

## BAB III

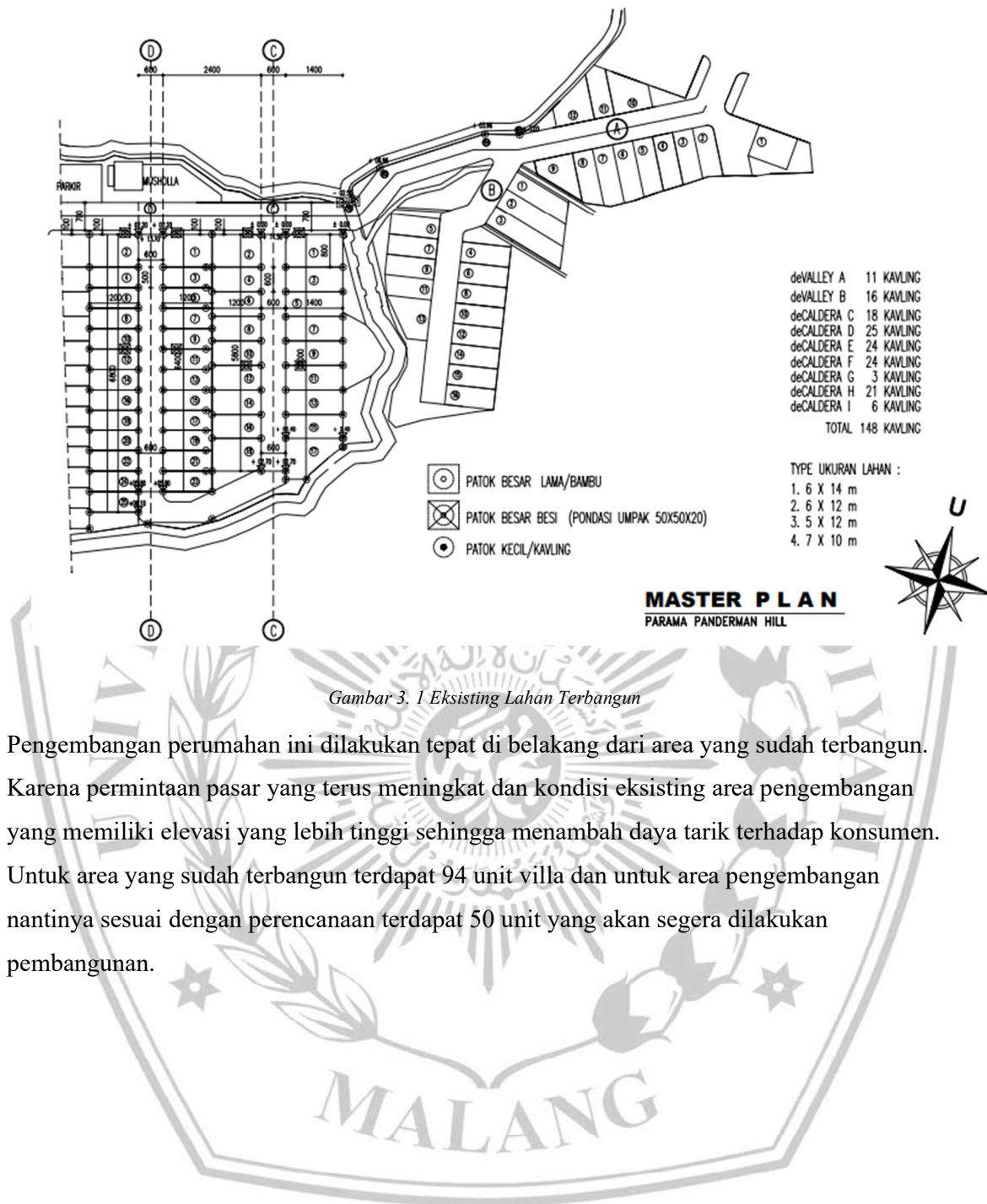
### METODE PERENCANAAN

#### 3.1 Gambaran Umum Lokasi

Perumahan Parama Panderman Hill terletak di Kota Batu, sebuah kota yang terkenal dengan keindahan alam dan udaranya yang sejuk di Jawa Timur, Indonesia. Lokasi ini memiliki keunggulan topografi dataran tinggi dengan kondisi perbukitan yang memberikan pemandangan spektakuler ke arah pegunungan, terutama Gunung Panderman yang menjadi latar belakang yang menawan.

Perumahan ini dirancang untuk memberikan kenyamanan dan kualitas hidup yang tinggi bagi penghuninya. Dengan konsep villa yang memanfaatkan pemandangan alam sekitar, setiap unit villa di Parama Panderman Hill dibangun untuk memaksimalkan view ke arah pegunungan dan area hijau di sekitarnya. Lokasi perumahan ini juga menawarkan suasana yang tenang dan jauh dari kebisingan kota, memberikan lingkungan yang nyaman dan menenangkan.

Akses menuju Perumahan Parama Panderman Hill juga sangat baik, dengan jalan-jalan yang dirancang untuk mengakomodasi mobilitas penghuni dengan nyaman. Infrastruktur seperti jalan beraspal, sistem drainase yang baik, serta penerangan jalan yang memadai, semuanya dirancang untuk memberikan kenyamanan dan keamanan bagi para penghuni. Selain itu, fasilitas umum seperti sekolah, rumah sakit, dan pusat perbelanjaan juga mudah dijangkau dari lokasi perumahan, menjadikannya sangat praktis untuk kehidupan sehari-hari.



Gambar 3. 1 Eksisting Lahan Terbangun

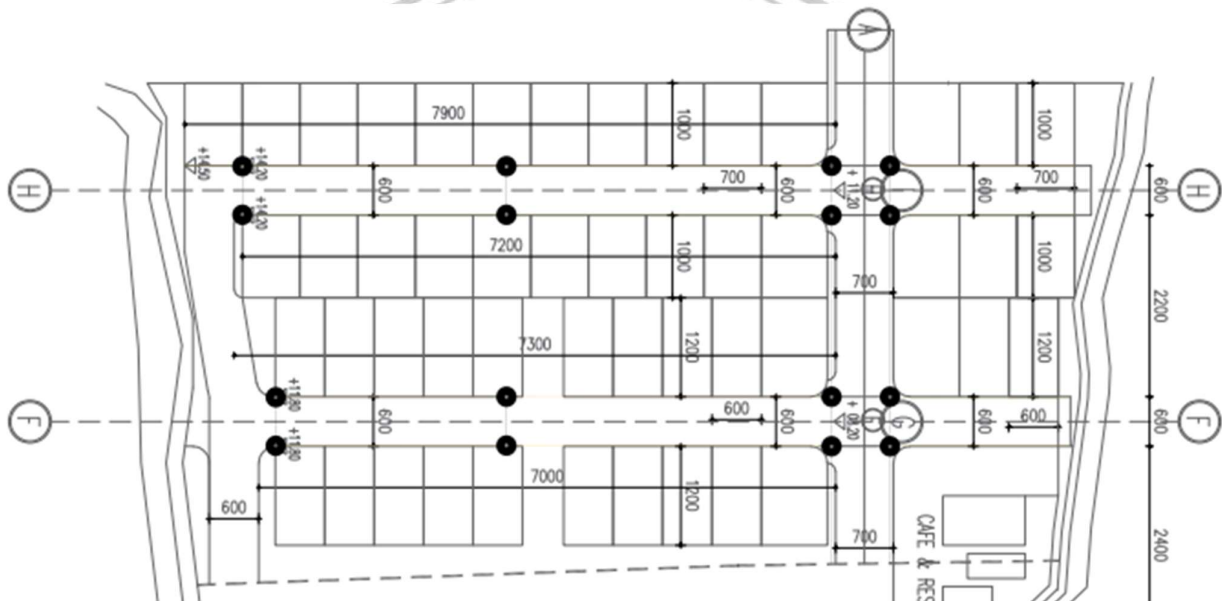
Pengembangan perumahan ini dilakukan tepat di belakang dari area yang sudah terbangun. Karena permintaan pasar yang terus meningkat dan kondisi eksisting area pengembangan yang memiliki elevasi yang lebih tinggi sehingga menambah daya tarik terhadap konsumen. Untuk area yang sudah terbangun terdapat 94 unit villa dan untuk area pengembangan nantinya sesuai dengan perencanaan terdapat 50 unit yang akan segera dilakukan pembangunan.



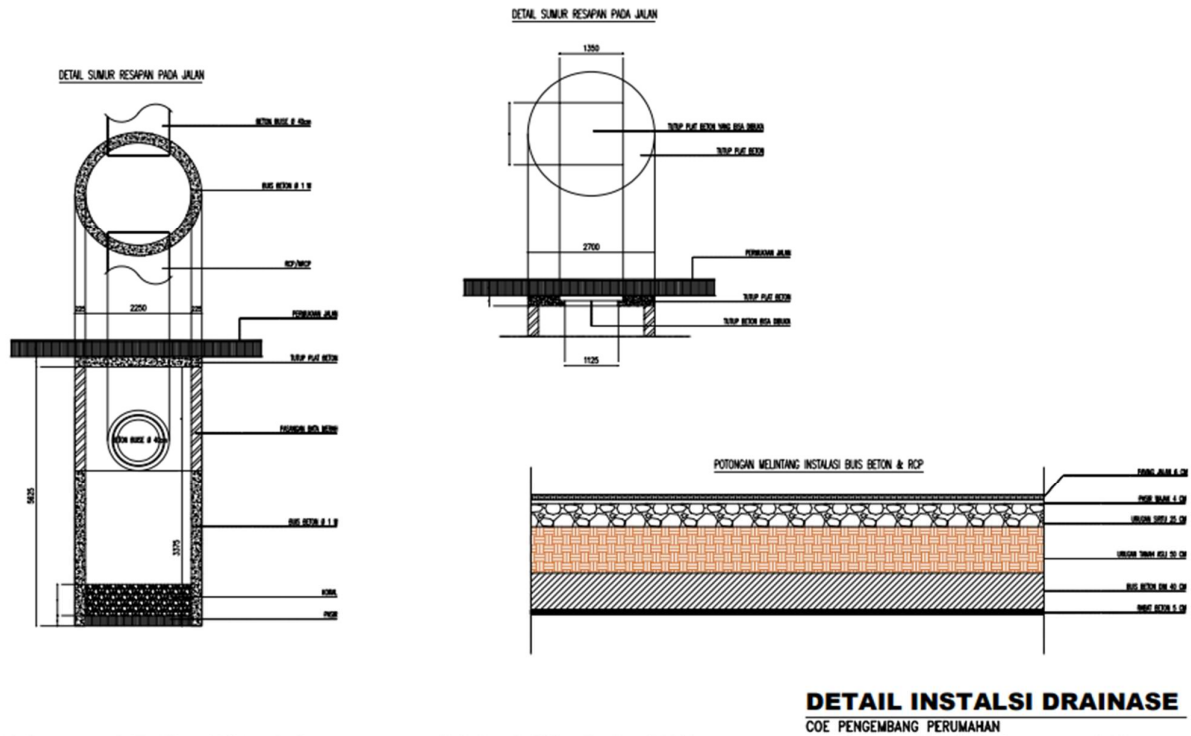
### 3.2 Perencanaan Saluran Drainase

Dalam pengembangan dan pembangunan kawasan perumahan Villa Parama Panderman Hill ini saluran drainase yang digunakan menggunakan saluran dengan profil base beton dan RCP yang ditanam didalam tanah sehingga secara estetika dan pemanfaatan lahan dapat lebih diunggulkan. Walaupun saluran yang digunakan merupakan saluran sederhana namun secara teknis harus dipertimbangkan dengan baik mulai dari dimensi saluran, kemiringan saluran serta kedalaman dari saluran untuk memastikan saluran drainase ini berkerja dengan baik.

Gambar 3. 3 Rencana Saluran Drainase



Untuk instalasi dari saluran drainase ini sendiri dilakukan pada awal pekerjaan sebelum proses pembangunan unit dan pekerjaan jalan agar lebih efisien dan tidak mengganggu pekerjaan lainnya. Saluran drainase ini berada di kedalaman 85 cm dibawah paving dengan kemiringan total sebesar 5 cm dan terdapat bak control di setiap sisi setiap 30 m dari total pajang kawasan yang dihubungkan oleh gutter untuk saluran air masuk kedalam saluran. Untuk bak control sendiri memiliki diameter 100 cm dengan kedalaman 2,5 meter.



**DETAIL INSTALSI DRAINASE**  
COE PENGEMBANG PERUMAHAN

Gambar 3. 4 Detail Instalasi Saluran Drainase

Dalam perencanaan dimensi dilakukan dengan perhitungan sederhana dengan melakukan control terhadap penampang eksisting yang sudah ada di kawasan terbangun sehingga dapat dilakukan penyambungan dengan area pengembangan. kontrol perhitungan sederhana yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. 1 Data Perencanaan Saluran Drainase

KODE BLOK	MATERIAL	PANJANG	SATUAN	JUMLAH KEBUTUHAN MATERIAL	C	S	LO	ND	V
SALURAN UTAMA	RCP DIM 60	65	M	26	0.75	0.006		0.1	0.8
BAK KONTROL	BASE BETON DIM 10	16	TITIK	48	0.75				0.8
U DITCH	U DITCH 40	38	M	32					
GRILL	GRILL	38	M	38					
BLOK A	BASE BETON DIM 40	68	M	68	0.75	0.006	12	0.1	0.8
BLOK B	BASE BETON DIM 40	68	M	68	0.75	0.006	12	0.1	0.8
BLOK C	BASE BETON DIM 40	72	M	72	0.75	0.006	10	0.1	0.8
BLOK D	BASE BETON DIM 40	79	M	79	0.75	0.006	10	0.1	0.8
BLOK E	BASE BETON DIM 40	23	M	23	0.75	0.006	10	0.1	0.8
BLOK F	BASE BETON DIM 40	23	M	23	0.75	0.006	10	0.1	0.8
BLOK G	BASE BETON DIM 40	21	M	21	0.75	0.006	12	0.1	0.8

Sampel data saluran terpanjang (D) :

Beban drainase blok (A) = 790 m<sup>2</sup>

Panjang Limpasan (Lo) = 10 m

Kemiringan Limpasan (So) = 0.006

Kekerasan Limpasan (nd) = 0.1

Panjang Saluran (L) = 79 m  
 Kecepatan Aliran Disaluran (V) = 0.8 m/det  
 Curah Hujan PUH 5 tahun Kota Batu (R) = 150 mm/hari

MENGHITUNG WAKTU LIMPASAN (to) :

Lo = 10 m  
 nd = 0.1  
 So = 0.006

$$t_o = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{S_o}} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 10 \times \frac{0,1}{\sqrt{0,006}} \right)^{\frac{1}{5}}$$

$$= 1,707 \text{ menit}$$

MENGHITUNG WAKTU DI SALURAN (td)

L = 79 m  
 V = 0,8 m/det

$$t_d = \frac{L}{60 \cdot V}$$

$$t_d = \frac{79}{60 \cdot 0,8}$$

$$= 1,053 \text{ menit}$$

MENGHITUNG KONSENTRASI (tc)

to = 1,707 menit  
 td = 1,053 menit

$$t_c = t_o + t_d$$

$$= 1,707 + 1,053$$

$$= 2,760 \text{ menit}$$

MENGHITUNG INTENSITAS HUJAN (I)

\*PERSAMAAN VAN BREEN

$$R_t = 150 \text{ mm/hari}$$

$$a = 54R_t + 0,07R_t^2$$

$$= 54 \cdot 150 + 0,07 \cdot 150^2$$

$$= 9675$$

$$b = 0,31R_t$$

$$= 0,31 \cdot 150$$

$$= 46,5$$

$$I = \frac{a}{t_c + b}$$

$$I = \frac{9675}{2,670 + 46,5}$$

$$= 196,41 \text{ mm/jam}$$

MENGHITUNG DEBIT LIMPASAN Q PERSAMAAN RASIONAL

$$I = 196,41 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,75$$

$$A = 790 \text{ m}^2$$

$$QL = \frac{1}{3,6 \cdot 10^6} \times (C \times A \times I) \times I$$

$$= \frac{1}{3,6 \cdot 10^6} \times (0,75 \times 790) \times 196,41$$

$$= 0,03233 \text{ m}^3/\text{det}$$

MENENTUKAN DIMENSI SALURAN YANG DIGUNAKAN

$$QL = 0,03233 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$S = 0,006$$

$$n_d = 0,1$$

$$D \text{ rencana} = 0,4 \text{ m}$$

$$v = \left(\frac{1}{n_d}\right) \times \left(\frac{D^2}{4}\right) \times (S^{\frac{1}{2}})$$

$$v = \left(\frac{1}{0,1}\right) \times \left(\frac{0,4^2}{4}\right) \times (0,006^{\frac{1}{2}})$$

$$= 0,0001$$

$$Q = v \times A$$

$$Q = v \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$$

$$Q = 0,0001 \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$$

$$Q = 0,0001 \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$$

$$0,03233 = \frac{1}{10000} \times \left(\frac{\pi D^2}{4}\right)$$

$$0,03233 = \left(\frac{\pi D^2}{40000}\right)$$

$$0,03233 = \left(\frac{\pi D^2}{40000}\right)$$

$$40000\pi \times 0,03233 = D^2$$

$$D^2 = \frac{6466}{5} \pi$$

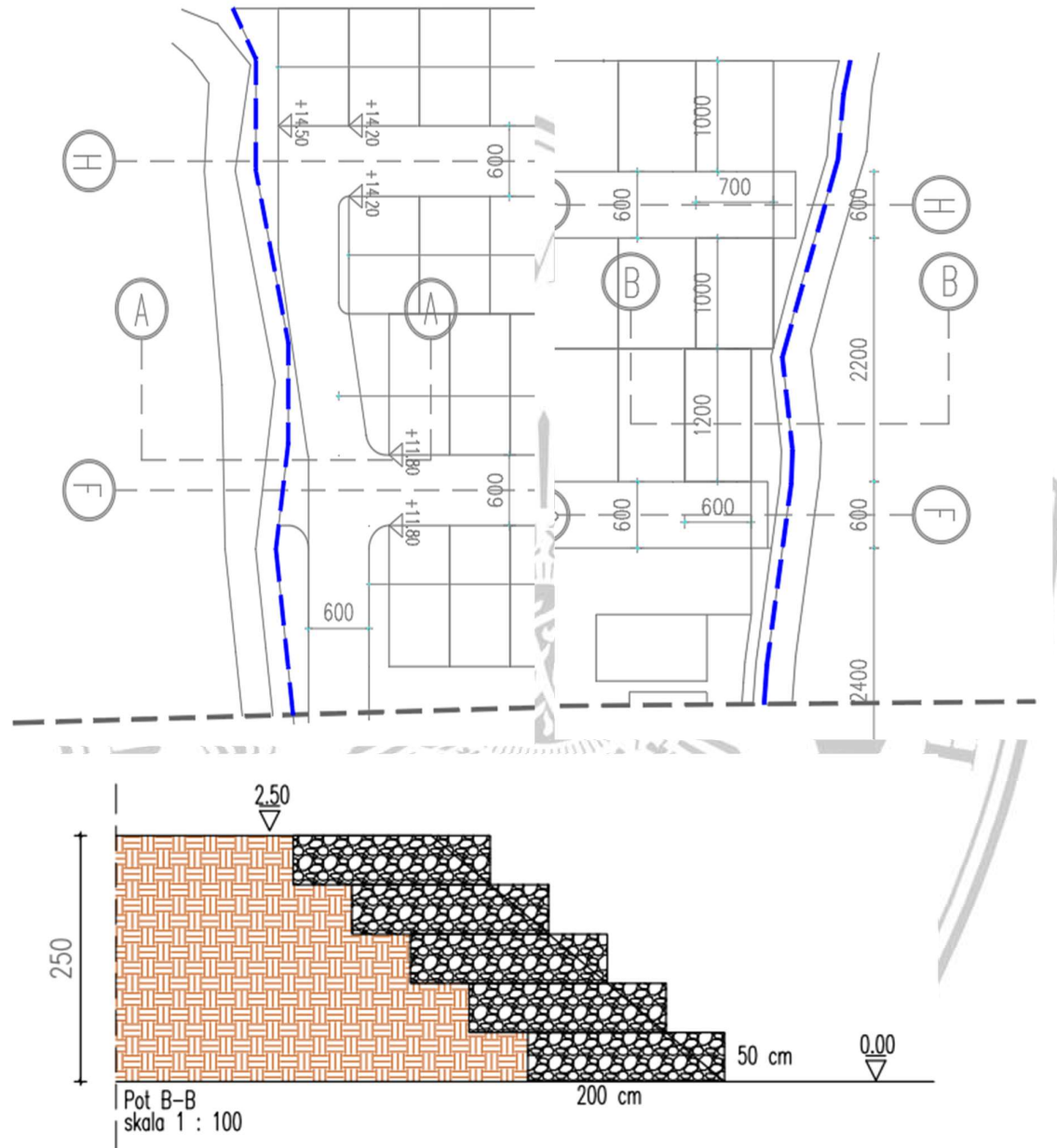
$$D = 20,3 \text{ cm} < 40 \text{ cm} \text{ (diameter yang digunakan perumahan sudah memenuhi)}$$

Setelah melakukan control terhadap menggunakan dimensi saluran yang ada di parama panderman hill didapatkan hasil diameter yang diperlukan adalah 20,3 cm sedangkan di lapangan diameter yang digunakan adalah 40 cm sehingga dapat disimpulkan diameter saluran sudah sangat aman namun akan memakan biaya yang lebih besar.

