

BAB V
DESAIN BALOK GRID
PADA PELAT LANTAI

5.1. Perhitungan Mekanika Balok Grid Secara Manual

Dalam menganalisa suatu struktur balok grid baik itu secara manual ataupun secara komputer ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Salah satunya adalah letak atau perjanjian dari sumbu - sumbu global . Karena hal ini akan berkaitan dengan sistem pengkodean atau Nnode . Dalam analisa secara manual digunakan sumbu lokal seperti yang telah diuraikan, selain itu ketentuan - ketentuan yang lain juga sama dengan uraian yang telah dibahas.

5.1.1 Perhitungan Secara Manual

Data - data perhitungan :

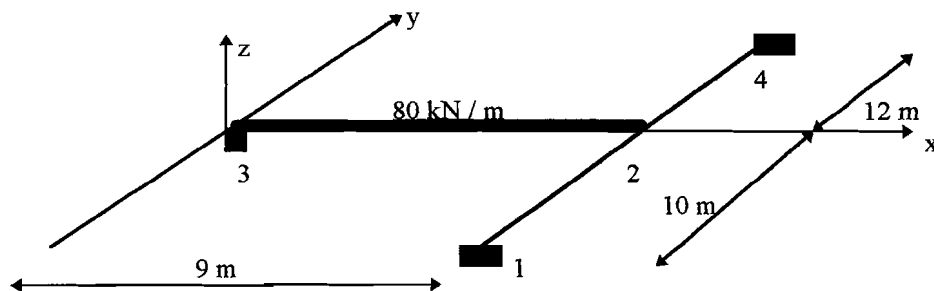
a. Inersia (I) = $80 \times 10^9 \text{ mm}^4$

b. Modulus Torsi (J) = $40 \times 10^9 \text{ mm}^4$

c. Modulus Geser (G) = $6 \text{ kN} / \text{mm}^2$

d. Modulus Elastisitas (E) = $15 \text{ kN} / \text{mm}^2$

Bentuk struktur seperti dalam gambar dibawah :



Langkah-langkah penyelesaian :

1. Tentukan kondisi boundry pada node yang terestaints ,dimana struktur diatas :

$$\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = 0$$

2. Beban yang bekerja hanya pada elemen 2 - 3 sehingga didapatkan transformasi

beban :

$$\begin{aligned} P_2 &= P^n + P_{21}^n + P_{23}^n + P_{24}^n \\ &= P_{23}^n = T_{23}^{-1} * f_{23}^f \end{aligned}$$

$$P_2 = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} * \begin{vmatrix} 360 \\ 0 \\ -540000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -360 \\ 0 \\ -540000 \end{vmatrix}$$

3. Menghitung matrik kekakuan pada sistem koordinat global pada tiap batang,

digunakan rumus :

Elemen 1 - 2 :

$$K_{12}^1 = \begin{vmatrix} 12EI/L^3 & -6EI\sin\alpha/L^2 & 6EI\cos\alpha/L^2 \\ -6EI\sin\alpha/L^2 & (GJ\cos^2\alpha/L + 4EI\sin^2\alpha/L) & (GJ/L - 4EI/L)\sin\alpha\cos\alpha \\ 6EI\cos\alpha/L^2 & (GJ/L - 4EI/L)\sin\alpha\cos\alpha & (GJ\sin^2\alpha/L + 4EI\cos^2\alpha/L) \end{vmatrix}$$

$$K_{22}^1 = \begin{vmatrix} 14.4 & -72000 & 0 \\ -72000 & 480E6 & 0 \\ 0 & 0 & 24E6 \end{vmatrix}$$

Elemen 2 - 3 :

$$K_{22}^3 = \begin{vmatrix} 19.8 & 0 & 88888 \\ 0 & 26.7E6 & 0 \\ 88888 & 0 & 533E6 \end{vmatrix}$$

Elemen 2 - 4 :

$$K_{22}^4 = \begin{vmatrix} 8.33 & 50000 & 0 \\ 50000 & 400E6 & 0 \\ 0 & 0 & 200E6 \end{vmatrix}$$

4. Matriks kekakuan sistem struktur :

$$KG = K^1 + K^2 + \dots + K^n$$

$$KG = \begin{vmatrix} 42.5 & -22000 & 88888 \\ -22000 & 906.7E6 & 0 \\ 88888 & 0 & 577E6 \end{vmatrix}$$

