981	2	1963.5963
22	FG = GH	32736	5008	1597.420	2.1687	529.9773	2	1059.9547
23	SG - GT	9800	6825	262.300	0.5374	98.1686	2	196.3372
24	ST	29632	5008	-1595.000	-2.3650	637.5220	1	637.5220
								$\Sigma=12588.2806$

$$\delta = \sum n \frac{u \cdot S \cdot L}{A \cdot E}$$

$$= \frac{12588.2806 \cdot 10^3}{200 \cdot 10^3}$$

$$= 62,929 \text{ mm}$$

Defleksi dititik G sebesar  $62,929 \text{ mm} < \frac{L}{800} = \frac{12 \cdot 5,008}{800} = 0,075 \text{ m} = 75 \text{ mm} \dots \dots$  Aman

Dimana L = panjang bentang

Keterangan :

- Nilai S diambil dari Tabel 5.1 yaitu Gaya batang maksimum karena beban jalur rencana
- Nilai U diambil dari Gaya batang karena pengaruh beban virtual sebesar 1kN ditengah bentang