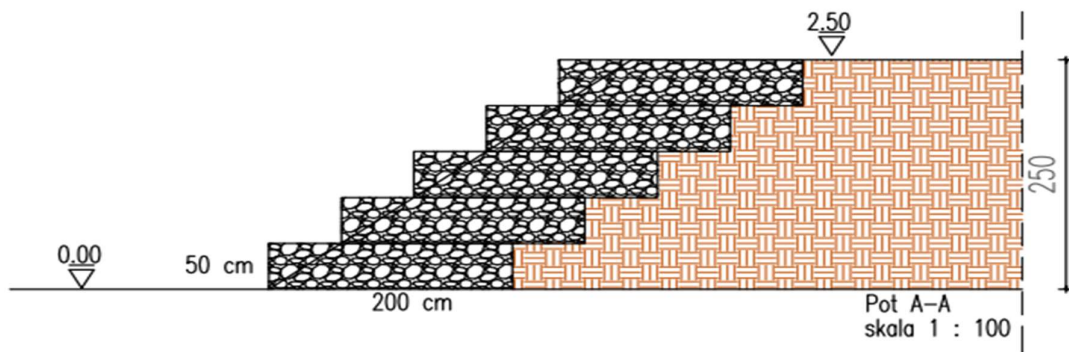
### 3.3 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

kondisi topografi dari kawasan yang dilakukan pembangunan serta pengembangan dari perumahan Parama Panderman Hill yang berbukit menjadikan karakteristik yang menarik untuk dimanfaatkan oleh pengembang. Dengan kondisi topografi yang seperti ini maka developer dapat lebih memaksimalkan pemandangan yang ada di sekitar perumahan sebagai nilai tambah. Dengan kondisi yang ada dilapangan yang menguntungkan bukan berate tidak

ada kendala yang ditemui, dengan kondisi ini dan lahan yang berbatasan langsung dengan sungai mengakibatkan ada beberapa titik yang perlu dilakukan penambahan kekuatan menggunakan dinding penahan tanah untuk mencegah longsor.

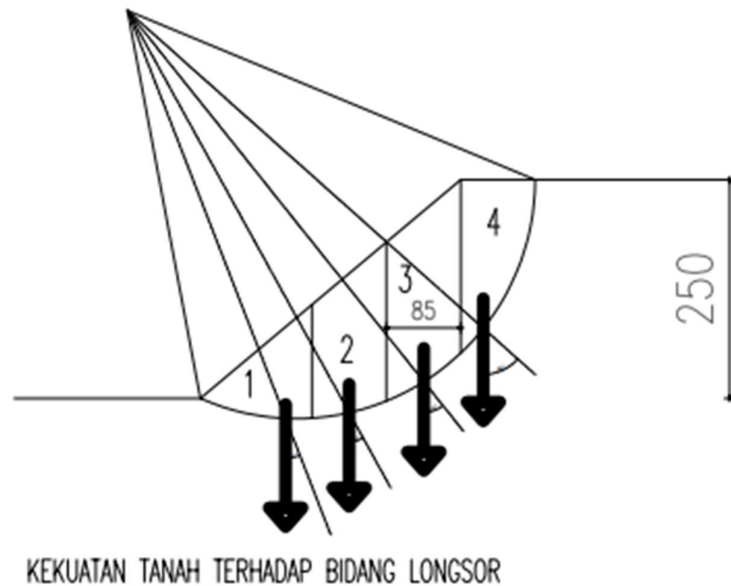






Gambar 3. 5 Area Rencana Dinding Penahan Tanah

Sebelum melakukan pemasangan dari dinding penahan tanah terlebih dahulu kita harus melakukan kontrol kekuatan tanah terhadap longsor agar kita dapat mengetahui besaran kebutuhan dan jenis dari dinding penahan tanah yang sesuai agar biaya yang dikeluarkan juga tidak membengkak. Dengan kondisi tebing yang lumayan curam maka walaupun nantinya hasil kontrol mendapati nilai aman namun untuk menambah keamanannya harus ditambahkan dinding penahan tanah.



Gambar 3. 6 Irisan Sudut Longsor Tanah

Kontrol dilakukan dengan menggunakan metode irisan dengan data sebagai berikut :

$$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$\theta = 40^\circ$$

$$C = 20 \text{ KN/m}^2$$

Sampel perhitungan  $W_n$  : contoh irisan 1

$W_n = \text{luas bidang} \times \gamma$

$$= (1/2 \times \text{alas} \times \text{tinggi}) \times \gamma$$

$$= (1/2 \times 1,3 \text{ m} \times 1,3 \text{ m}) \times 18 \text{ KN/m}^3$$

$$= 15,21$$

Tabel 3. 2 Rekapitulasi Perhitungan

IRISAN NO	$W_n$ (kN/m)	$\alpha_n$ (°)	$\text{SIN}\alpha_n$	$\text{COS}\alpha_n$	DELTA LN	WN SIN AN	WN COS AN	FS
1	15.21	21	0.358	0.934	2.2	5.451	14.200	1.5
2	47.43	29	0.485	0.875	1	22.995	41.483	
3	57.83	39	0.629	0.777	0.88	36.396	44.945	
4	15.15	48	0.743	0.669	1	11.256	10.135	
JUMLAH					5.08	76.098	110.764	

$$FS = \frac{C + W_n \cos \alpha_n \tan \theta}{W_n \sin \alpha_n}$$

$$= \frac{20 + 110,764 \cdot \tan 20}{76,098}$$

$$= 1,86 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Setelah dilakukan rekapitulasi perhitungan di excel menggunakan metode irisan didapatkan nilai FS  $1,86 > 1,5$  dimana dapat dinyatakan bahwa kondisi tanah eksisting aman. Dalam perencanaan kawasan perumahan ini perlu ditambahkan dinding penahan tanah berupa beronjong (Gabion) untuk meningkatkan kekuatan tanah terhadap longsor seperti berikut :

**Koefisien Tekanan Tanah Aktif ( $k_a$ )**

$$K_a = \frac{1 - s(\theta)}{1 + s(\theta)}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin(20)}{1 + \sin(20)}$$

$$= 0,490$$

### Gaya Tanah Aktif (Pa)

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

Dimana :

$$\gamma = 18 \text{ KN/m}^3$$

$$\theta = 40^\circ$$

$$K_a = 0,490$$

Maka :

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a$$

$$Pa = \frac{1}{2} \cdot (18) \cdot (2,5)^2 \cdot (0,490)$$

$$Pa = 27,5625 \text{ KN/m}$$

### Faktor Keamanan Terhadap Geser (FS)

$$K_a = \frac{F_{resist}}{F_{driving}}$$

$$\text{Dimana } F_{resist} = \tan(\theta) \times W$$

Berat total W dari tanah di belakang dinding penahan adalah :

$$W = \gamma \times H \times L$$

Kemiringan lereng  $40^\circ$ , Panjang Lereng (L) pada kemiringan  $40^\circ$  dengan tinggi 2,5 meter adalah

$$L = \frac{H}{\cos(40)}$$

$$L = \frac{2,5}{\cos(40)}$$

$$L = 3,262 \text{ meter}$$

Panjang tebing = 120 meter, maka berat total :

$$W = 18 \times 2,5 \times 3,262 \times 120$$

$$W = 146,79 \times 120$$

$$W = 17614,8 \text{ KN}$$

Gaya geser yang menahan :

$$F_{resist} = \tan(20^\circ) \times W$$

$$F_{resist} = \tan(20^\circ) \times 17614,8 \text{ KN}$$

$$F_{resist} = 0,364 \times 17614,8 \text{ KN}$$

$$F_{resist} = 6408,79 \text{ kN}$$

Gaya geser yang menyebabkan geser ( $P_a$ ) sudah dihitung sebelumnya sebagai 27.5625 kN/m, jadi untuk panjang 120 meter:

$$P_a = 27.5625 \times 120$$

$$P_a = 3307,5 \text{ kN}$$

Faktor Keamanan Terhadap Geser

$$FS = \frac{F_{resist}}{P_a}$$

$$FS = \frac{6408,79}{3307,5}$$

$$FS = 1,94 > 1,5 \text{ (Aman)}$$

Setelah dilakukan perencanaan dinding penahan tanah dengan menggunakan beronjong dan didapatkan FS 1,94 > 1,5 sehingga dapat dinyatakan kondisi kekuatan tanah terhadap longsor di area tebing sudah meningkat dan lebih aman daripada sebelumnya. Dengan penambahan dinding penahan tanah dengan menggunakan beronjong (gabion) ini membutuhkan kebutuhan material seperti berikut :

- ukuran beronjong = 200 x 100 50
- Tinggi Tebing = 2,5 meter
- Panjang Tebing = 125,25 meter
- Kemiringan Tebing = 40°

Perhitungan :

PERHITUNGAN LEBAR TEBING

$$= \frac{h}{\tan \theta} = \frac{2,5}{\tan 40} = 2,98 \text{ m}$$

PERHITUNGAN BERONJONG ARAH VERTIKAL

$$= \frac{h \text{ tebing}}{h \text{ beronjong}} = \frac{2,5}{0,5} = 5 \text{ buah}$$

PERHITUNGAN BERONJONG ARAH HORIZONTAL

$$= \frac{p \text{ tebing}}{L \text{ beronjong}} = \frac{125,25}{1} = 125,25 = 126$$

TOTAL KESELURUHAN BERONJONG

$$= \text{beronjong vertical} \times \text{beronjong horizontal} = 126 \times 5 = 630 \text{ buah}$$

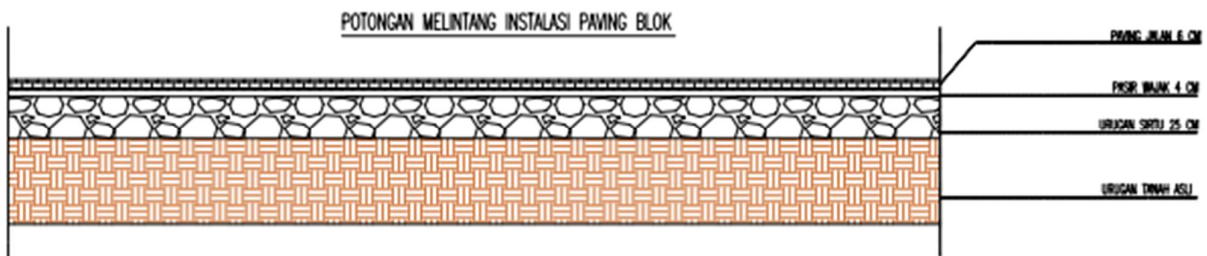
### MENGHITUNG KEBUTUHAN BATU PECAH

$$= \text{total beronjong} \times \text{volume beronjong} = 630 \times 1 = 630 \text{ m}^3$$

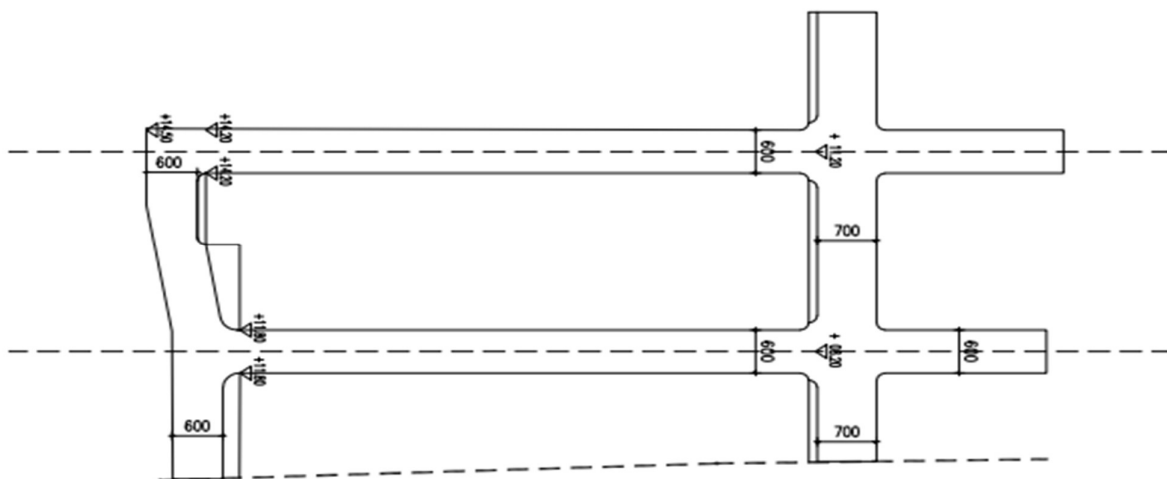
Dari hasil analisa total maka tanah di daerah tersebut dinyatakan aman namun untuk menambah keamanannya maka ditambahkan dinding penahan tanah lentur berupa beronjong. Kebutuhan beronjong yang harus digunakan untuk lahan sepanjang 125,25 meter dengan ketinggian 2,5 meter dan kemiringan  $40^\circ$  dibutuhkan beronjong berukuran  $200 \times 100 \times 50$  sebanyak 630 buah dan batu pecah sebanyak  $630 \text{ m}^3$

### 3.4 Perencanaan Perkerasan Jalan Perumahan

Pembangunan perumahan parama panderman hill dengan lokasi yang berada di perbukitan serta topografi jalan yang memiliki perbedaan elevasi maka di perumahan ini perkerasan jalan yang dipilih adalah paving block. Pemilihan material ini berkaitan dengan estetika dan juga kemudahan dalam melakukan maintenance terhadap jalan dan saluran drainase yang berada di bawahnya.



Gambar 3. 7 Potongan Perkerasan Jalan



Gambar 3. 8 Rencana Area Perkerasan Jalan

Dalam pekerjaan perkerasan jalan ini ada beberapa lapisan yang perlu dipersiapkan sebelum melakukan pemasangan paving block. Persiapan tersebut diantaranya adalah melakukan pemadatan sirtu setebal 30 cm dan perataan pasir wajak setebal 4 cm yang kemudian dilakukan pemasangan paving block. Setelah dipasang selanjutnya dilakukan penaburan pasir gombang dan kemudian dilakuka proses vibrasi agar pasir gombang dapat masuk kedalam sela sela paving untuk mengikat satu sama lain.

### 3.5 Perencanaan Struktur Utama

#### Pelat Lantai

Beban Mati

Berat sendiri pelat  $= 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$

Berat keramik + spesi

Keramik 40 x 40  $= 0,01 \times 2200 = 22 \text{ kg/m}^2$

Spesi 2 cm  $= 0,02 \times 2200 = 44 \text{ kg/m}^2$

Berat plafond + penggantung

Rangka plafond Alumunium  $= 10 \text{ kg/m}^2$

Plafond calciborad / gypsum  $= 5 \text{ kg/m}^2 +$

$q_{DL} = 369 \text{ kg/m}^2$

Beban Hidup (Ruang Kantor) (SNI 1727-2013)

Beban Hidup Merata

Beban guna merata  $= 2,5 \text{ kN/m}^2 = 250 \text{ kg/m}^2$

$q_{LL} = 250 \text{ kg/m}^2$

Beban Hidup Terpusat

Beban guna terpusat (P)  $= 8,9 \text{ kN} = 890 \text{ kg}$

Beban berfaktor (SNI 2847 2013 pasal 9.2.1)

Beban merata ( $q_u$ )  $= 1,2 q_{DL} + 1,6 q_{LL}$

$= 1,2 \times 371 + 1,6 \times 250$

$= 845,2 \text{ kg/m}^2$

$= 8452 \text{ N/m}^2$

#### Pelat Atap

Beban Mati

Berat sendiri pelat  $= 0,1 \times 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$

Beban Hidup Merata

$$\text{Beban balkon dan dek} = 4,79 \times 100 = 479 \text{ kg/m}^2$$

Beban berfaktor (SNI 2847 2013 pasal 9.2.1)

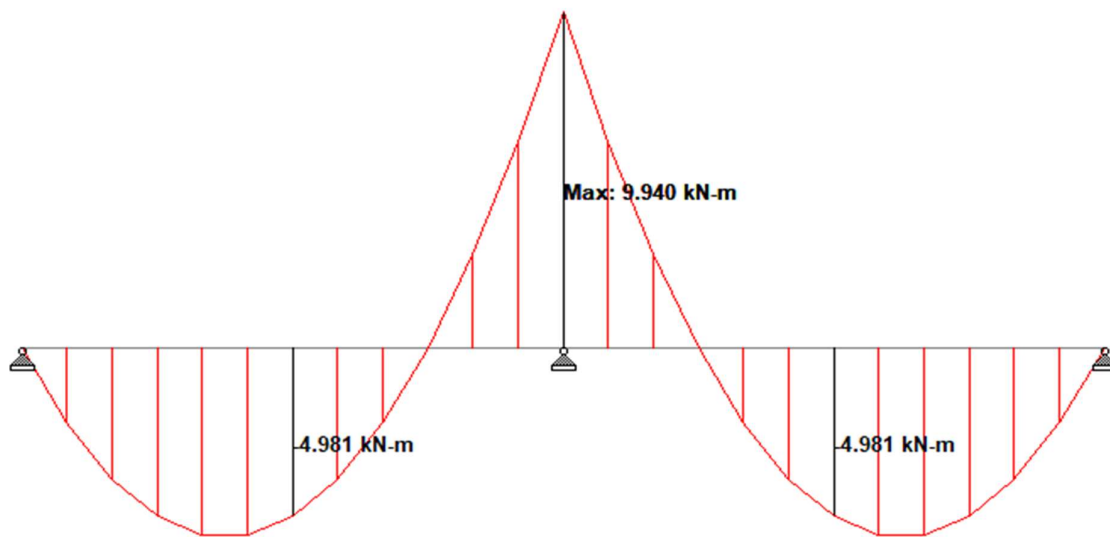
$$\text{Beban merata (} q_u \text{)} = 1,2 q_{DL} + 1,6 q_{LL}$$

$$= 1,2 \times 240 + 1,6 \times 479$$

$$= 1054 \text{ kg/m}^2$$

**Beban rencana pelat atap 2 (dua arah) arah x =  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$**

Dari hasil Analisa struktur menggunakan STAAD\_PRO diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 3. 9 Analisa StaadPro Plat Atap

**Mu Lapangan** = 4,981 kN/m

**Momen Tumpuan** = 9,940 kN/m

**Perencanaan Penulangan Lapangan Pelat Lantai Arah X**

**Beban Rencana Pelat  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$**

$$\text{Mu Lapangan} = 4,981 \text{ Kn/m}$$

$$f_c' \text{ (beton)} = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (baja)} = 240 \text{ Mpa (tebal pelat)}$$

$$h \text{ (tebal pelat)} = 12 \text{ cm} = 120 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} = 1000$$

$$d \text{ rencana} = h - 30 \text{ mm}$$

$$= 120 - 30$$

$$= 90 \text{ mm}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{4,981 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times (90)^2} = 0,72$$

Mencari  $\beta$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f'c - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,8$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 f'c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'c}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 25}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,319}{0,85 \times 25}} \right)$$

$$= 0,003$$

Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'c \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 25 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{600 + 240}$$

$$= 0,81$$

Mencari  $\rho_{\max}$  dan  $\rho_{\min}$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 = 0,061$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0058 < 0,003 < 0,041$$

karena  $\rho_{\min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,003$

**Luas Tulangan**

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,003 \times 1000 \times 90$$



$$= 274,67 \text{ mm}^2$$

Tabel 3. 2 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 150$  (  $A_s = 524 \text{ mm}^2$  )