5. Gaya - gaya pada Node 2 (yang terbebas) :

$$P = KG * D$$

$$\begin{vmatrix} -360 \\ 0 \\ -540000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 42.5 & -22000 & 88888 \\ -22000 & 906.7E6 & 0 \\ 88888 & 0 & 577E6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \Delta_{2Z} \\ \phi_{2X} \\ \phi_{2Y} \end{vmatrix}$$

Dengan menggunakan metode Gauss Pivot persamaan tersebut didapatkan hasil :

$$\begin{vmatrix} \Delta_{2Z} \\ \phi_{2X} \\ \phi_{2Y} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -9.791 \text{ mm} \\ -2.376\text{e-}4 \text{ rads} \\ 5.724\text{e-}4 \text{ rads} \end{vmatrix}$$

6. Gaya gaya batang pada setiap batang :

$$F = K^n * T * D$$

1. Elemen 2 - 1

$$\begin{vmatrix} 14.4 & -72000 & 0 \\ -72000 & 480\text{E}6 & 0 \\ 0 & 0 & 24\text{E}6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -9.791 \\ -2.376\text{e-}4 \\ 5.742\text{e-}4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -124 \\ 13700 \\ -591000 \end{vmatrix}$$

2. Elemen 2 - 3

$$\begin{vmatrix} 19.8 & 0 & -88888 \\ 0 & 26.7\text{E}6 & 0 \\ -88888 & 0 & 533\text{e}6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -9.791 \\ -2.376\text{e-}4 \\ 5.742\text{e-}4 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 360 \\ 0 \\ -540000 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} 360 \\ 0 \\ -540000 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} -124 \\ 13700 \\ -591000 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 217 \\ 6340 \\ 25000 \end{vmatrix}$$

3. Elemen 2 - 4

$$= \begin{vmatrix} 8.33 & 0 & -50000 \\ 0 & 26.7E6 & 0 \\ -50000 & 0 & 400E6 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -9.791 \\ -2.376e-4 \\ 5.742e-4 \end{vmatrix}$$

$$= \begin{vmatrix} -93.4 \\ -11400 \\ 585000 \end{vmatrix}$$

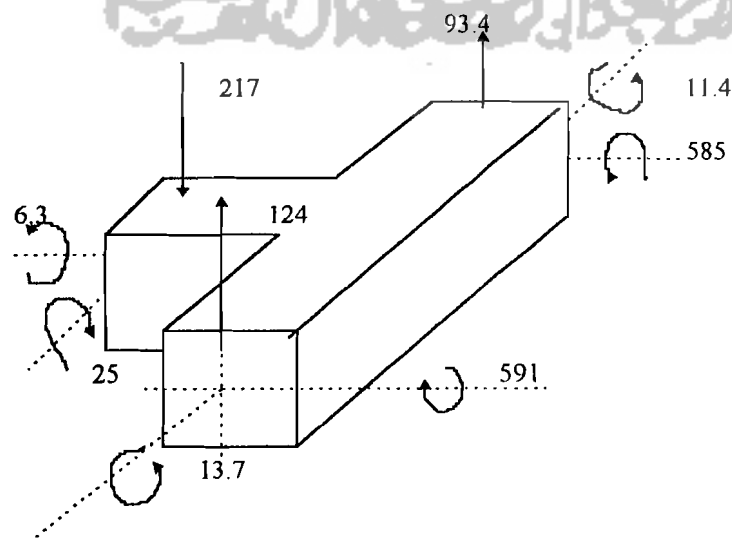
Dari hasil hitungan gaya - gaya batang tiap elemen kemudian dicek sesuai dengan $\Sigma v = 0$

cek :