### Luas Tulangan Susut

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

Luas Tulangan Susut

$$A_s = 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 120$$

$$= 168 \text{ mm}^2 \text{ (Dipakai tulangan } \phi 6-150 \text{ (} A_s = 188 \text{ mm}^2 \text{))}$$

Tabel 3. 3 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

**Jarak Max**

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3(120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemeriksaan } d_{\text{pakai}} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2}(10) = 94 \text{ m} \\ &= 95,5 \geq 90 \end{aligned}$$

$$d_{\text{pakai}} \geq d_{\text{rencana}}$$

**Kontrol**

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{524 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 4,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 524 \times 240 \times \left( 95,5 - \frac{4,27}{2} \right) \\ &= 11,8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 11,8 \text{ kNm} \\ &= 10,61 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } \mu \leq \phi M_n$$

$$4,981 \text{ KNm} < 10,61 \text{ kNm (OK)}$$

**Daerah Tumpuan Pelat Lantai Arah X**

$$\mu \text{ Tumpuan} = 9,94 \text{ KNm}$$

$$\begin{aligned}
 f_c' \text{ (beton)} &= 35 \text{ Mpa} \\
 f_y \text{ (baja)} &= 240 \text{ Mpa} \\
 h \text{ (tebal pelat)} &= 120 \text{ mm} \\
 b &= 1 \text{ m} = 1000 \\
 d \text{ rencana} &= h - 30 \text{ mm} \\
 &= 120 - 30 \\
 &= 90 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mencari Rn

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{9,94 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 90^2} = 1,44 \text{ N/mm}^2$$

Mencari  $\beta$

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - \frac{f_c' - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,8
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{0,85 f_c' R_n}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f_c'}} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 35 \times 1,44}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,44}{0,85 \times 35}} \right) \\
 &= 0,006
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \frac{600}{600 + 240} \\
 &= 0,81
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\begin{aligned}
 \rho_{Max} &= 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

$$\rho_{Min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,006 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,006$

**Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \times 1000 \times 90 \\ &= 555,21 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 4 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 125$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

**Luas Tulangan Susut**

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan susut} &= 0,0014 \times b \times h \\ &= 0,0014 \times 1000 \times 120 \\ &= 168 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 5 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\emptyset$  6-150 ( $A_s = 188 \text{ mm}^2$ )

**Jarak Max**

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3(120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ actual} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2}(10) = 95 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d_{\text{pakai}} \geq d_{\text{rencana}} = 95 \geq 90$$

Kontrol

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{628 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 5,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 628 \times 240 \times \left( 95 - \frac{5,06}{2} \right) \\ &= 14,1 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 14,1 \text{ kNm} \\ &= 12,65 \text{ kNm} \end{aligned}$$

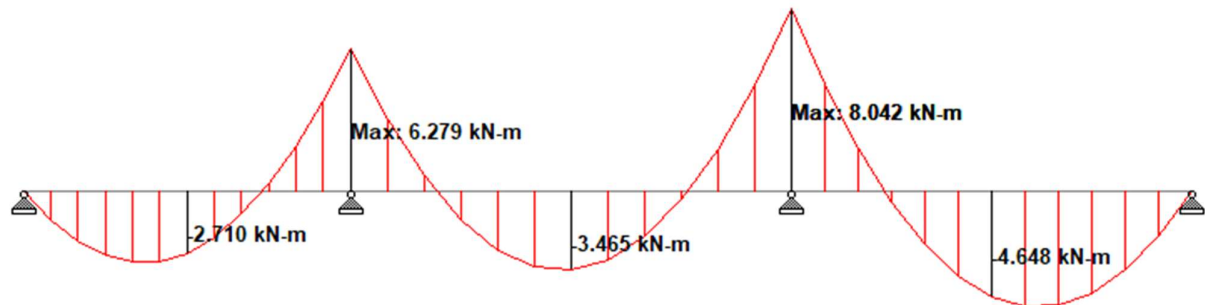
$$M_u < \phi M_n$$

$$9,94 \text{ kNm} < 12,65 \text{ kNm (OK)}$$

## Perencanaan Penulangan Pelat Lantai Arah Y

Beban Rencana Pelat  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$

Dari hasil Analisa struktur menggunakan STAAD-PRO diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 3. 10 Analisa StaadPro Plat Lantai

Mu Lapangan = 5,432 kNm

Mu Tumpuan = 9,402 kNm

Mu Lapangan = 5,432 kNm

$f'_c$  (beton) = 35 Mpa

$f_y$  (baja) = 240 Mpa

$h$  (tebal pelat) = 120 mm

$b$  = 1 m = 1000

$d$  rencana =  $h - 30$  mm

= 120 - 30

= 90 mm

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{5,432 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times (90)^2} = 0,79$$

Mencari  $\beta$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f'_c - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,8$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'_c}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 35}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,79}{0,85 \times 35}} \right)$$

$$= 0,003$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600+f} \\ &= \frac{0,85 \times 35 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{600+240} \\ &= 0,81\end{aligned}$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 = 0,61$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Syarat rasio penulangan :

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,003 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,003$

**Luas Tulangan**

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,003 \times 1000 \times 90 \\ &= 525 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tabel 3. 6 Diameter Penulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 120$  (  $A_s = 628 \text{ mm}^2$  )

## Luas Tulangan Susut

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

$$A_s = 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 120$$

$$= 168 \text{ mm}^2 \text{ (Dipakai tulangan } \emptyset 6\text{-150 (} A_s = 188 \text{ mm}^2\text{))}$$

Tabel 3. 7 Diameter Penulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Jarak Max

Jarak Max

$$= 3h$$

$$= 3 (120) = 360 \text{ mm}$$

Pemeriksaan  $d_{\text{pakai}}$  =  $h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan}$

$$= 120 - 20 - \frac{1}{2}(10) = 95 \text{ m}$$

$$= 95 \geq 90$$

Kontrol

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b}$$

$$= \frac{628 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000}$$



$$= 5,066 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 628 \times 240 \times \left( 95 - \frac{5,066}{2} \right) \\ &= 14,1 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 14,1 \text{ kNm} \\ &= 12,65 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } M_u \leq \phi M_n$$

$$5,432 \text{ KNm} < 12,65 \text{ kNm (OK)}$$

### Daerah Tumpuan Pelat Lantai Arah Y

$$M_u \text{ tumpuan} = 9,402 \text{ kNm}$$

$$f'_c \text{ (beton)} = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (baja)} = 240 \text{ Mpa}$$

$$h \text{ (tebal pelat)} = 120 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} = 1000$$

$$d \text{ rencana} = h - 30 \text{ mm}$$

$$= 120 - 30$$

$$= 90 \text{ mm}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{9,402 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 90^2} = 1,37 \text{ N/mm}^2$$

Mencari  $\beta$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f'_c - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,8$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'_c}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 35}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,37}{0,85 \times 35}} \right)$$

$$= 0,006$$

Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 f'_c \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 35 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{600+240}$$

$$= 0,81$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\rho_{Max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81$$

$$= 0,61$$

$$\rho_{Min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,006 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,006$

**Luas Tulangan Tarik**

$$A_s = \rho \cdot b \cdot d$$

$$= 0,006 \times 1000 \times 90$$

$$= 524 \text{ mm}^2$$

Tabel 3. 8 Diameter Penulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 13 - 150$  ( $A_s = 885 \text{ mm}^2$ )

**Luas Tulangan Susut**

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan susut} &= 0,0014 \times b \times h \\ &= 0,0014 \times 1000 \times 120 \\ &= 168 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 9 Diameter Penulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\emptyset$  6-150 ( $A_s = 188 \text{ mm}^2$ )

Jarak Max

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3(120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ actual} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2}(13) = 93,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$d_{\text{pakai}} \geq d_{\text{rencana}} = 93,5 \geq 90$$

Kontrol

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{885 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 7,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 885 \times 240 \times \left( 93,5 - \frac{7,13}{2} \right) \\ &= 19,5 \text{ kNm} \end{aligned}$$

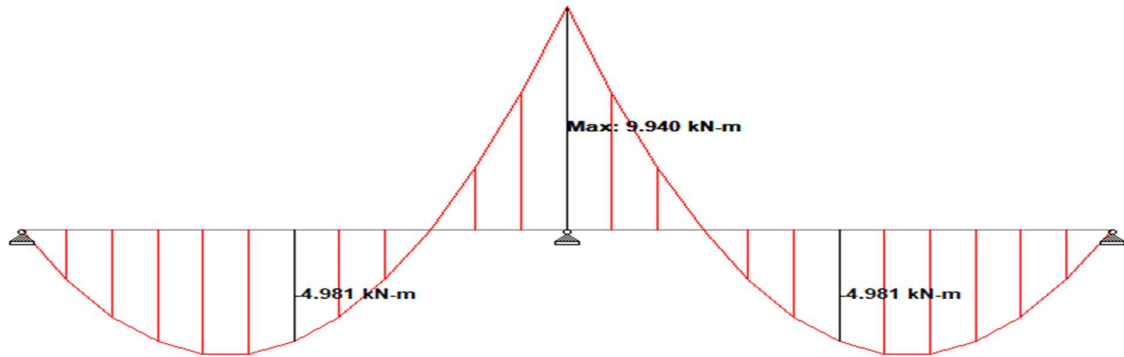
$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 19,5 \text{ kNm} \\ &= 17,544 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$9,402 \text{ kNm} < 17,544 \text{ kNm (OK)}$$

### Perencanaan Penulangan Pelat Lantai Arah X

Beban rencana pelat atap 2 (dua arah) arah x =  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$

Dari hasil Analisa struktur menggunakan STAAD\_PRO diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 3. 11 Analisa StaadPro Plat Lantai

Mu Lapangan = 4,981 kN/m

Momen Tumpuan = 9,940 kN/m

### Perencanaan Penulangan Lapangan Pelat Lantai Arah X

Beban Rencana Pelat  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$

Mu Lapangan = 4,981 Kn/m

$f_c'$  (beton) = 35 Mpa

$f_y$  (baja) = 240 Mpa (tebal pelat)

h (tebal pelat) = 12 cm = 120 mm

b = 1 m = 1000

d rencana = h - 30 mm

= 120 - 30

= 90 mm

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{4,981 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times (90)^2} = 0,72$$

Mencari  $\beta$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f'_c - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,8$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\begin{aligned}\rho \text{ perlu} &= \frac{0,85 f'c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R}{0,85 f'c}} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 25}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,319}{0,85 \times 25}} \right) \\ &= 0,003\end{aligned}$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f'c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\ &= \frac{0,85 \times 25 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{600 + 240} \\ &= 0,81\end{aligned}$$

Mencari  $\rho_{\max}$  dan  $\rho_{\min}$

$$\rho_{\max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 = 0,061$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$$

$$0,0058 < 0,003 < 0,041$$

karena  $\rho_{\min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,003$

**Luas Tulangan**

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,003 \times 1000 \times 90 \\ &= 274,67 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tabel 3. 10 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 150$  (  $A_s = 524 \text{ mm}^2$  )

#### Luas Tulangan Susut

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

Luas Tulangan Susut

$$A_s = 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 120$$

$$= 168 \text{ mm}^2 \text{ (Dipakai tulangan } \phi 6-150 \text{ (} A_s = 188 \text{ mm}^2 \text{))}$$

Tabel 3. 11 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

**Jarak Max**

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3 (120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemeriksaan } d_{\text{pakai}} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2} (10) = 94 \text{ m} \\ &= 95,5 \geq 90 \end{aligned}$$

**Kontrol**

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{524 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 4,27 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 524 \times 240 \times \left( 95,5 - \frac{4,27}{2} \right) \\ &= 11,8 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varnothing M_n &= 0,9 \times 11,8 \text{ kNm} \\ &= 10,61 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Syarat  $M_u \leq \varnothing M_n$

4,981 KNm < 10,61 kNm (OK)

**Daerah Tumpuan Pelat Lantai Arah X**

Mu Tumpuan = 9,94 KNm

$$\begin{aligned}
 f_c' \text{ (beton)} &= 35 \text{ Mpa} \\
 f_y \text{ (baja)} &= 240 \text{ Mpa} \\
 h \text{ (tebal pelat)} &= 120 \text{ mm} \\
 b &= 1 \text{ m} = 1000 \\
 d \text{ rencana} &= h - 30 \text{ mm} \\
 &= 120 - 30 \\
 &= 90 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{9,94 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 90^2} = 1,44 \text{ N/mm}^2$$

Mencari  $\beta$

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - \frac{f_c' - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,8
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f_c' \beta_1}} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 35}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,44}{0,85 \times 35}} \right) \\
 &= 0,006
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \frac{600}{600 + 240} \\
 &= 0,81
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\begin{aligned}
 \rho_{Max} &= 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 \\
 &= 0,61
 \end{aligned}$$

$$\rho_{Min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,006 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,006$



### Luas Tulangan Tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \times 1000 \times 90 \\ &= 555,21 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 12 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 125$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

### Luas Tulangan Susut

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

$$\begin{aligned} \text{Luas tulangan susut} &= 0,0014 \times b \times h \\ &= 0,0014 \times 1000 \times 120 \\ &= 168 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 13 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\emptyset$  6-150 ( $A_s = 188 \text{ mm}^2$ )

**Jarak Max**

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3(120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d \text{ actual} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2}(10) = 95 \text{ mm} \\ &= 95 \geq 90 \end{aligned}$$

**Kontrol**

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{628 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 5,06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 628 \times 240 \times \left( 95 - \frac{5,06}{2} \right) \\ &= 14,1 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,9 \times 14,1 \text{ kNm} \\ &= 12,65 \text{ kNm} \end{aligned}$$

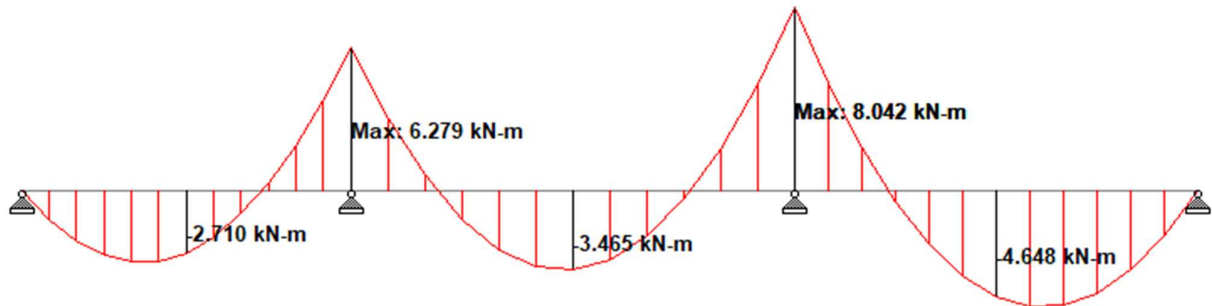
$$M_u < \phi M_n$$

$$9,94 \text{ kNm} < 12,65 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

## Perencanaan Penulangan Pelat Lantai Arah Y

Beban Rencana Pelat  $q_u = 902 \text{ kg/m}^2$

Dari hasil Analisa struktur menggunakan STAAD-PRO diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 3. 12 Analisa StaadPro Plat Lantai

$$M_u \text{ Lapangan} = 5,432 \text{ kNm}$$

$$M_u \text{ Tumpuan} = 9,402 \text{ kNm}$$

$$M_u \text{ Lapangan} = 5,432 \text{ kNm}$$

$$f'_c \text{ (beton)} = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (baja)} = 240 \text{ Mpa}$$

$$h \text{ (tebal pelat)} = 120 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} = 1000$$

$$d \text{ rencana} = h - 30 \text{ mm}$$

$$= 120 - 30$$

$$= 90 \text{ mm}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{5,432 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times (90)^2} = 0,79$$

Mencari  $\beta$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f'_c - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05$$

$$= 0,8$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\rho \text{ perlu} = \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'_c}} \right)$$

$$= \frac{0,85 \times 35}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,79}{0,85 \times 35}} \right)$$

$$= 0,003$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 f'c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600} \\ &= \frac{0,85 \times 35 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{60} \\ &= 0,81\end{aligned}$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81 = 0,61$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Syarat rasio penulangan :

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,003 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,003$

**Luas Tulangan**

$$\begin{aligned}A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,003 \times 1000 \times 90 \\ &= 525 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Tabel 3. 14 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 10 - 120$  ( $A_s = 628 \text{ mm}^2$ )

### Luas Tulangan Susut

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton = 0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

$$\begin{aligned} A_s &= 0,0014 \times b \times h \\ &= 0,0014 \times 1000 \times 120 \\ &= 168 \text{ mm}^2 \text{ (Dipakai tulangan } \emptyset 6\text{-150 (} A_s = 188 \text{ mm}^2\text{))} \end{aligned}$$

Tabel 3. 15 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

### Jarak Max

$$\begin{aligned} \text{Jarak Max} &= 3h \\ &= 3(120) = 360 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pemeriksaan } d_{\text{pakai}} &= h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\ &= 120 - 20 - \frac{1}{2}(10) = 95 \text{ m} \\ &= 95 \geq 90 \end{aligned}$$

$$d_{\text{pakai}} \geq d_{\text{rencana}}$$

### Kontrol

$$\begin{aligned} a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} \\ &= \frac{628 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 5,066 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_n &= A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 628 \times 240 \times \left( 95 - \frac{5,066}{2} \right) \\
 &= 14,1 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &= 0,9 \times 14,1 \text{ kNm} \\
 &= 12,65 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat } M_u \leq \phi M_n$$

$$5,432 \text{ kNm} < 12,65 \text{ kNm (OK)}$$

### Daerah Tumpuan Pelat Lantai Arah Y

$$M_u \text{ tumpuan} = 9,402 \text{ kNm}$$

$$f_c' \text{ (beton)} = 35 \text{ Mpa}$$

$$f_y \text{ (baja)} = 240 \text{ Mpa}$$

$$h \text{ (tebal pelat)} = 120 \text{ mm}$$

$$b = 1 \text{ m} = 1000$$

$$\begin{aligned}
 d \text{ rencana} &= h - 30 \text{ mm} \\
 &= 120 - 30 \\
 &= 90 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{9,402 \times 10^6}{0,9 \times 1000 \times 90^2} = 1,37 \text{ N/mm}^2$$

Mencari  $\beta$

$$\begin{aligned}
 \beta_1 &= 0,85 - \frac{f_c' - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05 \\
 &= 0,8
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho$  perlu

$$\begin{aligned}
 \rho \text{ perlu} &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f_c' \beta_1}} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 35}{240} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,37}{0,85 \times 35}} \right) \\
 &= 0,006
 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho_b$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 f_c' \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \\
 &= \frac{0,85 \times 35 \times 0,871}{240} \times \frac{600}{600 + 240}
 \end{aligned}$$

$$= 0,81$$

Mencari  $\rho_{max}$  dan  $\rho_{min}$

$$\rho_{Max} = 0,75 \rho_b = 0,75 \times 0,81$$

$$= 0,61$$

$$\rho_{Min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

**Syarat rasio penulangan :**

$$\rho_{Min} < \rho < \rho_{Max}$$

$$0,0058 < 0,006 < 0,61$$

karena  $\rho_{min} < \rho$ , maka yang di gunakan adalah  $\rho = 0,006$

**Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \cdot b \cdot d \\ &= 0,006 \times 1000 \times 90 \\ &= 524 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tabel 3. 16 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Nominal (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\phi 13 - 150$  ( $A_s = 885 \text{ mm}^2$ )

**Luas Tulangan Susut**

$\rho$  yang digunakan adalah 0,0014 karena  $f_y = 240$  (Luasan tulangan susut dan suhu harus menyediakan paling sedikit memiliki rasio luas tulangan luas bruto penampang beton =

0,0014) (SNI 2013 pasal 7.12.2.1)