$$\text{Arah } z = 124 - 217 + 93.4 = 0 \quad (\text{oke})$$

$$\text{Arah } x = 6.3 - 591 + 585 = 0 \quad (\text{oke})$$

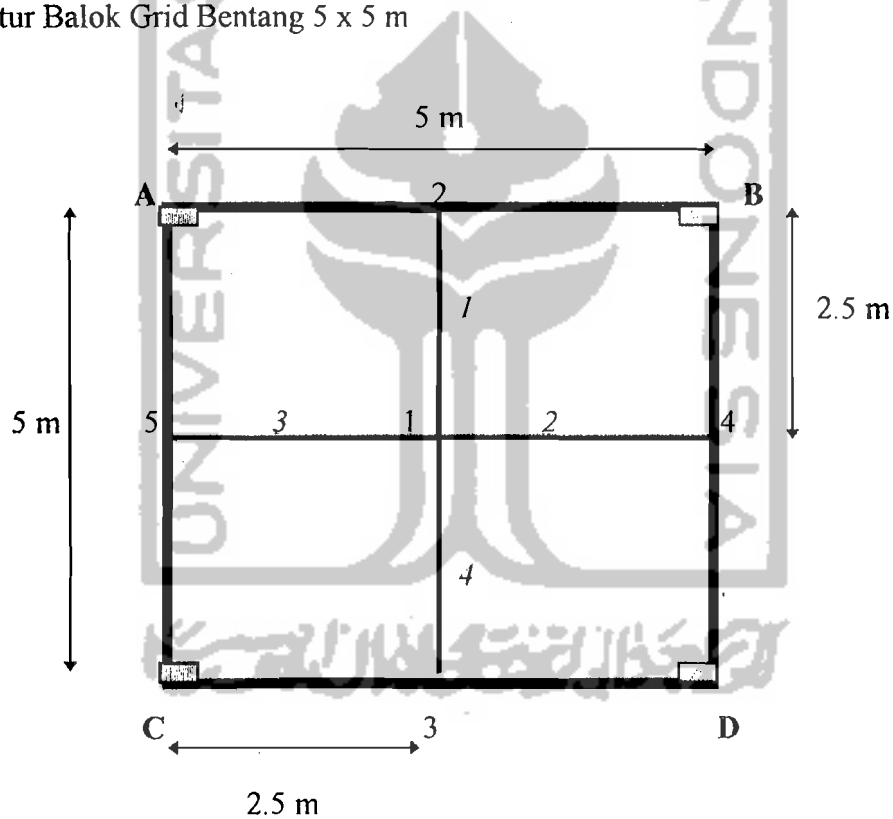
$$\text{Arah } y = 25 - 13.7 - 11.4 = 0 \quad (\text{oke})$$



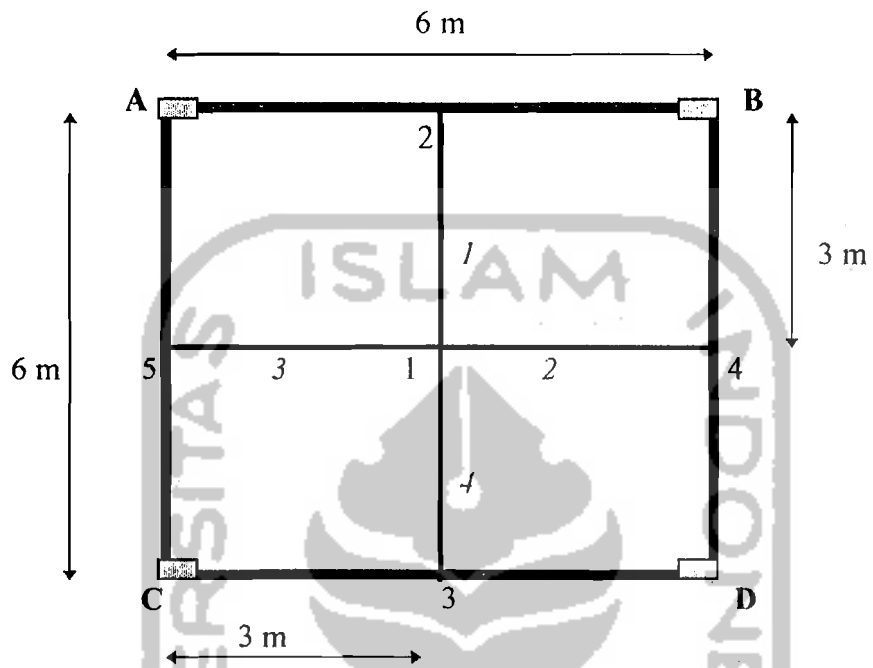
5.1.2. Perhitungan Secara Komputer

Didalam perhitungan ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan sebagai input data, seperti ditunjukkan dalam tabel 5.1. Dalam analisa komputer ini konstruksi pelat yang akan dihitung adalah pelat ukuran 5 x 5 m , 6 x 6 m , 7 x 7 m , 8 x 8 m , 9 x 9 m dan 10 x 10 m , sedang bentuk strukturnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