Luas tulangan susut

$$= 0,0014 \times b \times h$$

$$= 0,0014 \times 1000 \times 120$$

$$= 168 \text{ mm}^2$$

Tabel 3. 17 Diameter Tulangan

Spasi (mm)	Diameter Tulangan (mm)											
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-
50	565	1005	1571	2262	2655	3079	4021	5671	7603	9817	12315	13210
75	377	670	1047	1508	1770	2053	2681	3780	5068	6545	8210	8807
100	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605
125	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284
150	188	335	524	754	885	1026	1340	1890	2534	3272	4105	4403
175	162	287	449	646	758	880	1149	1620	2172	2805	3519	3774
200	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303
225	126	223	349	503	590	684	894	1260	1689	2182	2737	2936
250	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642
275	103	183	286	411	483	560	731	1031	1382	1785	2239	2402
300	94	168	262	377	442	513	670	945	1267	1636	2053	2202

Dipakai tulangan  $\emptyset$  6-150 ( $A_s = 188 \text{ mm}^2$ )

**Jarak Max**

$$\text{Jarak Max} = 3h$$

$$= 3(120) = 360 \text{ mm}$$

$$d_{\text{actual}} = h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan}$$

$$= 120 - 20 - \frac{1}{2}(13) = 93,5 \text{ m}$$

$$d_{\text{pakai}} \geq d_{\text{rencana}} = 93,5 \geq 90$$

Kontrol

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times F_c' \times b} = \frac{885 \times 240}{0,85 \times 35 \times 1000} = 7,13$$

$$M_n = A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 885 \times 240 \times \left( 93,5 - \frac{7,13}{2} \right)$$

$$= 19,5 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \times 19,5 \text{ kNm}$$

$$= 17,544 \text{ kNm}$$



$$\mu < \phi M_n$$

$$9,402 \text{ kNm} < 17,544 \text{ kNm (OK)}$$

### Distribusi pembebanan pada pelat atap **Beban Mati (Dead Load)**

Berat Sendiri Pelat = Tebal Pelat x BJ Beton

$$= 0,1 \times 2400 = 240 \text{ Kg/m}^2$$

Plafon + Penggantung

Rangka plafon Aluminium = 10 = 10 Kg/m<sup>2</sup> Plafond Calciboard

/ gypsum = 5 = 5 Kg/m<sup>2</sup>

Beban spesi 2 cm = 0,02 x 2200 = 44 Kg/m<sup>2</sup>

+

---


$$q_{DL} = 299 \text{ Kg/m}^2$$

### **Beban Hidup (Life Load) (SNI 2727:2020 Tabel 4.3-1)**

Beban guna atap dasar (L) = 0,96 10 Kn/m<sup>2</sup>

+

---


$$q_{LL} = 96 \text{ Kg/m}^2$$

### **pasal 2..1)**

$$q_u = 1,2 q_{DL} + 1,6 q_{LL}$$

$$= 1,2 \times 299 + 1,6 \times 96$$

$$= 512,4 \text{ Kg/m}^2$$

$$= 5,124 \text{ kN/m}^2$$

#### *Beban Merata*

Beban Mati

Beban sendiri plat (q<sub>dl</sub>) = 299 kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup

Beban sendiri plat = 96 kg/m<sup>2</sup>

Beban berfaktor (q) = 1,2 (q<sub>dl</sub>) + 1,6 (q<sub>ll</sub>)

$$= 1,2 (299) + 1,6 (96)$$

$$= 512,4 \text{ kg/m}^2$$

$$= 5,124 \text{ KN}$$

$$F_1 = \left( \frac{1}{2} \times a \times t \right) \times 2 \times q$$

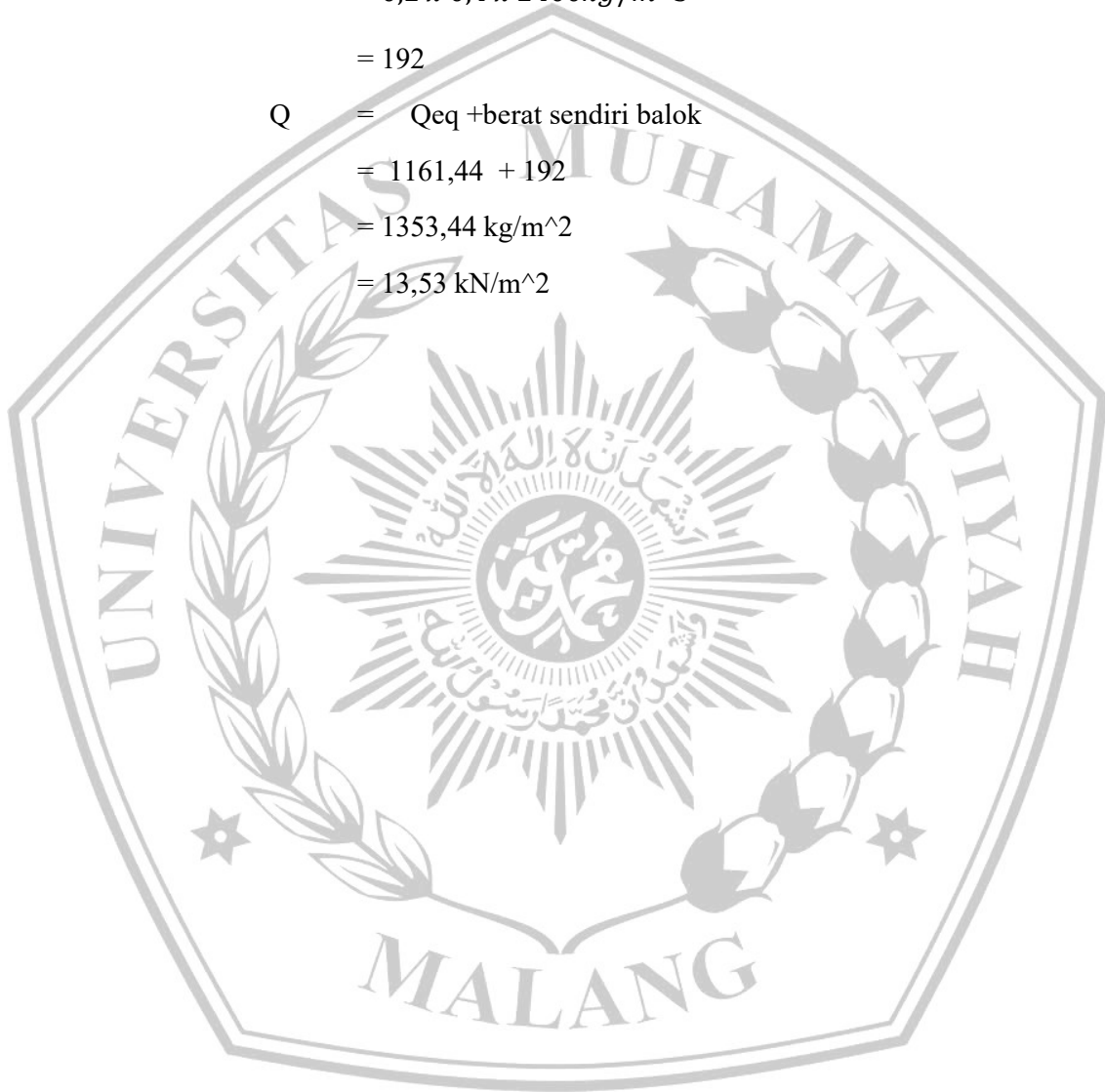
$$= \left( \frac{1}{2} \times 1,5 \times 1,7 \right) \times 2 \times 512,4$$

$$= 1306,6$$

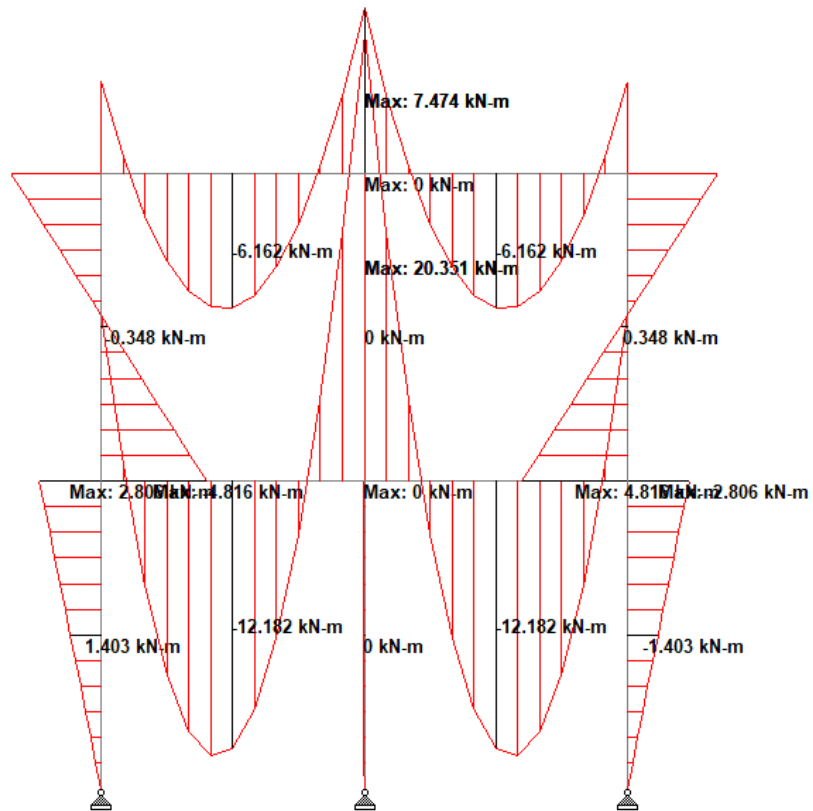
$$\begin{aligned}
 M_{eq} &= M_c \\
 \left(\frac{1}{8} \times Q_{eq} \times L^2\right) &= R \times 1,5 - 1306,62 \times 0,5 \\
 \frac{1}{8} \times Q_{eq} &= 1306,62 \\
 Q_{eq} &= 1161,44 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Berat sendiri balok

$$\begin{aligned}
 &= b \times h \times \rho_{beton} \\
 &= 0,2 \times 0,4 \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 192 \\
 Q &= Q_{eq} + \text{berat sendiri balok} \\
 &= 1161,44 + 192 \\
 &= 1353,44 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 13,53 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$



➤ **PERENCANAAN PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG (20 × 40)**



➤ **PENULANGAN DAERAH TUMPUAN**

- Diketahui :
  - $M_u = 7,474 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - s_b$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Mencari  $R_n$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{7,474 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 240 \times 330^2} = 0,38$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f'c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f'c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \times f'c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,38}{0,85 \times 35}}\right) = 0,002$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f'c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,075$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,075 = 0,056$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{perlu} = 0,002$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,002 \times 200 \times 330 \\ &= 385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

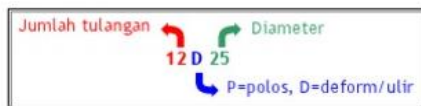
**Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )**

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

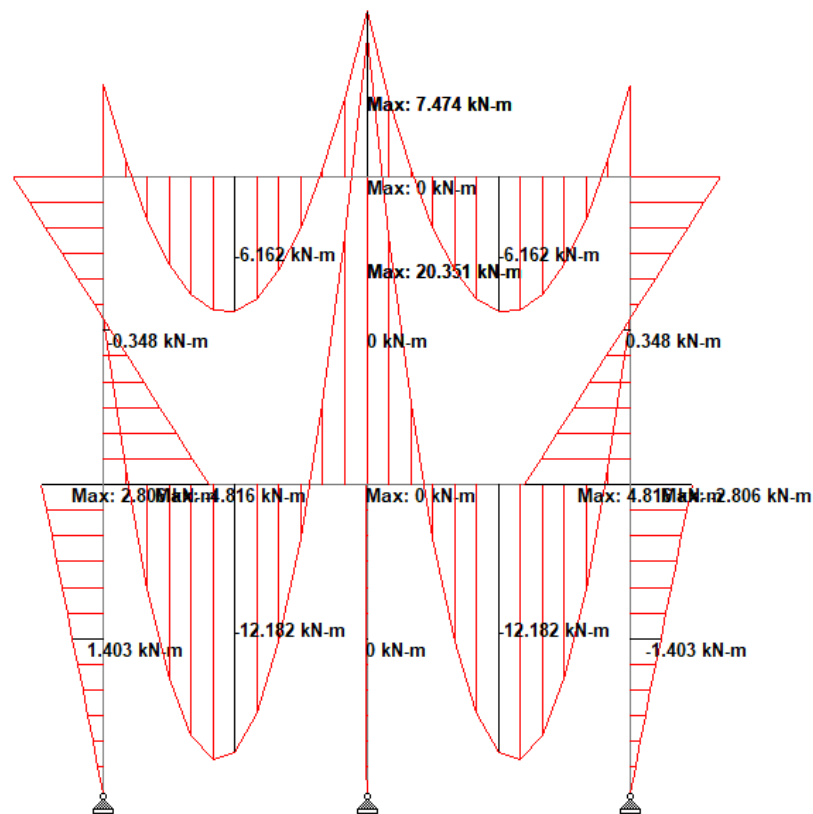
$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,05 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,05}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 32,04 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,04 \text{ kNm}$   
 $= 28,84 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$28,84 \text{ kNm} > 7,474 \text{ kNm (OK)}$**

➤ **PENULANGAN DAERAH LAPANGAN**



- Diketahui :
  - $M_u = 14,927 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - s_b$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{14,927 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 200 \times 330^2} = 0,04$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,04}{0,85 \times 35}}\right) = 0,00018$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,075$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,075 = 0,056$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0058$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0058 \times 200 \times 330 \\ &= 385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

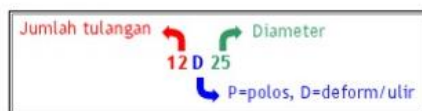
Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 \circ \quad d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 2,14 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{2,14}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 32,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$



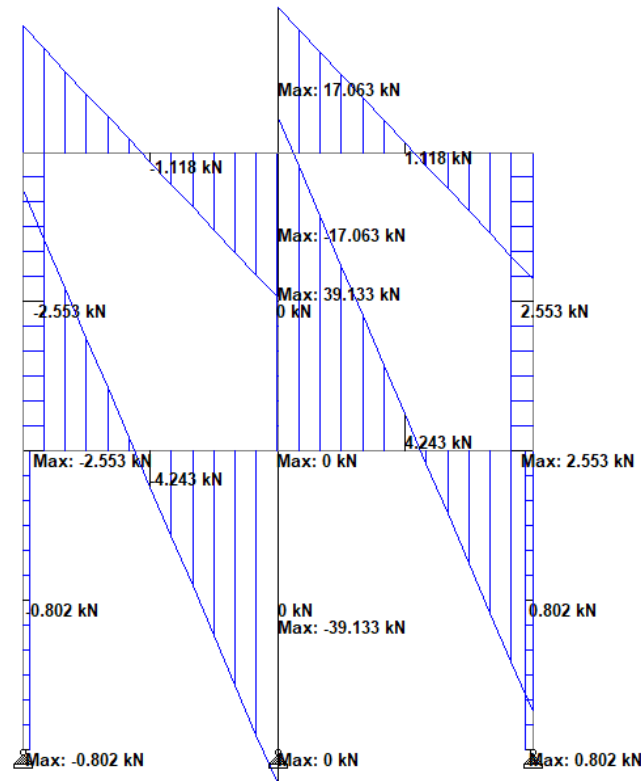
○  $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,71 \text{ kNm}$   
 $= 29,43 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$29,43 \text{ kNm} > 14,927 \text{ kNm (OK)}$**



➤ **PERHITUNGAN SENGGANG BALOK INDUK ATAP MELINTANG**



- $V_u = 17,063 \text{ kN}$   
(diambil dari gaya lintang tumpuan terbesar program STAADPRO)
- $b_w = 200 \text{ mm}$
- $h = 400 \text{ mm}$
- $f_c' = 35 \text{ MPa}$
- $f_y = 240 \text{ MPa}$
- $d = 343,5 \text{ mm}$  ( $d_{\text{aktual}}$ )

➤ **Hitung  $\phi V_c$  ;  $\frac{1}{2} \phi V_c$  ;  $V_{c1}$  ;  $V_{c2}$**

Nilai  $\lambda = 1,0$  untuk beton normal sesuai (SNI 2847-2019)

- $\phi V_c = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c} \times b_w \times d)$   
 $= 0,75 (0,17 \times 1,0 \sqrt{35} \times 200 \times 343,5) \times 10^{-3}$   
 $= 49,784 \text{ kN}$
- $\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 49,784 \text{ kN}$   
 $= 24,89 \text{ Kn}$

- $V_u$  kritis terjadi pada penampang sejarak  $d$  dari muka tumpuan

- $V_u$  kritis 1  $= \frac{x_1 - 1,118}{17,063 - 1,118 \text{ kN}} = \frac{3 - 0,125}{3}$

$$X1 = 16,39 \text{ kN}$$

- $V_u$  kritis 2  $= \frac{x_2 - 1,118}{17,063 - 1,118 \text{ kN}} = \frac{3 - 2,125}{3}$

$$X2 = 5,76 \text{ kN}$$

Persyaratan :

- Jika  $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$  tidak dibutuhkan tulangan geser
- Jika  $\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$  dibutuhkan tulangan geser minimum. Dapat dipasang tulangan sengkang vertikal berdiameter 10 mm dengan jarak maksimum ditentukan.
- Jika  $V_u \geq \phi V_c$  tulangan geser harus disediakan.

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Tumpuan (0,1 m – 2,75 m)**

$$\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \text{ kritis 1} \leq \phi V_c$$

$$41,015 \text{ kN} < 68,254 \text{ kN} < 82,030 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_p^2 \times S}{A_v}$$

$$= \frac{2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000}{382,08}$$

$$= 790 \text{ mm}$$

$$S \leq d/2 = S \leq 171,5 \text{ mm}$$

(Pilih yang paling kecil =  $S \leq 171,5 \text{ mm}$  dipakai  $S=165 \text{ mm}$ )

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Lapangan**

$$V_u \text{ kritis 2} < \frac{1}{2} \phi V_c$$

$$30,281 \text{ kN} < 15,36 \text{ kN} \text{ (Tidak dibutuhkan tulangan geser)}$$

$$S = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{343,5}{2}$$

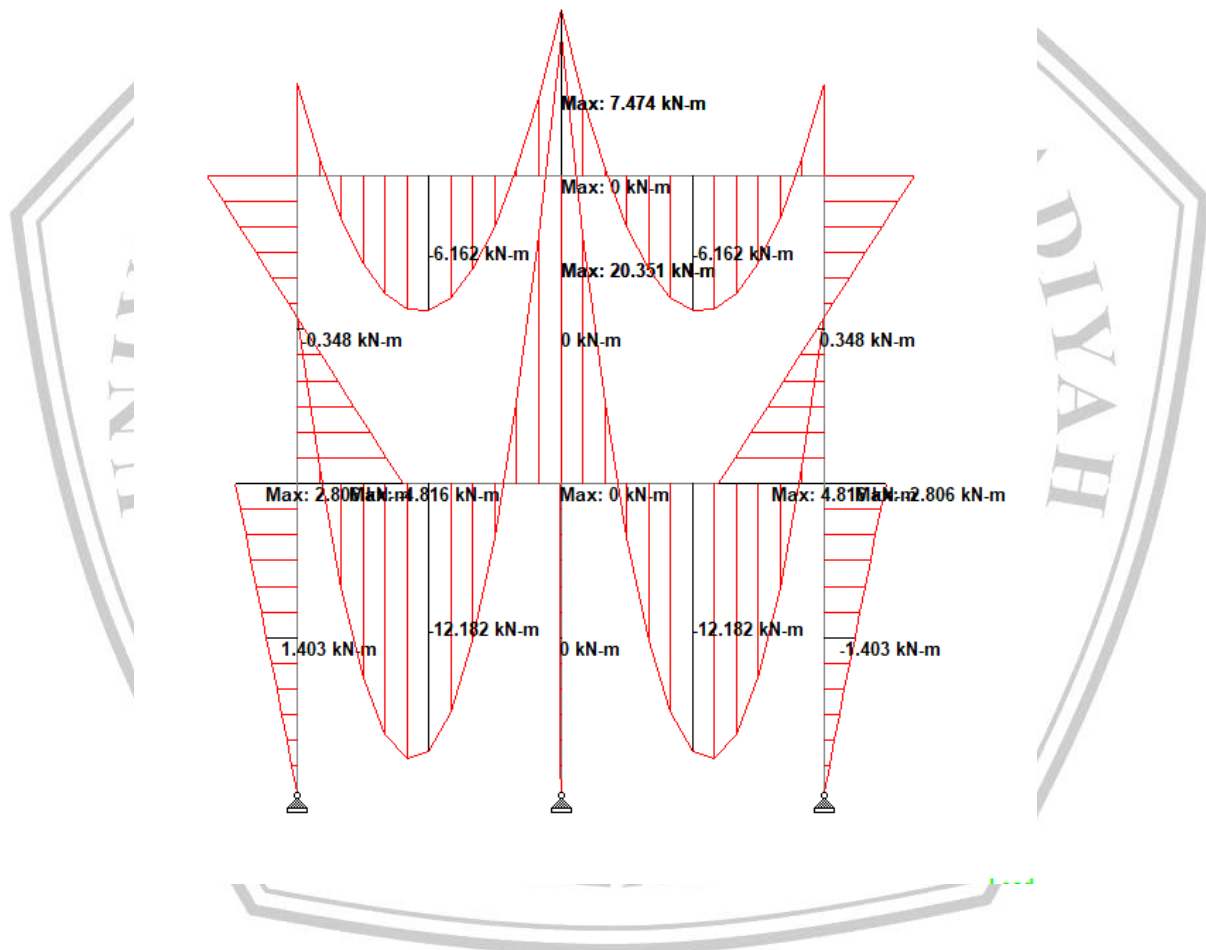
$$= 171,5 \text{ mm}$$

**Dipasang tulangan sengkang minimum  $\phi 10 - 150$  )**

## TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG

TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG				
DAERAH		Mu/Vu	As pakai	Tulangan
TUMPUAN		7,474	398	3 D13
LAPANGAN		6,162	398	4 D13
SENGKANG	TUMPUAN	17,063	150	6-150
	LAPANGAN	1,118	150	6-151

### ➤ PERENCANAAN PENULANGAN BALOK INDUK LANTAI MELINTANG (20 × 40)



### ➤ PENULANGAN DAERAH TUMPUAN

- Diketahui :
  - Mu = 20,351 kNm
  - b = 200 mm
  - h = 400 mm

- $f_c'$  = 35 Mpa
- $f_y$  = 240 Mpa
- $d_{rencana}$  =  $h - sb$   
= 400 mm – 70 mm  
= 330 mm

- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{20,351 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 330^2} = 1,04$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05(f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05(35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,04}{0,85 \times 35}}\right) = 0,004$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,071$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,054$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0056$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0056$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0056 \times 200 \times 330 \\ &= 369 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

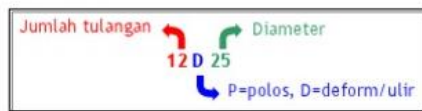
Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

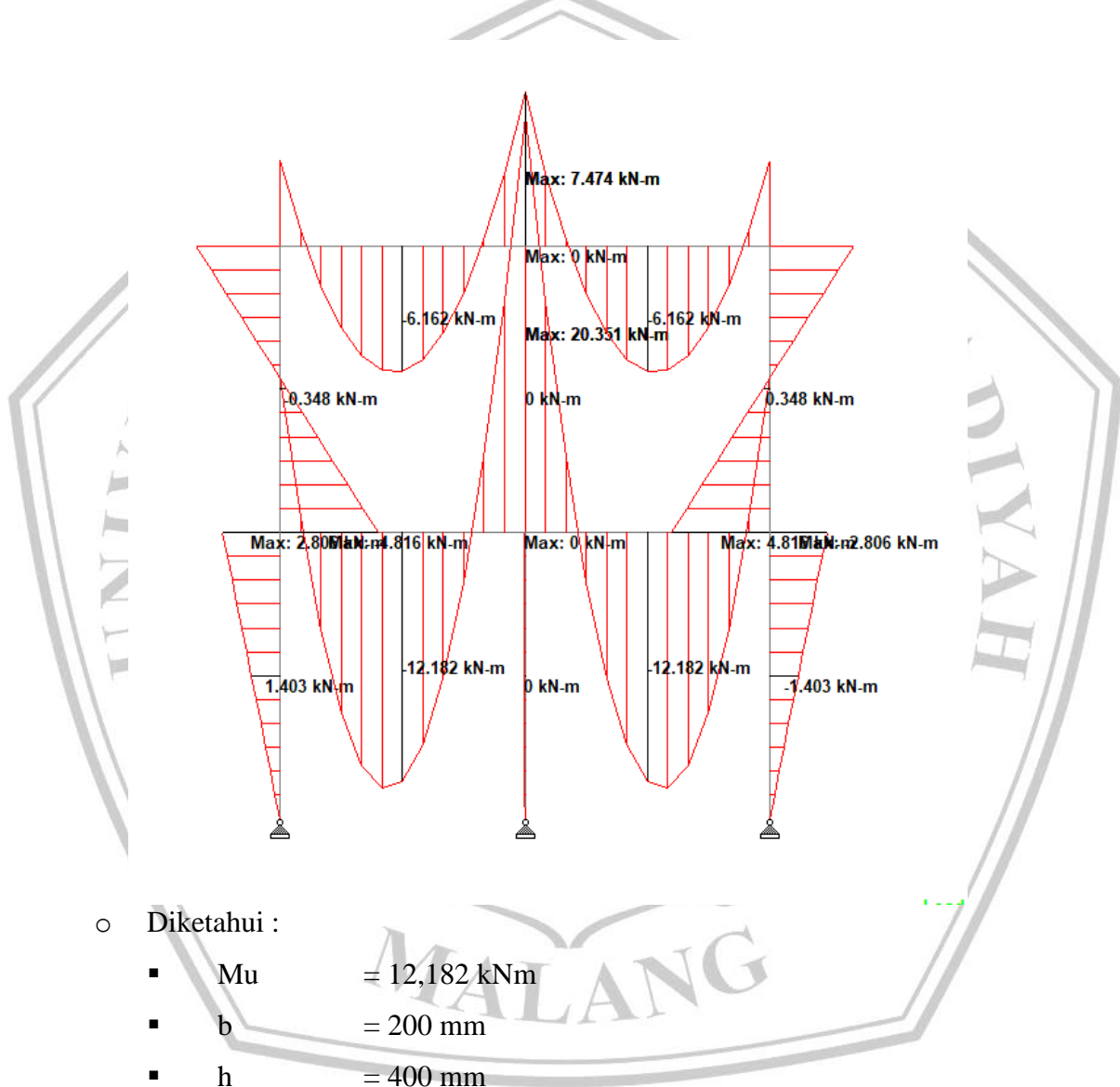
- a  $= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,05 \text{ mm}$
- Mn  $= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)$   
 $= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,05}{2}\right) \times 10^{-6}$   
 $= 32,04 \text{ kNm}$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,04 \text{ kNm}$   
 $= 28,84 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$28,84 \text{ kNm} > 7,474 \text{ kNm (OK)}$**

**PENULANGAN DAERAH LAPANGAN**



- Diketahui :
  - $M_u = 12,182 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - s_b$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Mencari Rn

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{12,182 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 450^2} = 0,08$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,08}{0,85 \times 35}}\right) = 0,00032$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,071$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,053$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0056$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0056$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0056 \times 200 \times 300 \\ &= 396 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

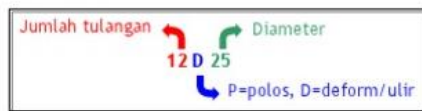


TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 \circ \quad d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

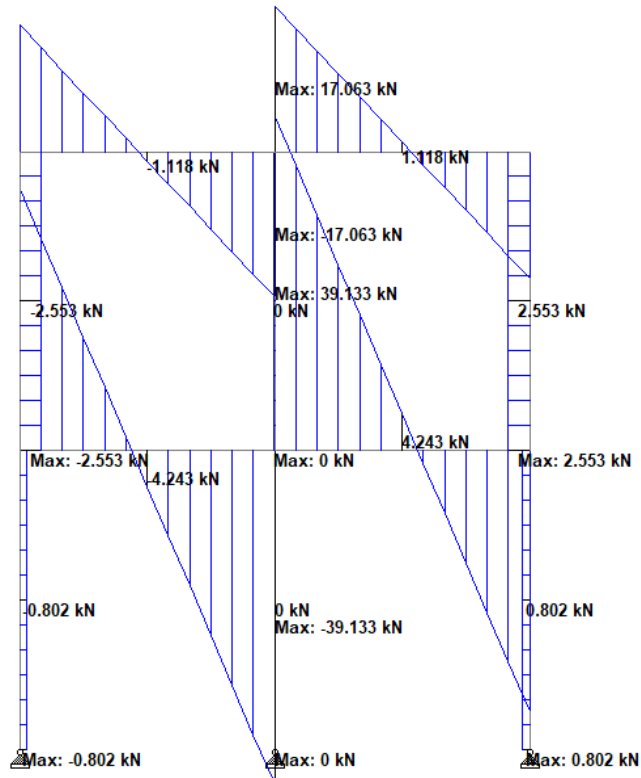
$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,72 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,72}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 33,34 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 33,34 \text{ kNm}$   
 $= 30,01 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$30,01 \text{ kNm} > 12,182 \text{ kNm (OK)}$**

➤ **PERHITUNGAN SENGGANG BALOK INDUK LANTAI MELINTANG**



- $V_u = 39,133 \text{ kN}$   
(diambil dari gaya lintang tumpuan terbesar program STAADPRO)
- $b_w = 200 \text{ mm}$
- $h = 400 \text{ mm}$
- $f_c' = 35 \text{ MPa}$
- $f_y = 240 \text{ MPa}$
- $d = 330 \text{ mm}$

➤ **Hitung  $\phi V_c$  ;  $\frac{1}{2} \phi V_c$  ;  $V_{c1}$  ;  $V_{c2}$**

Nilai  $\lambda = 1,0$  untuk beton normal sesuai (SNI 2847-2019)

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c} \times b_w \times d) \\ &= 0,75 (0,17 \times 1,0 \sqrt{35} \times 250 \times 330) \times 10^{-3} \\ &= 49,784 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \phi V_c &= \frac{1}{2} \times 49,784 \text{ kN} \\ &= 24,89 \text{ kN} \end{aligned}$$

○  $V_{u \text{ kritis}}$  terjadi pada penampang sejarak  $d$  dari muka tumpuan

$$\begin{aligned} \text{○ } V_{u \text{ kritis } 1} &= \frac{x}{162,826} = \frac{6-0,125}{6} \\ \text{X1} &= 16,39 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ } V_{u \text{ kritis } 2} &= \frac{x^2}{162,826} = \frac{6-3}{6} \\ \text{X2} &= 5,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

Persyaratan :

- Jika  $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$  tidak dibutuhkan tulangan geser
- Jika  $\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$  dibutuhkan tulangan geser minimum. Dapat dipasang tulangan sengkang vertikal berdiameter 10 mm dengan jarak maksimum ditentukan.
- Jika  $V_u \geq \phi V_c$  tulangan geser harus disediakan.

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Tumpuan (0,125 m – 3 m)**

$$\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_{u \text{ kritis } 1} \leq \phi V_c$$

$$41,015 \text{ kN} < 68,254 \text{ kN} < 82,030 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_p^2 \times S}{A_v} \\ &= \frac{2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000}{382,08} \\ &= 790 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S \leq d/2 = S \leq 171,5 \text{ mm}$$

(Pilih yang paling kecil =  $S \leq 171,5 \text{ mm}$  dipakai  $S=165 \text{ mm}$ )

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Lapangan**

$$V_{u \text{ kritis } 2} < \frac{1}{2} \phi V_c$$

$$30,281 \text{ kN} < 15,36 \text{ kN} \text{ (Tidak dibutuhkan tulangan geser)}$$

$$\begin{aligned}
 S &= \frac{d}{2} \\
 &= \frac{343,5}{2} \\
 &= 171,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

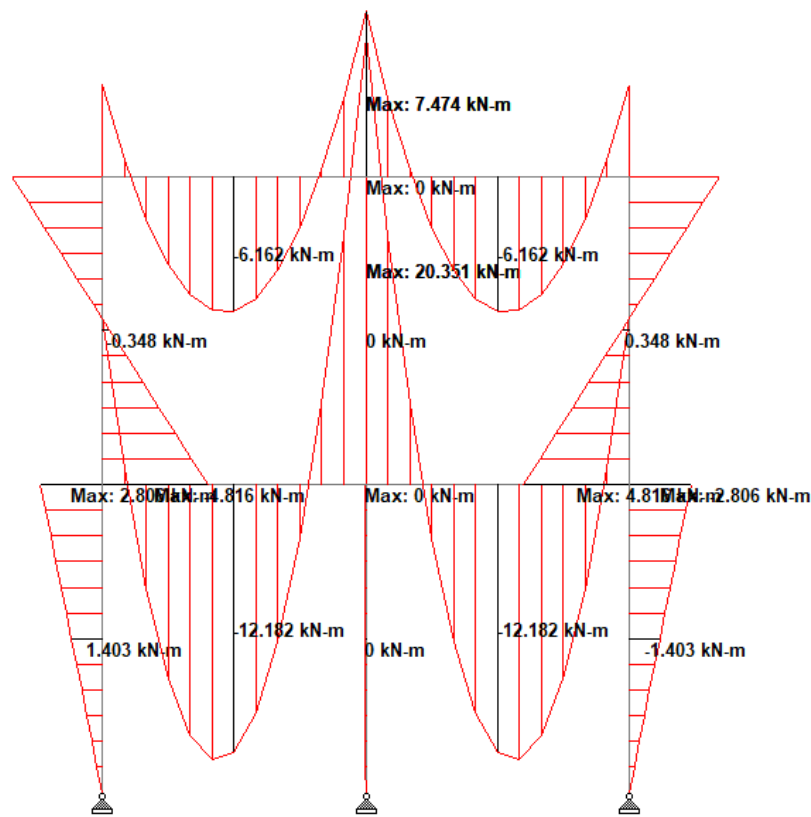
Dipasang tulangan sengkang minimum  $\emptyset 10 - 150$  )

**TABEL PENULANGAN BALOK INDUK LANTAI MELINTANG**

TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG				
DAERAH		Mu/Vu	As pakai	Tulangan
TUMPUAN		20,351	398	3 D13
LAPANGAN		12,182	398	4 D13
SENGKANG	TUMPUAN	39,133	150	6-150
	LAPANGAN	4,243	150	6-150



➤ **PERENCANAAN PENULANGAN BALOK INDUK ATAP  
MEMANJANG (20 × 40)**



➤ **PENULANGAN DAERAH TUMPUAN**

- Diketahui :
  - $M_u = 7,474 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - sb$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{7,474 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 240 \times 330^2} = 0,38$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,38}{0,85 \times 35}}\right) = 0,002$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,075$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,075 = 0,056$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{perlu} = 0,002$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,002 \times 200 \times 330 \\ &= 385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

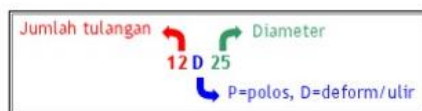
Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \varnothing \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

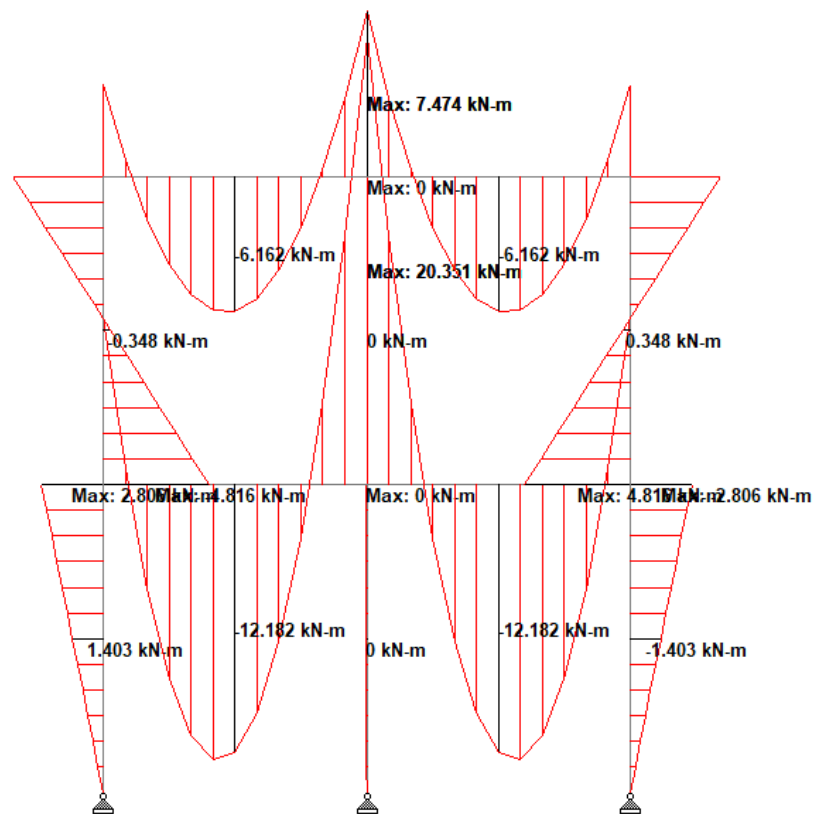
$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,05 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,05}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 32,04 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,04 \text{ kNm}$   
 $= 28,84 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$28,84 \text{ kNm} > 7,474 \text{ kNm (OK)}$**

➤ **PENULANGAN DAERAH LAPANGAN**



- Diketahui :
  - $M_u = 14,927 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - s_b$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$



- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{14,927 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 200 \times 330^2} = 0,04$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,04}{0,85 \times 35}}\right) = 0,00018$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,075$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,075 = 0,056$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0058$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0058$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0058 \times 200 \times 330 \\ &= 385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

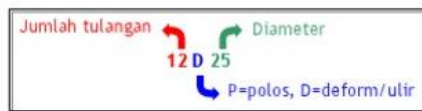
Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 \circ \quad d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

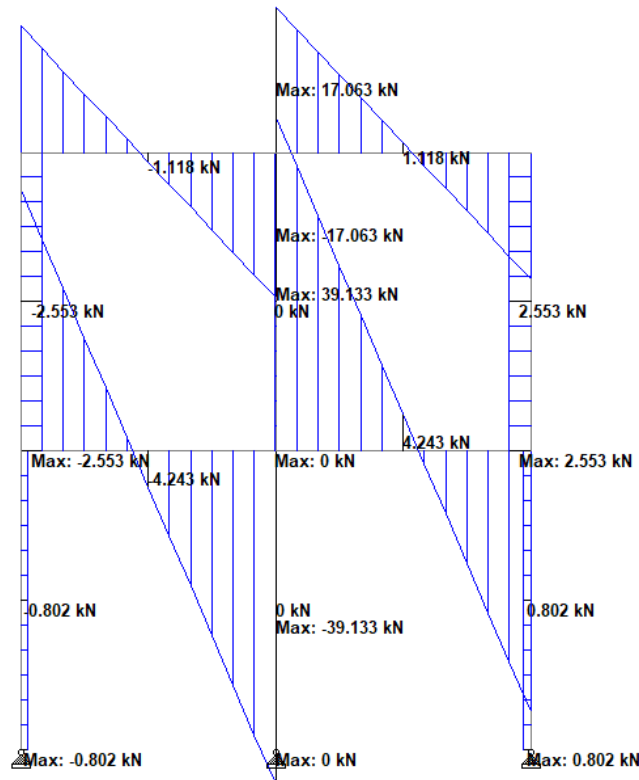
$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 2,14 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{2,14}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 32,71 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,71 \text{ kNm}$   
 $= 29,43 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$29,43 \text{ kNm} > 14,927 \text{ kNm (OK)}$**

**PERHITUNGAN SENGGANG BALOK INDUK ATAP**



**MEMANJANG**

- $V_u = 17,063 \text{ kN}$   
(diambil dari gaya lintang tumpuan terbesar program STAADPRO)
- $b_w = 200 \text{ mm}$
- $h = 400 \text{ mm}$
- $f_c' = 35 \text{ MPa}$
- $f_y = 240 \text{ MPa}$
- $d = 343,5 \text{ mm (daktual)}$

- Hitung  $\phi V_c$ ;  $\frac{1}{2} \phi V_c$ ;  $V_{c1}$ ;  $V_{c2}$

**22.5.5** Nilai  $V_c$  untuk komponen nonprategang tanpa gaya aksial

**22.5.5.1** Untuk komponen nonprategang tanpa gaya aksial,  $V_c$  dihitung dengan persamaan:

$$V_c = 0,17\lambda\sqrt{f_c'}b_wd \quad (22.5.5.1)$$

Nilai  $\lambda = 1,0$  untuk beton normal sesuai (SNI 2847-2019)

- $\phi V_c = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c'} \times b_w \times d)$   
 $= 0,75 (0,17 \times 1,0 \sqrt{35} \times 200 \times 343,5) \times 10^{-3}$   
 $= 49,784 \text{ kN}$
- $\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 49,784 \text{ kN}$   
 $= 24,89 \text{ Kn}$
- $V_u$  kritis terjadi pada penampang sejarak  $d$  dari muka tumpuan
- $V_u$  kritis 1  $= \frac{x_1 - 1,118}{17,063 - 1,118} = \frac{3 - 0,125}{3}$   
 $X_1 = 16,39 \text{ kN}$
- $V_u$  kritis 2  $= \frac{x_2 - 1,118}{17,063 - 1,118} = \frac{3 - 2,125}{3}$   
 $X_2 = 5,76 \text{ kN}$

Persyaratan :

- Jika  $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$  tidak dibutuhkan tulangan geser
- Jika  $\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$  dibutuhkan tulangan geser minimum. Dapat dipasang tulangan sengkang vertikal berdiameter 10 mm dengan jarak maksimum ditentukan.
- Jika  $V_u \geq \phi V_c$  tulangan geser harus disediakan.