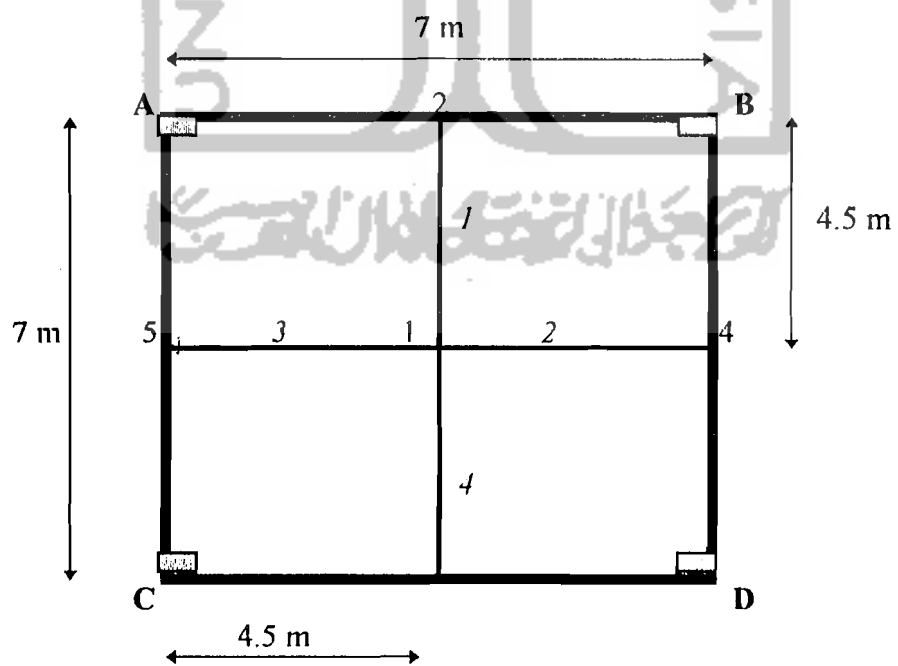
A. Struktur Balok Grid Bentang 5 x 5 m



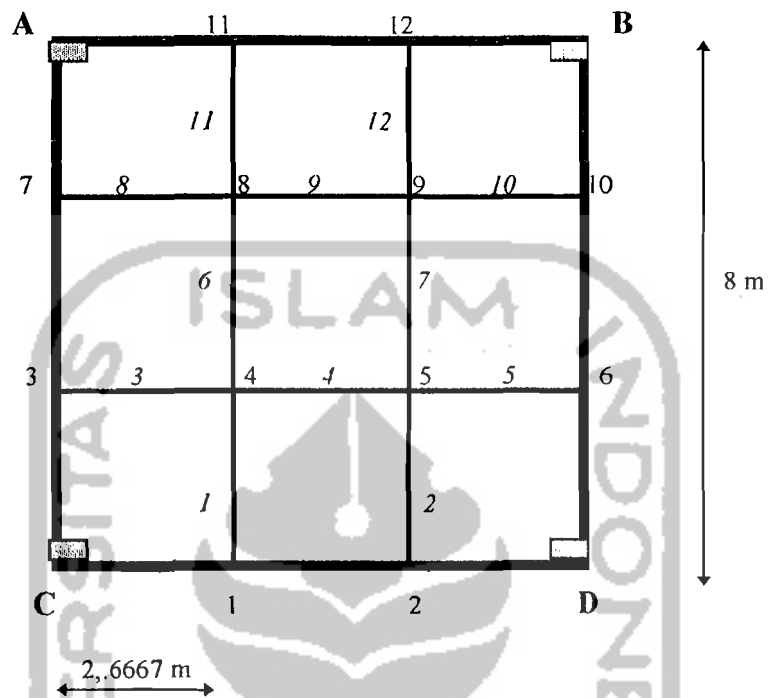
B. Struktur Balok Grid Bentang 6 x 6 m



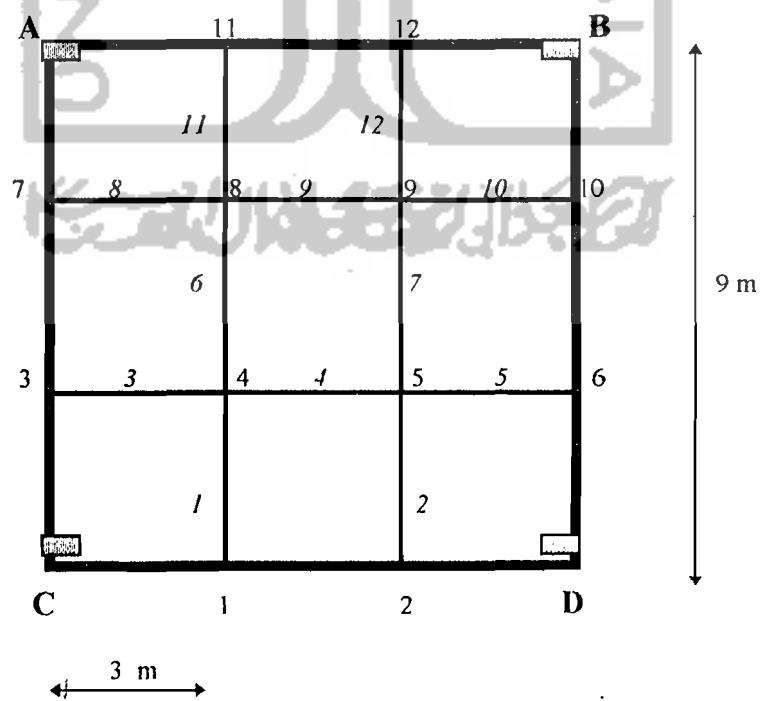
C. Struktur Balok Grid Bentang 7 x 7 m



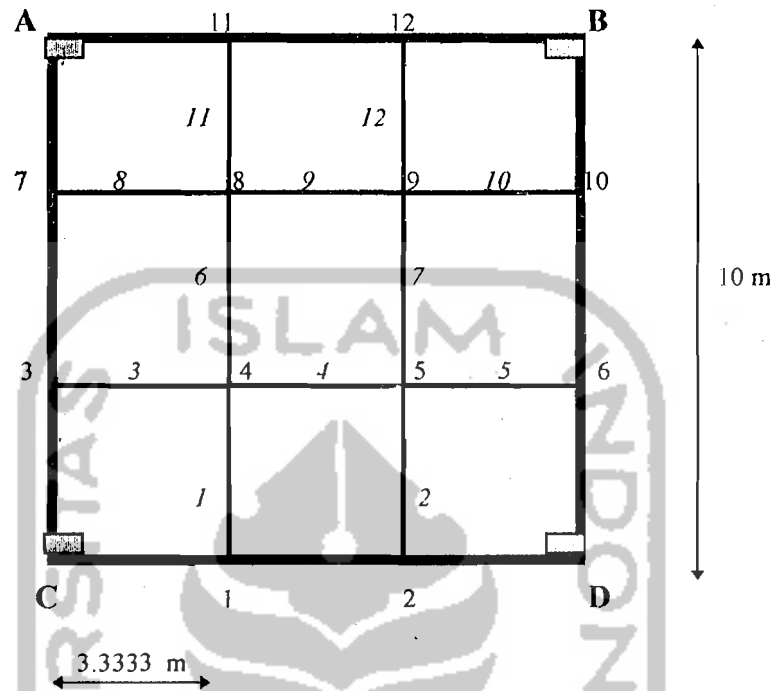
D. Struktur Balok Grid Bentang 8 x 8 m



E. Struktur Balok Grid Bentang 9 x 9 m



F. Struktur Balok Grid Bentang 10 x 10 m



Tabel 5.1 . Data - data Properties untuk batang pada balok grid

L	B	H	E	J	A	I	G
5	0.150	0.350	2.35E+7	0.002144	0.0525	0.000536	1.18E+7
6	0.200	0.400	2.35E+7	0.004267	0.0800	0.001067	1.18E+7
7	0.200	0.450	2.35E+7	0.006075	0.0900	0.001519	1.18E+7
8	0.200	0.500	2.35E+7	0.008333	0.1000	0.002083	1.18E+7
9	0.250	0.500	2.35E+7	0.010442	0.1250	0.002610	1.18E+7
10	0.300	0.550	2.35E+7	0.016638	0.1650	0.004159	1.18E+7