- Perhitungan Sengkang Daerah Tumpuan (0,1 m – 2,75 m)

$$\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \text{ kritis } 1 \leq \phi V_c$$

$$41,015 \text{ kN} < 68,254 \text{ kN} < 82,030 \text{ kN}$$

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2$$

$$= 157 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_p^2 \times S}{A_v}$$

$$= \frac{2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000}{382,08}$$

$$= 790 \text{ mm}$$

$$S \leq d/2 = S \leq 171,5 \text{ mm}$$

(Pilih yang paling kecil =  $S \leq 171,5 \text{ mm}$  dipakai  $S=165 \text{ mm}$ )

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Lapangan**

$$V_u \text{ kritis } 2 < \frac{1}{2} \phi V_c$$

30,281 kN < 15,36 kN (Tidak dibutuhkan tulangan geser)

$$S = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{343,5}{2}$$

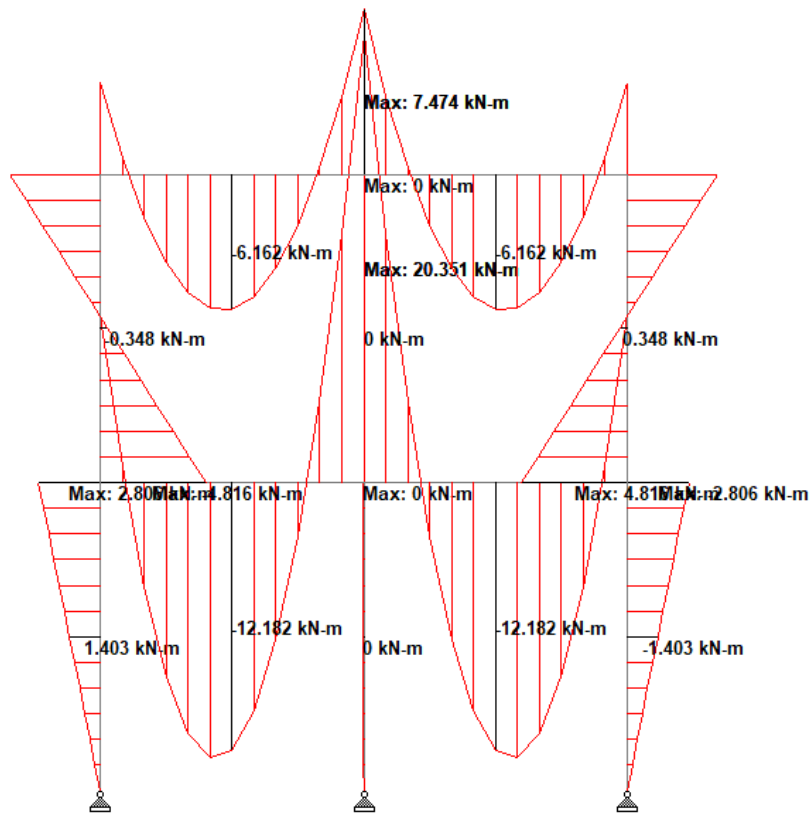
$$= 171,5 \text{ mm}$$

**Dipasang tulangan sengkang minimum  $\phi 10 - 150$  )**

**TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MEMANJANG**

TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG				
DAERAH		Mu/Vu	As pakai	Tulangan
TUMPUAN		7,474	398	3 D13
LAPANGAN		6,162	398	4 D13
SENGKANG	TUMPUAN	17,063	150	6-150
	LAPANGAN	1,118	150	6-151

➤ **PERENCANAAN PENULANGAN BALOK INDUK LANTAI MEMANJANG (20 × 40)**



➤ **PENULANGAN DAERAH TUMPUAN**

- Diketahui :
  - $M_u = 20,351 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - sb$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Persyaratan Kekuatan Desain SNI-2847 2019 (Pasal 10)

- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{20,351 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 330^2} = 1,04$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f'c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f'c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f'c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,04}{0,85 \times 35}}\right) = 0,004$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f'c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,071$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,054$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0056$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0056$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0056 \times 200 \times 330 \\ &= 369 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

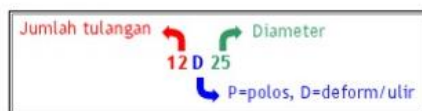
**Dipakai tulangan 3D13 (As = 398 mm<sup>2</sup>)**

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$\begin{aligned}
 \circ \quad a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,05 \text{ mm} \\
 \circ \quad M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,05}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 32,04 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

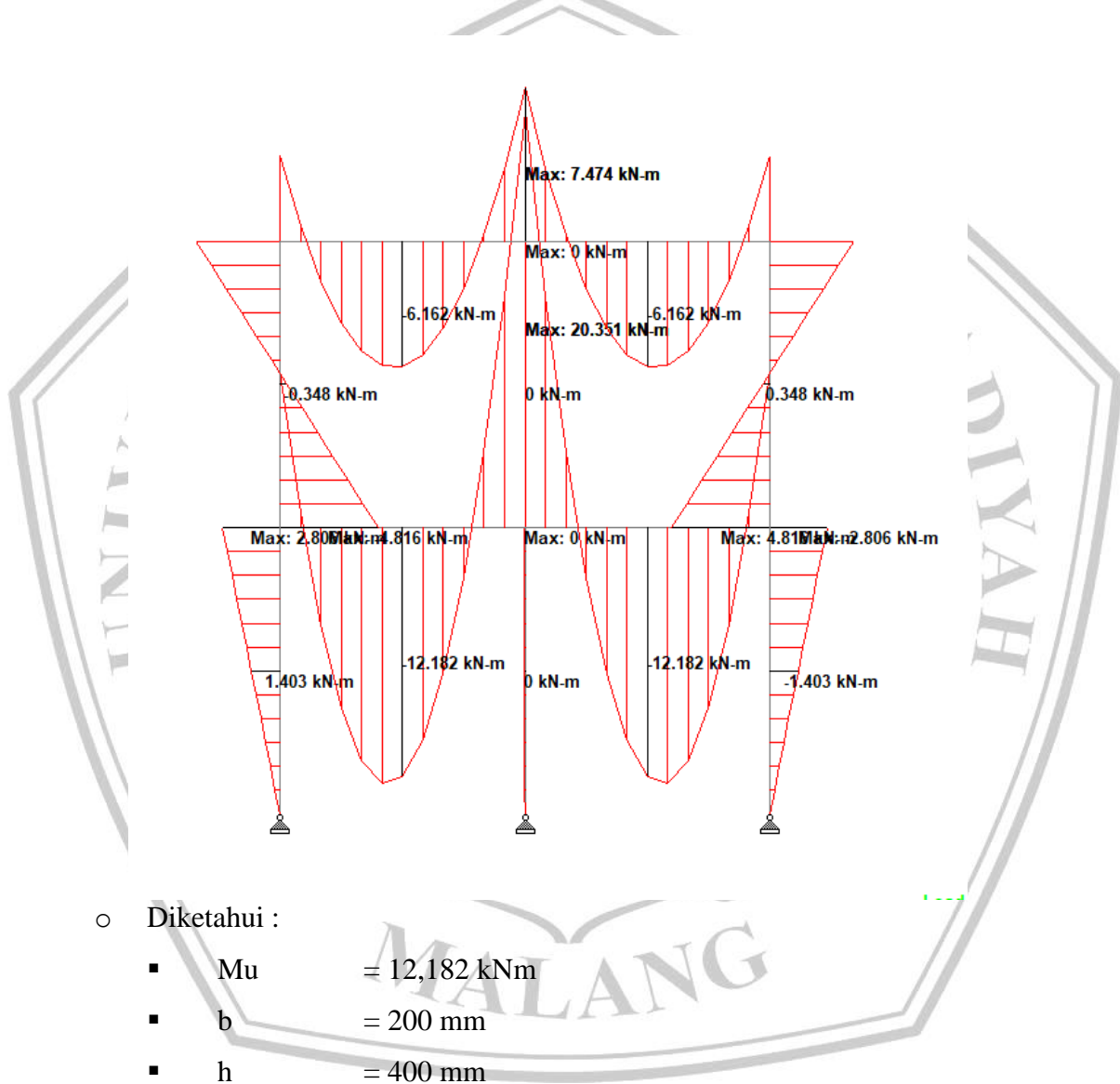


- $M_r = \emptyset \times M_n$   
 $= 0,9 \times 32,04 \text{ kNm}$   
 $= 28,84 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$28,84 \text{ kNm} > 7,474 \text{ kNm (OK)}$**

**PENULANGAN DAERAH LAPANGAN**



- Diketahui :
  - $M_u = 12,182 \text{ kNm}$
  - $b = 200 \text{ mm}$
  - $h = 400 \text{ mm}$
  - $F_c' = 35 \text{ Mpa}$
  - $F_y = 240 \text{ Mpa}$
  - $d_{rencana} = h - sb$   
 $= 400 \text{ mm} - 70 \text{ mm}$   
 $= 330 \text{ mm}$

- Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{12,182 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 250 \times 450^2} = 0,08$$

- Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

- Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,08}{0,85 \times 35}}\right) = 0,00032$$

- Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left(\frac{600}{600 + f_y}\right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left(\frac{600}{600 + 240}\right) = 0,071$$

- Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,053$$

- Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,0056$$

Maka :

Dipakai  $\rho_{min} = 0,0056$  (OKE)

- **Luas Tulangan Tarik**

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,0056 \times 200 \times 300 \\ &= 396 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

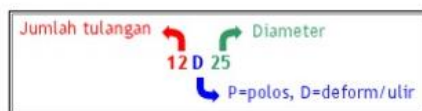
Dipakai tulangan 3D13 ( $A_s = 398 \text{ mm}^2$ )

TABEL LUAS TULANGAN

• Tulangan Balok dan Kolom (mm<sup>2</sup>)

Jumlah (buah)	Diameter (mm)								
	Polos			Deform / Ulir					
	8	10	12	13	16	19	22	25	29
1	50	79	113	133	201	284	380	491	661
2	101	157	226	265	402	567	760	982	1321
3	151	236	339	398	603	851	1140	1473	1982
4	201	314	452	531	804	1134	1521	1963	2642
5	251	393	565	664	1005	1418	1901	2454	3303
6	302	471	679	796	1206	1701	2281	2945	3963
7	352	550	792	929	1407	1985	2661	3436	4624
8	402	628	905	1062	1608	2268	3041	3927	5284
9	452	707	1018	1195	1810	2552	3421	4418	5945
10	503	785	1131	1327	2011	2835	3801	4909	6605
11	553	864	1244	1460	2212	3119	4181	5400	7266
12	603	942	1357	1593	2413	3402	4562	5890	7926
13	653	1021	1470	1726	2614	3686	4942	6381	8587
14	704	1100	1583	1858	2815	3969	5322	6872	9247
15	754	1178	1696	1991	3016	4253	5702	7363	9908
16	804	1257	1810	2124	3217	4536	6082	7854	10568
17	855	1335	1923	2256	3418	4820	6462	8345	11229
18	905	1414	2036	2389	3619	5104	6842	8836	11889
19	955	1492	2149	2522	3820	5387	7223	9327	12550
20	1005	1571	2262	2655	4021	5671	7603	9817	13210
21	1056	1649	2375	2787	4222	5954	7983	10308	13871
22	1106	1728	2488	2920	4423	6238	8363	10799	14531
23	1156	1806	2601	3053	4624	6521	8743	11290	15192
24	1206	1885	2714	3186	4825	6805	9123	11781	15852
25	1257	1963	2827	3318	5027	7088	9503	12272	16513
26	1307	2042	2941	3451	5228	7372	9883	12763	17174
27	1357	2121	3054	3584	5429	7655	10264	13254	17834
28	1407	2199	3167	3717	5630	7939	10644	13744	18495
29	1458	2278	3280	3849	5831	8222	11024	14235	19155
30	1508	2356	3393	3982	6032	8506	11404	14726	19816

Contoh :  
 8 P 12 = 905 mm<sup>2</sup>  
 12 D 25 = 5890 mm<sup>2</sup>



[purbelaras.wordpress.com](http://purbelaras.wordpress.com)

$$\begin{aligned}
 d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\
 &= 400 \text{ mm} - 40 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) \\
 &= 343,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

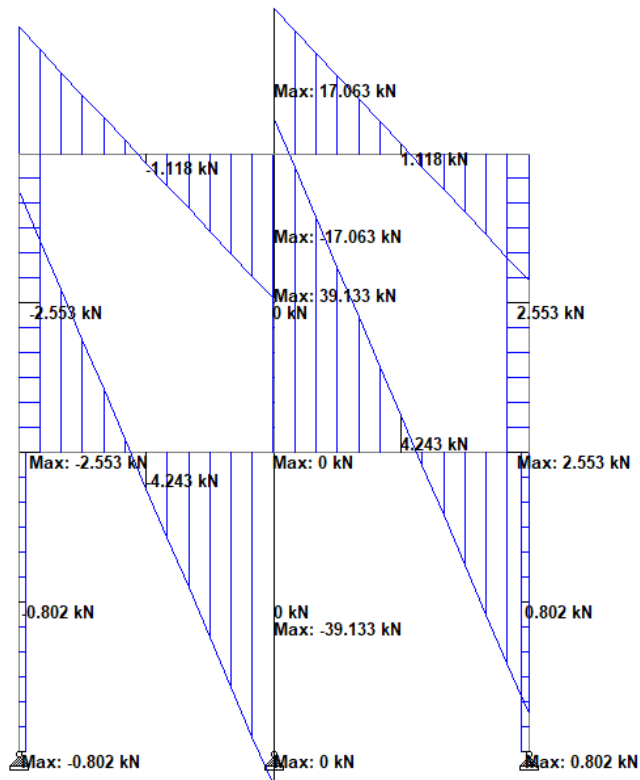
$$\begin{aligned}
 \circ \ a &= \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{398 \times 240}{0,85 \times 35 \times 200} = 16,72 \text{ mm} \\
 \circ \ M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\
 &= 398 \times 240 \left(343,5 - \frac{16,72}{2}\right) \times 10^{-6} \\
 &= 33,34 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- $M_r = \phi \times M_n$   
 $= 0,9 \times 33,34 \text{ kNm}$   
 $= 30,01 \text{ kNm}$

**$M_r > M_u$**

**$30,01 \text{ kNm} > 12,182 \text{ kNm (OK)}$**

➤ **PERHITUNGAN SENGGANG BALOK INDUK LANTAI MEMANJANG**



- $V_u = 39,133 \text{ kN}$   
(diambil dari gaya lintang tumpuan terbesar program STAADPRO)
- $b_w = 200 \text{ mm}$
- $h = 400 \text{ mm}$
- $f_c' = 35 \text{ MPa}$
- $f_y = 240 \text{ MPa}$
- $d = 330 \text{ mm}$

➤ **Hitung  $\phi V_c$  ;  $\frac{1}{2} \phi V_c$  ;  $V_{c1}$  ;  $V_{c2}$**

Nilai  $\lambda = 1,0$  untuk beton normal sesuai (SNI 2847-2019)

$$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi (0,17 \lambda \sqrt{f_c} \times b_w \times d) \\ &= 0,75 (0,17 \times 1,0 \sqrt{35} \times 250 \times 330) \times 10^{-3} \\ &= 49,784 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \phi V_c &= \frac{1}{2} \times 49,784 \text{ kN} \\ &= 24,89 \text{ kN} \end{aligned}$$

○  $V_{u \text{ kritis}}$  terjadi pada penampang sejarak  $d$  dari muka tumpuan

$$\begin{aligned} \text{○ } V_{u \text{ kritis } 1} &= \frac{x}{162,826} = \frac{6-0,125}{6} \\ \text{X1} &= 16,39 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ } V_{u \text{ kritis } 2} &= \frac{x^2}{162,826} = \frac{6-3}{6} \\ \text{X2} &= 5,76 \text{ kN} \end{aligned}$$

Persyaratan :

○ Jika  $V_u < \frac{1}{2} \phi V_c$  tidak dibutuhkan tulangan geser

○ Jika  $\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$  dibutuhkan tulangan geser minimum. Dapat dipasang tulangan sengkang vertikal berdiameter 10 mm dengan jarak maksimum ditentukan.

○ Jika  $V_u \geq \phi V_c$  tulangan geser harus disediakan.