@. satuan dalam kN dan m

Running Program

Tabel 5.1. Penulangan Pokok Balok Grid

NO	Balok	B / H	L	Tulangan Tumpuan			Total Tumpuan	Lapangan			Total Lapangan
				Sebelah Tarik	Rangkap			Sebelah Tarik	Rangkap		
					Tarik	Desak			Tarik	Desak	
1	2 3	150 / 350	5000	529,778	-	-	1059,556	249,724	-	-	499,448
	4 5	150 / 350	5000	529,778	-	-		249,724	-	-	
2	2 3	200 / 400	6000	784,052	-	-	1568,104	371,243	-	-	742,486
	4 5	200 / 400	6000	784,052	-	-		371,243	-	-	
3	2 3	200 / 450	7000	1097,361	-	-	2194,722	512,728	-	-	1025,456
	4 5	200 / 450	7000	1097,361	-	-		512,728	-	-	
4	1-4-8-11	200 / 500	8000	847,701	-	-	3260,872	354,553	-	-	1184,126
	2-5-9-12	200 / 500	8000	847,701	-	-		354,553	-	-	
	3-4-5-6	200 / 500	8000	782,735	-	-		237,51	-	-	
	7-8-9-10	200 / 500	8000	782,735	-	-		237,51	-	-	
5	1-4-8-11	250 / 500	9000	1311,977	-	-	4947,57	756,96	-	-	2487,996
	2-5-9-12	250 / 500	9000	1311,977	-	-		756,96	-	-	
	3-4-5-6	250 / 500	9000	1161,808	-	-		487,038	-	-	
	7-8-9-10	250 / 500	9000	1161,808	-	-		487,038	-	-	
6	1-4-8-11	300 / 550	10000	1642,109	-	-	6191,068	951,485	-	-	3126,912
	2-5-9-12	300 / 550	10000	1642,109	-	-		951,485	-	-	
	3-4-5-6	300 / 550	10000	1453,425	-	-		611,971	-	-	
	7-8-9-10	300 / 550	10000	1453,425	-	-		611,971	-	-	

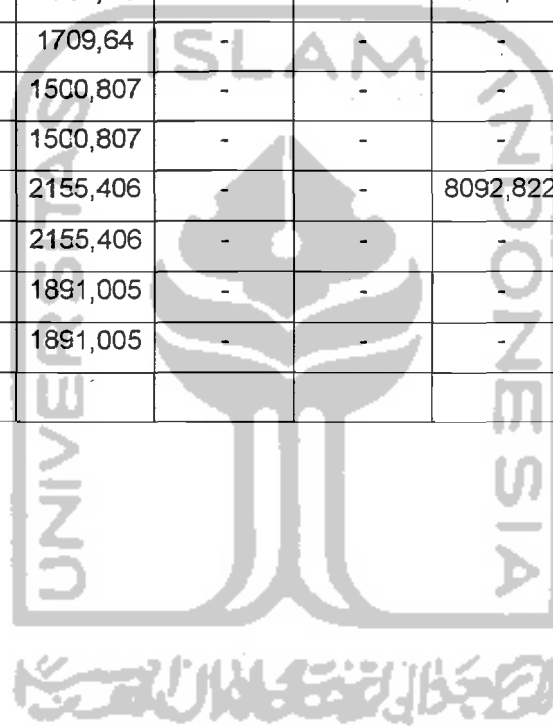
- Satuan dalam mm dan N

Tabel 5.2. Penulangan Pokok Balok Induk

NO	Balok	B / H	L	Tulangan Tumpuan			Luas Total Tul.l. Tumpuan	Tulangan Lapangan			Luas Total Tul. Lapangan
				Sebelah Tarik	Rangkap			Sebelah Tarik	Rangkap		
					Tarik	Desak			Tarik	Desak	
1	A - B	150 / 400	5000	435,197	-	-	1740,788	735,092	-	-	2940,368
	C - D	150 / 400	5000	435,197	-	-	-	735,092	-	-	-
	A - C	150 / 400	5000	435,197	-	-	-	735,092	-	-	-
	B - D	150 / 400	5000	435,197	-	-	-	735,092	-	-	-
2	A - B	200 / 450	6000	660,444	-	-	2641,776	1114,356	-	-	4457,424
	C - D	200 / 450	6000	660,444	-	-	-	1114,356	-	-	-
	A - C	200 / 450	6000	660,444	-	-	-	1114,356	-	-	-
	B - D	200 / 450	6000	660,444	-	-	-	1114,356	-	-	-
3	A - B	200 / 500	7000	939,243	-	-	3756,972	1614,318	-	-	6457,272
	C - D	200 / 500	7000	939,243	-	-	-	1614,318	-	-	-
	A - C	200 / 500	7000	939,243	-	-	-	1614,318	-	-	-
	B - D	200 / 500	7000	939,243	-	-	-	1614,318	-	-	-
4	A - B	200 / 550	8000	1295,87	-	-	4669,022	-	2241,652	356,782	8763,04
	C - D	200 / 550	8000	1295,87	-	-	-	-	2241,652	356,782	-
	A - C	200 / 550	8000	1038,641	-	-	-	1783,086	-	-	-
	B - D	200 / 550	8000	1038,641	-	-	-	1783,086	-	-	-