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Tumpuan (0,125 m – 3 m)**

$$\frac{1}{2} \phi V_c \leq V_{u \text{ kritis } 1} \leq \phi V_c$$

$$41,015 \text{ kN} < 68,254 \text{ kN} < 82,030 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} A_v &= 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 10^2 \\ &= 157 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S &= \frac{n \times \frac{1}{4} \times \pi \times d_p^2 \times S}{A_v} \\ &= \frac{2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 1000}{382,08} \\ &= 790 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$S \leq d/2 = S \leq 171,5 \text{ mm}$$

(Pilih yang paling kecil =  $S \leq 171,5 \text{ mm}$  dipakai  $S=165 \text{ mm}$ )

➤ **Perhitungan Sengkang Daerah Lapangan**

$$V_{u \text{ kritis } 2} < \frac{1}{2} \phi V_c$$

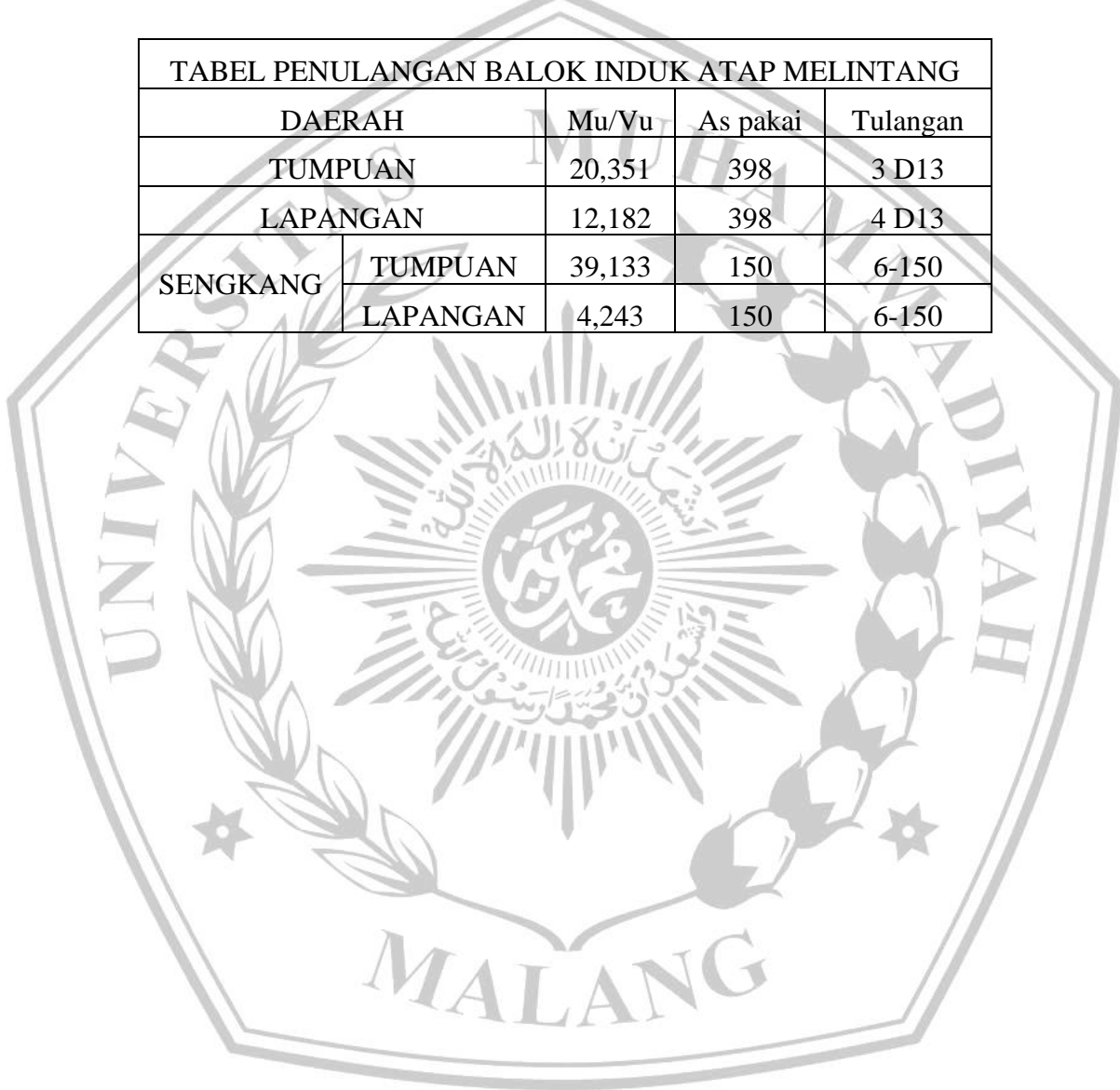
30,281 kN < 15,36 kN (Tidak dibutuhkan tulangan geser)

$$\begin{aligned} S &= \frac{d}{2} \\ &= \frac{343,5}{2} \\ &= 171,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

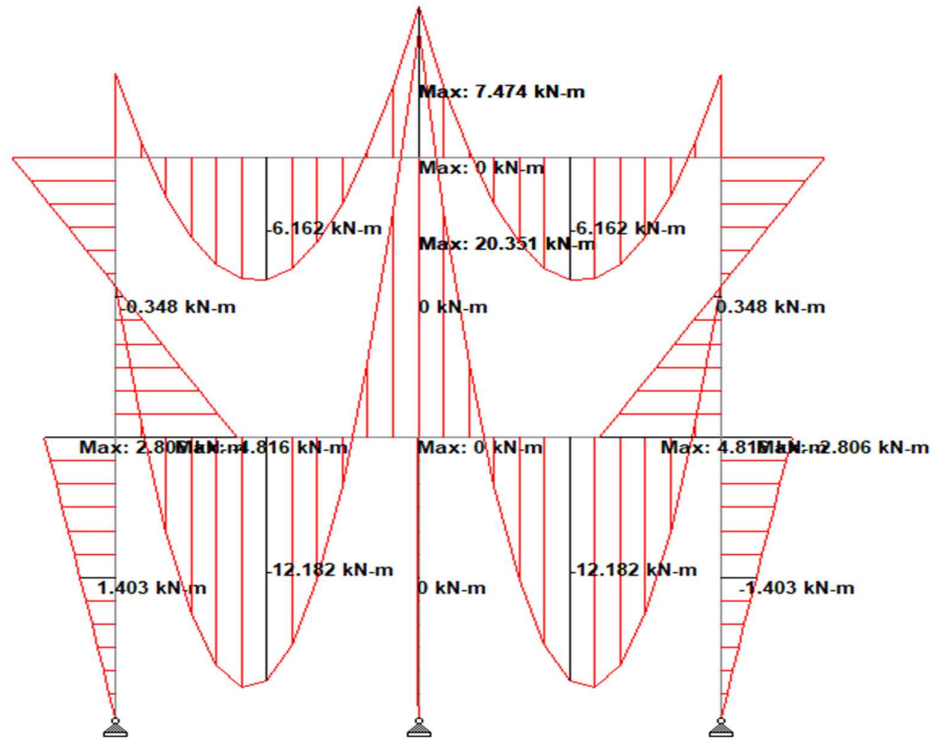
Dipasang tulangan sengkang minimum  $\emptyset 10 - 150$  )

**TABEL PENULANGAN BALOK INDUK LANTAI MELINTANG**

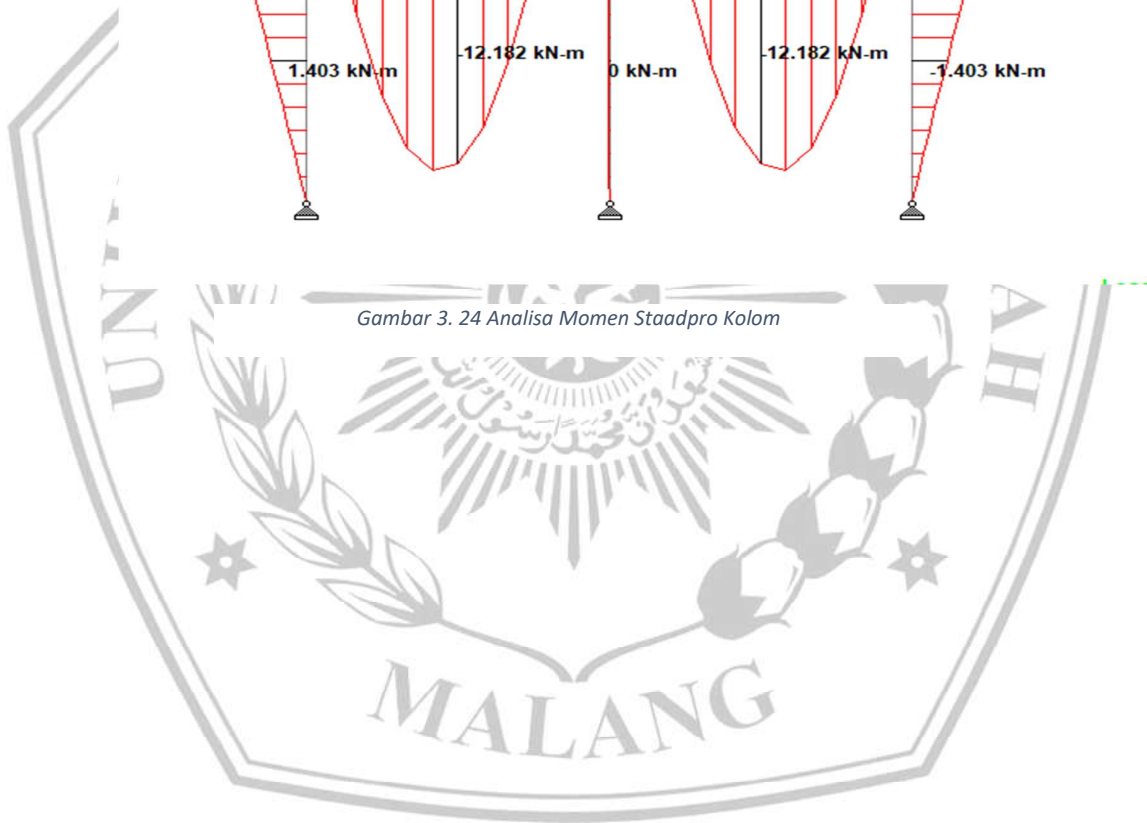
TABEL PENULANGAN BALOK INDUK ATAP MELINTANG				
DAERAH		Mu/Vu	As pakai	Tulangan
TUMPUAN		20,351	398	3 D13
LAPANGAN		12,182	398	4 D13
SENGKANG	TUMPUAN	39,133	150	6-150
	LAPANGAN	4,243	150	6-150

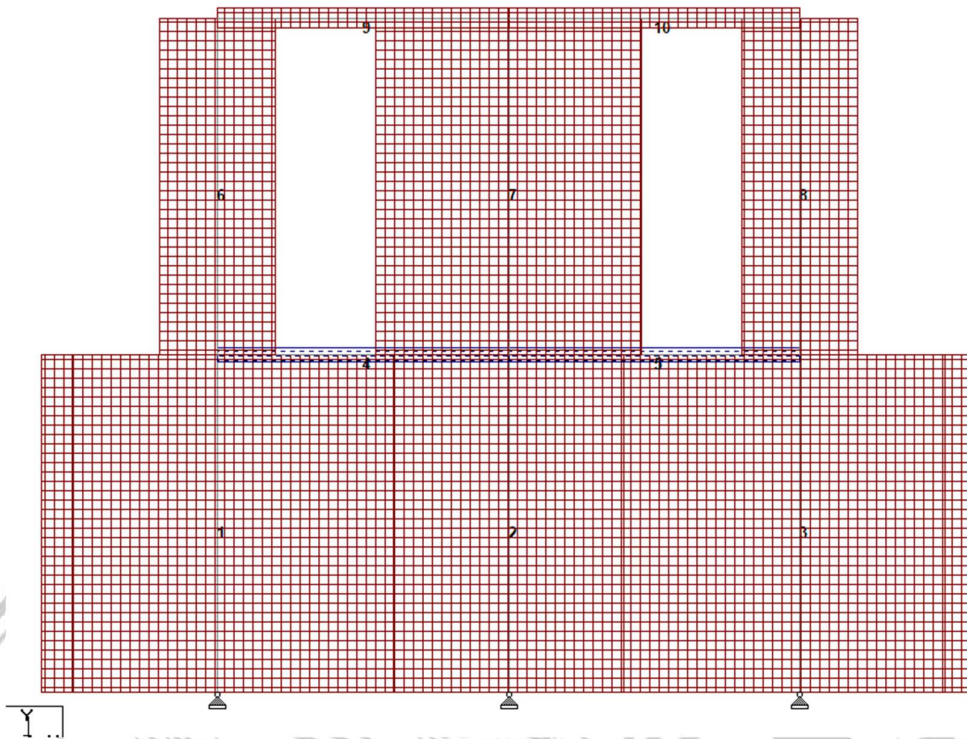


## PERENCANAAN KOLOM MELINTANG (15X30)



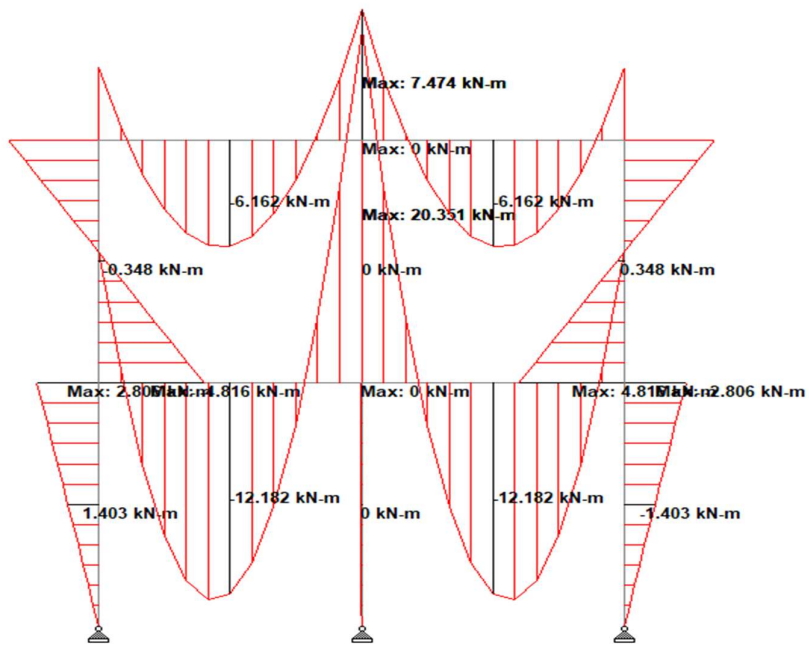
Gambar 3. 24 Analisa Momen Staadpro Kolom





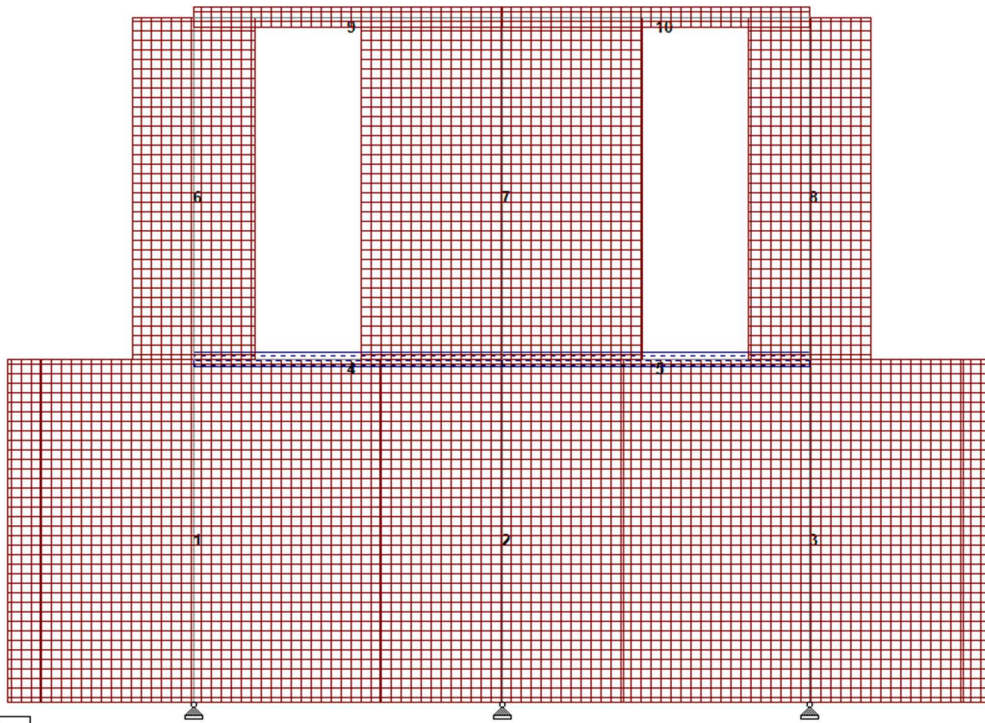
Gambar 3. 25 Analisa StaadPro Axial Kolom

**PERENCANAAN KOLOM MEMANJANG (15X30)**



Gambar 3. 26 Analisa StaadPro Axial Kolom





Gambar 3. 27 Analisa StaadPro Momen Kolom

**Perhitungan kolom lantai 1**

**Data perencanaan arah x (Memanjang)**

$P_{ux} = 108,876 \text{ kN (Max)}$

$M_{ux} = 1,972 \text{ kNm (Max)}$

**Data perencanaan arah y (Melintang)**

$P_{uy} = 112,392 \text{ kN (Max)}$

$M_{uy} = 2,806 \text{ kNm (Max)}$

**Data perencanaan umum (perhitungan)**

$P_u = P_{ux} + P_{uy}$   
 $= 108,876 \text{ kN} + 112,392 \text{ kN}$   
 $= 221,268 \text{ kN (Max)}$

$M_u = M_{ux} + M_{uy}$   
 $= 1,972 \text{ kNm} + 2,806 \text{ kNm}$   
 $= 4,778 \text{ kNm (Max)}$

**Menentukan kolom pendek atau panjang**

$E_c = 4700 \times \sqrt{f'c}$   
 $= 4700 \times \sqrt{35}$   
 $= 27805,57 \text{ Mpa}$

$$\begin{aligned}
 I_{g \text{ kolom}} &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 150 \times 300^3 \\
 &= 337500000 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_K &= 0,7 \times I_{g \text{ kolom}} \\
 &= 0,7 \times 337500000 \text{ mm}^4 \\
 &= 236250000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{kolom}} &= 3500 - 300 \\
 &= 3200 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{EI}{LK} &= \frac{EI}{LK} \\
 &= \frac{27805,57 \times 236250000}{3200} = 2,053 \times 10^9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{g \text{ Balok}} &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 200 \times 400^3 \\
 &= 1066666667 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_{g \text{ Balok}} &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\
 &= \frac{1}{12} \times 200 \times 400^3 \\
 &= 1066666667 \text{ mm}^4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_B &= 0,7 \times I_{g \text{ balok}} \\
 &= 0,7 \times 1066666667 \\
 &= 746666666,7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_B &= 0,7 \times I_{g \text{ balok}} \\
 &= 0,7 \times 1066666667 \\
 &= 746666666,7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{Balok}} &= 6000 - 300 \\
 &= 5700 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L_{\text{Balok}} &= 7000 - 300 \\
 &= 6700 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{EI}{LB} &= \frac{EI}{LB} \\
 &= \frac{27805,57 \times 746666666,7}{5700} \\
 &= 3,642 \times 10^9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{EI}{LB} &= \frac{EI}{LB} \\
 &= \frac{27805,57 \times 746666666,7}{6700} \\
 &= 3,099 \times 10^9
 \end{aligned}$$

$$\psi_A = \frac{\sum (EI/LK)}{\sum (EI/LB)}$$

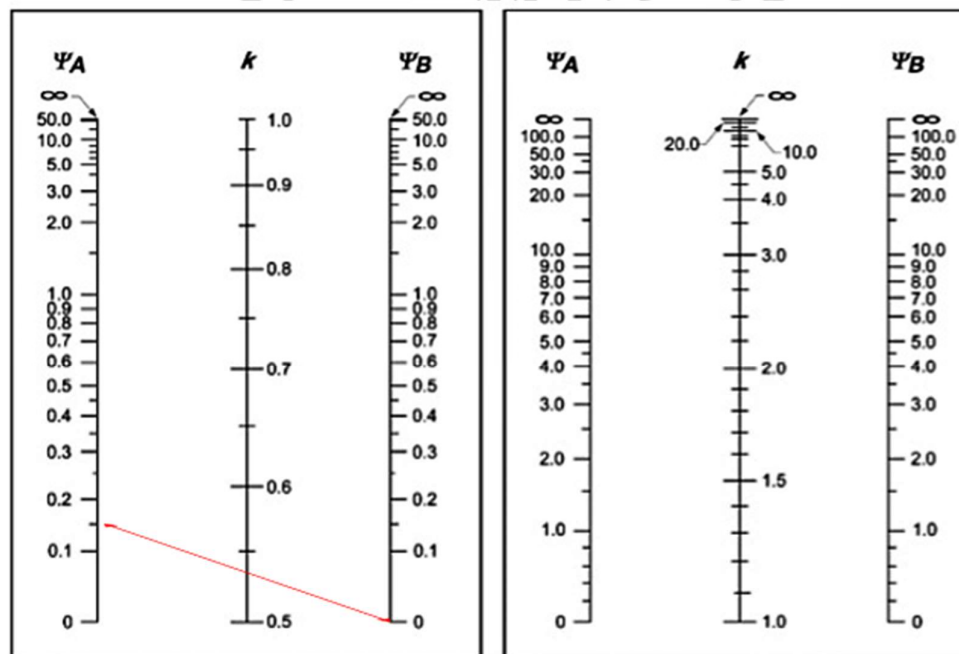
$$= \frac{1 \times 2,053 \times 10^9}{2 \times 3,642 \times 10^9 + 2 \times 3,099 \times 10^9}$$

$$= 0,15$$

$$\psi_A = \frac{\sum (EI/LK)}{\sum (EI/LB)}$$

=0 (Jepit)

Grafik 3. 1 Grafik Nilai K



(a) Rangka tidak bergoyang

(b) Rangka bergoyang

Dari Nomogram, didapat panjang efektif nilai  $K = 0,54$

$$r = \frac{\sqrt{I}}{A} \times h = \frac{\sqrt{337500000}}{150 \times 300} \times 300 = 122,474 \text{ mm}$$

$$\frac{K \times Lu}{r} = \frac{0,54 \times (3500 - \frac{300}{2})}{122,474} = 14,770 < 22 \text{ (Kolom Pendek)}$$

### Perencanaan Kolom Pendek

Perencanaan kolom

$$P_u = 221,268 \text{ kN (max)}$$

$$M_{uy} = 4,778 \text{ kNm (max)}$$

$$e = \frac{Mu}{Pu} = \frac{221,268}{4,778}$$

$$= 0,022 \text{ m} = 22 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 h = 0,1 \times 300 = 30 \text{ mm (dipakai)}$$

$$A_g = b \times h$$

$$= 150 \times 300 = 45000 \text{ mm}^2$$

Penulangan kolom dipakai  $1\% A_c < A_s < 4\% A_c$

Dicoba  $\rho_g = 1\%$

$$A_{st} = 0,01 \times 45000$$

$$= 450 \text{ mm}^2 \text{ (dipakai tulangan } 10D8 \text{ (} A_{st} = 503 \text{ mm}^2\text{))}$$