NO	Balok	B / H	L	Tulangan Tumpuan			Luas Total Tul.l. Tumpuan	Tulangan Lapangan			Luas Total Tul. Lapangan
				Sebelah Tarik	Rangkap Tarik Desak			Sebelah Tarik	Rangkap Tarik Desak		
5	A - B	250 / 550	9000	1709,64	-	-	6420,894	-	3089,54	589,715	12764,38
	C - D	250 / 550	9000	1709,64	-	-	-	-	3089,54	589,715	-
	A - C	250 / 550	9000	1500,807	-	-	-	-	2438,662	264,272	-
	B - D	250 / 550	9000	1500,807	-	-	-	-	2438,662	264,272	-
6	A - B	300 / 600	1000C	2155,406	-	-	8092,822	-	3711,569	587,797	14807,85
	C - D	300 / 600	1000C	2155,406	-	-	-	-	3711,569	587,797	-
	A - C	300 / 600	1000C	1891,005	-	-	-	-	2915,007	189,551	-
	B - D	300 / 600	1000C	1891,005	-	-	-	-	2915,007	189,551	-

- Satuan dalam mm dan N

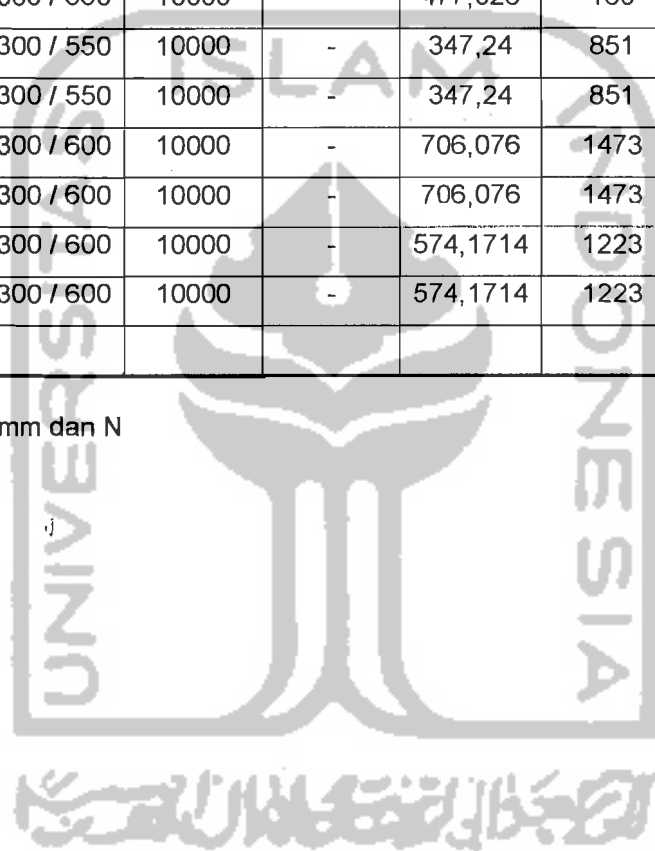


Tabel 5.3. . Penulangan Geser Lentur Balok Induk dan Balok Grid

No	Balok	B / H	L	Global	Kritis	Non kritis	TOTAL
1	2 3	150 / 350	5000	1860,748	-	-	10001,5
	4 5	150 / 350	5000	1860,748	-	-	-
	A - B	150 / 400	5000	1570	-	-	-
	C - D	150 / 400	5000	1570	-	-	-
	A - C	150 / 400	5000	1570	-	-	-
	B - D	150 / 400	5000	1570	-	-	-
2	2 3	200 / 400	6000	-	224,85	532	8031,32
	4 5	200 / 400	6000	-	224,85	532	-
	A - B	200 / 450	6000	1629,405	-	-	-
	C - D	200 / 450	6000	1629,405	-	-	-
	A - C	200 / 450	6000	1629,405	-	-	-
	B - D	200 / 450	6000	1629,405	-	-	-
3	2 3	200 / 450	7000	-	350,732	769	5992,392
	4 5	200 / 450	7000	-	350,732	769	-
	A - B	200 / 500	7000	-	283,232	655	-
	C - D	200 / 500	7000	-	283,232	655	-
	A - C	200 / 500	7000	-	283,232	655	-
	B - D	200 / 500	7000	-	283,232	655	-
4	1-4-8-11	200 / 500	8000	-	226,89	627	9965,52
	2-5-9-12	200 / 500	8000	-	226,89	627	-
	3-4-5-6	200 / 500	8000	1913,905	-	-	-
	7-8-9-10	200 / 500	8000	1913,905	-	-	-
	A - B	200 / 550	8000	-	363,274	814	-
	C - D	200 / 550	8000	-	363,274	814	-
	A - C	200 / 550	8000	-	310,695	727	-
	B - D	200 / 550	8000	-	310,695	727	-
5	1-4-8-11	250 / 500	9000	-	394,41	899	9761,046
	2-5-9-12	250 / 500	9000	-	394,41	899	-
	3-4-5-6	250 / 500	9000	-	293,06	750	-
	7-8-9-10	250 / 500	9000	-	293,06	750	-

No	Balok	B / H	L	Global	Kritis	Non kritis	TOTAL
	A - B	250 / 550	9000	-	575,923	1213	-
	C - D	250 / 550	9000	-	575,923	1213	-
	A - C	250 / 550	9000	-	477,26	1033	-
	B - D	250 / 550	9000	-	477,26	1033	-
6	1-4-8-11	300 / 550	10000	-	477,026	160	9825,855
	2-5-9-12	300 / 550	10000	-	477,026	160	-
	3-4-5-6	300 / 550	10000	-	347,24	851	-
	7-8-9-10	300 / 550	10000	-	347,24	851	-
	A - B	300 / 600	10000	-	706,076	1473	-
	C - D	300 / 600	10000	-	706,076	1473	-
	A - C	300 / 600	10000	-	574,1714	1223	-
	B - D	300 / 600	10000	-	574,1714	1223	-

- Satuan dalam mm dan N



Tabel 5.4. Penulangan Geser Torsi Balok Induk

No	Balok	B / H	L	As. Senggang	As. Total sengkang	As. Memanjang	As. Total memanjang
1	A - B	150 / 400	5000	6769,58	27078,3	768,432	3073,73
	C - D	150 / 400	5000	6769,58	-	768,432	-
	A - C	150 / 400	5000	6769,58	-	768,432	-
	B - D	150 / 400	5000	6769,58	-	768,432	-
2	A - B	200 / 450	6000	6018,26	24073	593,55	2374,2
	C - D	200 / 450	6000	6018,26	-	593,55	-
	A - C	200 / 450	6000	6018,26	-	593,55	-
	B - D	200 / 450	6000	6018,26	-	593,55	-
3	A - B	200 / 500	7000	9106,192	36424,8	861,643	3446,57
	C - D	200 / 500	7000	9106,192	-	861,643	-
	A - C	200 / 500	7000	9106,192	-	861,643	-
	B - D	200 / 500	7000	9106,192	-	861,643	-
4	A - B	200 / 550	8000	4407,0175	17628,1	239,759	959,036
	C - D	200 / 550	8000	4407,0175	-	239,759	-
	A - C	200 / 550	8000	4407,0175	-	239,759	-
	B - D	200 / 550	8000	4407,0175	-	239,759	-
5	A - B	250 / 550	9000	11894,51	44725,8	648,562	2456,28
	C - D	250 / 550	9000	11894,51	-	648,562	-
	A - C	250 / 550	9000	10468,41	-	579,577	-
	B - D	250 / 550	9000	10468,41	-	579,577	-
6	A - B	300 / 600	10000	13103,563	48966,4	626,849	2354,17
	C - D	300 / 600	10000	13103,563	-	626,849	-
	A - C	300 / 600	10000	11379,651	-	550,237	-
	B - D	300 / 600	10000	11379,651	-	550,237	-

- Satuan dalam mm dan N

Tabel 5. 5. Lendutan pada Balok Grid

No	Luas Pelat	Titik Buhul	B / H	Lendutan Beban Mati
1	5000 x 5000	1	150 / 350	2.25 E-2
2	6000 x 6000	1	200 / 400	2.88 E-2
3	7000 x 7000	1	200 / 450	4.36 E-2
4	8000 x 8000	4, 5, 8, 9	200 / 500	2.14 E-2
5	9000 x 9000	4, 5, 8, 9	250 / 500	3.54 E-2
6	10000 x 10000	4, 5, 8, 9	300 / 550	3.89 E-2

- Satuan dalam mm dan N