Tabel 3. 30 Diameter Tulangan

Jumlah (buah)	Diameter Nominal (mm)																	
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29	d-32	d-36	d-40	d-50	d-54	d-57
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	-	-
1	28	50	79	113	133	154	201	284	380	491	616	661	804	1018	1257	1963	2290	2552
2	57	101	157	226	265	308	402	567	760	982	1232	1321	1608	2036	2513	3927	4580	5104
3	85	151	236	339	398	462	603	851	1140	1473	1847	1982	2413	3054	3770	5890	6871	7655
4	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642	3217	4072	5027	7854	9161	10207
5	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303	4021	5089	6283	9817	11451	12759
6	170	302	471	679	796	924	1206	1701	2281	2945	3695	3963	4825	6107	7540	11781	13741	15311
7	198	352	550	792	929	1078	1407	1985	2661	3436	4310	4624	5630	7125	8796	13744	16032	17862
8	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284	6434	8143	10053	15708	18322	20414
9	254	452	707	1018	1195	1385	1810	2552	3421	4418	5542	5945	7238	9161	11310	17671	20612	22966
10	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605	8042	10179	12566	19635	22902	25518
11	311	553	864	1244	1460	1693	2212	3119	4181	5400	6773	7266	8847	11197	13823	21598	25192	28069
12	339	603	942	1357	1593	1847	2413	3402	4562	5890	7389	7926	9651	12215	15080	23562	27483	30621
13	368	653	1021	1470	1726	2001	2614	3686	4942	6381	8005	8587	10455	13232	16336	25525	29773	33173
14	396	704	1100	1583	1858	2155	2815	3969	5322	6872	8621	9247	11259	14250	17593	27489	32063	35725
15	424	754	1178	1696	1991	2309	3016	4253	5702	7363	9236	9908	12064	15268	18850	29452	34353	38276
16	452	804	1257	1810	2124	2463	3217	4536	6082	7854	9852	10568	12868	16286	20106	31416	36644	40828
17	481	855	1335	1923	2256	2617	3418	4820	6462	8345	10468	11229	13672	17304	21363	33379	38934	43380

### Pemeriksaan Kekuatan Penampang arah y

$$d \text{ pakai} = 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 = 246 \text{ mm}$$

$$d' = 40 + 10 + \frac{1}{2}D8 = 54 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \quad A_s = A_s' = 4D8 = 201 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{503 \times 240}{0,85 \times 35 \times 150} = 27,052 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 201 \times 240 \left( 246 - \frac{27,052}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 11,215 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned}
 MR &= \phi Mn &> Mu_y \\
 &= 0,9 \times 11,215 &> Mu_y \\
 &= 10,093 \text{ kNm} &> 2,806 \text{ kNm (OKE)}
 \end{aligned}$$

### Pemeriksaan Kekuatan Penampang arah x

$$\begin{aligned}
 d \text{ pakai} &= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 & d' &= 40 + 10 + \frac{1}{2}D8 \\
 &= 246 \text{ mm} & &= 54 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} & As = As' &= 2D8 = 101 \text{ mm} \\
 &= \frac{503 \times 240}{0,85 \times 35 \times 150} = 27,052 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn &= As \times fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\
 &= 101 \times 240 \left( 246 - \frac{27,052}{2} \right) \times 10^{-6} \\
 &= 5,635 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 MR &= \phi Mn &> Mu_y \\
 &= 0,9 \times 5,635 &> Mu_y \\
 &= 5,072 \text{ kNm} &> 1,972 \text{ kNm (OKE)}
 \end{aligned}$$

### Kondisi Balance (pemeriksaan Pu terhadap kondisi seimbang)

$$\begin{aligned}
 d \text{ pakai} &= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 & d' &= 40 + 10 + \frac{1}{2}D8 \\
 &= 246 \text{ mm} & &= 54 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_b &= 246 \times \left( \frac{300}{300+2} \right) \\
 &= 136,667 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$A_b = \beta \times C_b = 0,85 \times 136,667 = 116,167 \text{ mm}$$

Pemeriksaan regangan pada masing-masing tulangan:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{s1}' &= \frac{Cb-d'}{Cb} \times 0,003 \\
 &= \frac{136,667-54}{136,667} \times 0,003 = 1,8 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_{s1}' &= Es' \times \varepsilon_{s1}' \\
 &= 2 \times 10^5 \times (1,8 \times 10^{-3}) \\
 &= 360 \text{ MPa} \geq fy = 240 \\
 &= 240 \text{ MPa (dipakai)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_{s1}' &= \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \times 3 \\
 &= \left( \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \right) \times 3 = 150,72 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{s2}' &= \frac{Cb-d}{Cb} \times 0,003 \\ &= \frac{136,667-108}{136,667} \times 0,003 = 6,3 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{s2}' &= E_s' \times \varepsilon_{s1}' \\ &= 2 \times 10^5 \times (6,3 \times 10^{-4}) \\ &= 126 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s2}' &= \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2\right) \times 2 = 100,48 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{s3} &= \frac{d'-Cb}{Cb} \times 0,003 \\ &= \frac{162-136,667}{136,667} \times 0,003 = 2,4 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{s3} &= E_s \times \varepsilon_{s1} \\ &= 2 \times 10^5 \times (2,4 \times 10^{-3}) \\ &= 112 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s3} &= \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2\right) \times 2 = 100,48 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{s4} &= \frac{d'-Cb}{Cb} \times 0,003 \\ &= \frac{246-136,667}{136,667} \times 0,003 = 5,6 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{s4} &= E_s \times \varepsilon_{s1} \\ &= 2 \times 10^5 \times (5,6 \times 10^{-4}) \\ &= 240 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s4} &= \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \times 3 \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2\right) \times 3 = 150,72 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan disajikan dalam bentuk tabel;

Tabel 3. 31 Rekapitulasi Kolom

	Cs1	Cs2
As' (mm <sup>2</sup> )	150,72	100,48
fs' / fy (Mpa)	240	240
As' x (fs' / fy) (N)	36172,8	24115,2
Σ Cs1 + Cs2 ( N )	60288	

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= C_c + \Sigma C_s - \Sigma T \\
 &= (0,85 \times f_c' \times a_b \times b) + \Sigma C_s - \Sigma T \\
 &= [(0,85 \times 35 \times 116,167 \times 300) + 60288 - 60288] \times 10^{-3} \\
 &= 518,394 \text{ kN} > 221,268 \text{ kN (keruntuhan tarik)}
 \end{aligned}$$

Kapasitas penampang pada keruntuhan Tarik

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{240}{0,85 \times 35} = 8,067$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{503}{150 \times 246} = 0,014$$

$$P_n = 0,85 \times f_c' \times b \times d \left[ \frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d}\right)^2 + 2mp \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right] \times 10^{-3}$$

$$P_n = 0,85 \times 35 \times 150 \times 246 \left[ \frac{150 - 2 \times 30}{2 \times 246} + \sqrt{\left(\frac{150 - 2 \times 30}{2 \times 246}\right)^2 + 2 \times 8,067 \times 0,014 \left(1 - \frac{54}{246}\right)} \right] \times 10^{-3}$$

$$p_n = 1238,09 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 \times 1238,09 = 804,76 \text{ kN} > 221,268 \text{ kN (OKE)}$$

Pemeriksaan kapasitas momen

$$\begin{aligned}
 M_n &= P_n \times e \\
 &= 1238,09 \times 0,222 \\
 &= 26,73 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &= 0,65 \times 26,73 \\
 &= 17,38 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

**Kontrol kekuatan**

$$\phi P_n = 804,76 \text{ kN} > P_u = 221,268 \text{ kN (OKE)}$$

$$\phi M_n = 17,38 \text{ kNm} > M_{ux} = 1,972 \text{ kNm (OKE)}$$

$$\emptyset M_n = 17,38 \text{ kNm} > M_{uy} = 2,806 \text{ kNm (OKE)}$$

### Perencanaan sengkang kolom lantai 1

Persyaratan menurut SNI 2847 : 2013

Ukuran sengkang yang digunakan adalah  $\emptyset 6$  karena tulangan memanjang kurang dari

### D32

Jarak spasi sengkang tidak boleh lebih besar dari :

$$16 \text{ kali diameter tulangan memanjang} = 16 \times 8 = 128 \text{ mm}$$

$$48 \text{ kali diameter sengkang / sengkang ikat} = 48 \times 6 = 288 \text{ mm}$$

Dimensi terkecil dari penampang kolom = 150 mm

Maka dari itu sengkang yang digunakan adalah  $\emptyset 6-120$

### Perhitungan kolom lantai 2

#### Data perencanaan arah x (Memanjang)

$$P_{ux} = 33,76 \text{ kN (Max)}$$

$$M_{ux} = 3,815 \text{ kNm (Max)}$$

#### Data perencanaan arah y (Melintang)

$$P_{uy} = 34,126 \text{ kN (Max)}$$

$$M_{uy} = 4,816 \text{ kNm (Max)}$$

#### Data perencanaan umum (perhitungan)

$$\begin{aligned} P_u &= P_{ux} + P_{uy} \\ &= 33,76 \text{ kN} + 34,126 \text{ kN} \\ &= 67,886 \text{ kN (Max)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_u &= M_{ux} + M_{uy} \\ &= 3,815 \text{ kNm} + 4,816 \text{ kNm} \\ &= 8,631 \text{ kNm (Max)} \end{aligned}$$

#### Menentukan kolom pendek atau panjang

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \times \sqrt{f_c'} \\ &= 4700 \times \sqrt{35} \\ &= 27805,57 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{g \text{ kolom}} &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 150 \times 300^3 \\ &= 337500000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$I_K = 0,7 \times I_{g \text{ kolom}}$$



$$= 0,7 \times 337500000 \text{ mm}^4$$

$$= 236250000$$

$$L_{\text{kolom}} = 3500 - 300$$

$$= 3200 \text{ mm}$$

$$\frac{EI}{LK} = \frac{EI}{LK}$$

$$= \frac{27805,57 \times 236250000}{3200} = 2,053 \times 10^9$$

$$I_{g \text{ Balok}} = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 200 \times 400^3$$

$$= 1066666667 \text{ mm}^4$$

$$I_B = 0,7 \times I_{g \text{ balok}}$$

$$= 0,7 \times 1066666667$$

$$= 746666666,7$$

$$L_{\text{Balok}} = 6000 - 300$$

$$= 5700 \text{ mm}$$

$$\frac{EI}{LB} = \frac{EI}{LB}$$

$$= \frac{27805,57 \times 746666666,7}{5700}$$

$$= 3,642 \times 10^9$$

$$I_{g \text{ Balok}} = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$= \frac{1}{12} \times 200 \times 400^3$$

$$= 1066666667 \text{ mm}^4$$

$$I_B = 0,7 \times I_{g \text{ balok}}$$

$$= 0,7 \times 1066666667$$

$$= 746666666,7$$

$$L_{\text{Balok}} = 7000 - 300$$

$$= 6700 \text{ mm}$$

$$\frac{EI}{LB} = \frac{EI}{LB}$$

$$= \frac{27805,57 \times 746666666,7}{6700}$$

$$= 3,099 \times 10^9$$

$$\psi_A = \frac{\Sigma (EI/LK)}{\Sigma (EI/LB)}$$

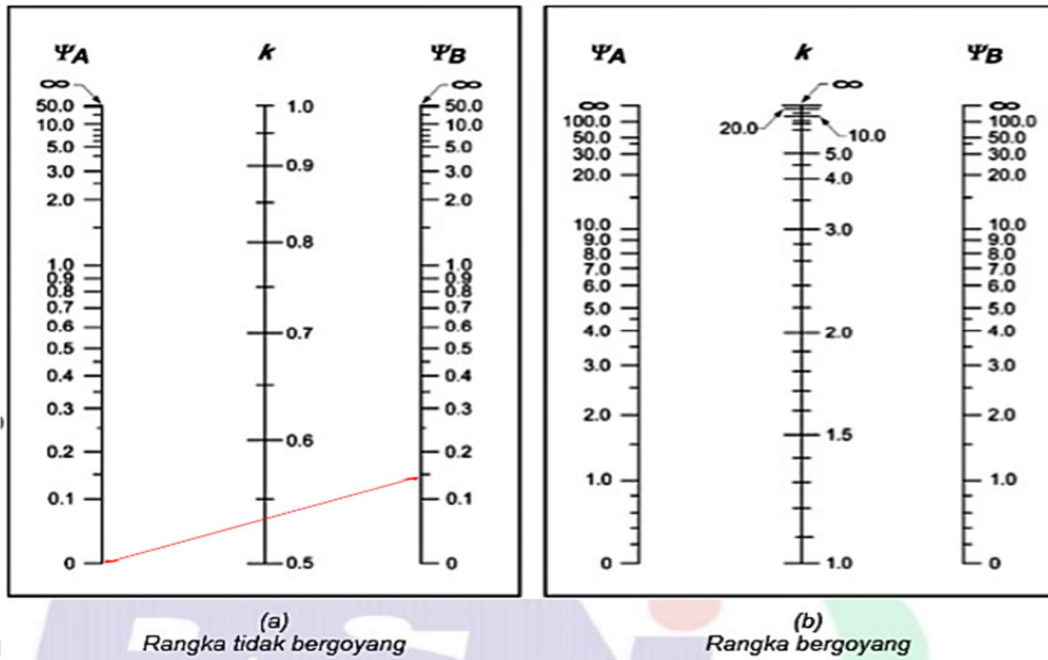
$$= 0 \text{ (Jepit)}$$

$$\psi_B = \frac{\Sigma (EI/LK)}{\Sigma (EI/LB)}$$

$$= \frac{1 \times 2,053 \times 10^9}{2 \times 3,642 \times 10^9 + 2 \times 3,099 \times 10^9}$$

$$= 0,15$$

Grafik 3. 2 Grafik Nilai K



Dari Nomogram, didapat panjang efektif nilai  $K = 0,54$

$$r = \frac{\sqrt{I}}{A} \times h = \frac{\sqrt{337500000}}{150 \times 300} \times 300 = 122,474 \text{ mm}$$

$$\frac{K \times Lu}{r} = \frac{0,54 \times (3500 \times \frac{300}{2})}{122,474} = 14,770 < 22 \text{ (Kolom Pendek)}$$

### Perencanaan Kolom Pendek

Perencanaan kolom

$$P_u = 67,886 \text{ kN (max)}$$

$$M_u = 8,631 \text{ kNm (max)}$$

$$e = \frac{M_u}{P_u} = \frac{125,142}{208,193}$$

$$= 0,127 \text{ m} = 127 \text{ mm}$$

$$e_{\min} = 0,1 h = 0,1 \times 300 = 30 \text{ mm (dipakai)}$$

$$A_g = b \times h$$

$$= 150 \times 300 = 45000 \text{ mm}^2$$

Penulangan kolom dipakai  $1\% A_c < A_s < 4\% A_c$

Dicoba  $\rho_g = 1\%$

$$A_{st} = 0,01 \times 45000$$

$$= 450 \text{ mm}^2 \text{ (dipakai tulangan } 10D8 \text{ (} A_{st} = 503 \text{ mm}^2 \text{))}$$

Tabel 3. 32 Diameter Penulangan

Jumlah (buah)	Diameter Nominal (mm)																	
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29	d-32	d-36	d-40	d-50	d-54	d-57
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	-	-
1	28	50	79	113	133	154	201	284	380	491	616	661	804	1018	1257	1963	2290	2552
2	57	101	157	226	265	308	402	567	760	982	1232	1321	1608	2036	2513	3927	4580	5104
3	85	151	236	339	398	462	603	851	1140	1473	1847	1982	2413	3054	3770	5890	6871	7655
4	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642	3217	4072	5027	7854	9161	10207
5	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303	4021	5089	6283	9817	11451	12759
6	170	302	471	679	796	924	1206	1701	2281	2945	3695	3963	4825	6107	7540	11781	13741	15311
7	198	352	550	792	929	1078	1407	1985	2661	3436	4310	4624	5630	7125	8796	13744	16032	17862
8	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284	6434	8143	10053	15708	18322	20414
9	254	452	707	1018	1195	1385	1810	2552	3421	4418	5542	5945	7238	9161	11310	17671	20612	22966
10	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605	8042	10179	12566	19635	22902	25518
11	311	553	864	1244	1460	1693	2212	3119	4181	5400	6773	7266	8847	11197	13823	21598	25192	28069
12	339	603	942	1357	1593	1847	2413	3402	4562	5890	7389	7926	9651	12215	15080	23562	27483	30621
13	368	653	1021	1470	1726	2001	2614	3686	4942	6381	8005	8587	10455	13232	16336	25525	29773	33173
14	396	704	1100	1583	1858	2155	2815	3969	5322	6872	8621	9247	11259	14250	17593	27489	32063	35725
15	424	754	1178	1696	1991	2309	3016	4253	5702	7363	9236	9908	12064	15268	18850	29452	34353	38276
16	452	804	1257	1810	2124	2463	3217	4536	6082	7854	9852	10568	12868	16286	20106	31416	36644	40828
17	481	855	1335	1923	2256	2617	3418	4820	6462	8345	10468	11229	13672	17304	21363	33379	38934	43380

### Pemeriksaan Kekuatan Penampang arah y

$$d \text{ pakai} = 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 \qquad d' = 40 + 10 + \frac{1}{2}D8$$

$$= 246 \text{ mm}$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} \qquad A_s = A_s' = 4D8 = 201 \text{ mm}^2$$

$$= \frac{503 \times 240}{0,85 \times 35 \times 150} = 27,052 \text{ mm}$$

$$M_n = A_s \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 201 \times 240 \left( 246 - \frac{27,052}{2} \right) \times 10^{-6}$$

$$= 11,215 \text{ kNm}$$

$$MR = \phi M_n > M_{u_y}$$

$$= 0,9 \times 11,215 > M_{u_y}$$

$$= 10,093 \text{ kNm} > 3,815 \text{ kNm (OKE)}$$

### Pemeriksaan Kekuatan Penampang arah x

$$d \text{ pakai} = 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 \qquad d' = 40 + 10 + \frac{1}{2}D8$$

$$= 246 \text{ mm}$$

$$= 54 \text{ mm}$$

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c \times b} = \frac{503 \times 240}{0,85 \times 35 \times 150} = 27,052 \text{ mm}$$

$$A_s = A_s' = 2D8 = 101 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \times f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 101 \times 240 \left( 246 - \frac{27,052}{2} \right) \times 10^{-6} \\ &= 5,635 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} MR &= \phi M_n > M_{u_y} \\ &= 0,9 \times 5,635 > M_{u_y} \\ &= 5,072 \text{ kNm} > 4,816 \text{ kNm (OKE)} \end{aligned}$$

**Kondisi Balance (pemeriksaan Pu terhadap kondisi seimbang)**

$$\begin{aligned} d \text{ pakai} &= 300 - 40 - 10 - \frac{1}{2}D8 \\ &= 246 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d' &= 40 + 10 + \frac{1}{2}D8 \\ &= 54 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{s1}' &= E_s' \times \varepsilon_{s1}' \\ &= 2 \times 10^5 \times (1,8 \times 10^{-3}) \\ &= 360 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s1}' &= \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \times 3 \\ &= \left( \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \right) \times 3 = 150,72 \\ &\text{mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{s2}' &= \frac{cb-d'}{cb} \times 0,003 \\ &= \frac{136,667-108}{136,667} \times 0,003 = 6,3 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_{s2}' &= E_s' \times \varepsilon_{s1}' \\ &= 2 \times 10^5 \times (6,3 \times 10^{-4}) \\ &= 126 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{s2}' &= \left( \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \times 2 \\ &= \left( \frac{1}{4} \times \pi \times 8^2 \right) \times 2 = 100,48 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{s3} &= \frac{d'-cb}{cb} \times 0,003 \\ &= \frac{162-136,667}{136,667} \times 0,003 = 2,4 \times 10^{-3}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{s3} &= E_s \times \varepsilon_{s1} \\ &= 2 \times 10^5 \times (2,4 \times 10^{-3}) \\ &= 112 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s3} &= \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \times 2 \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2\right) \times 2 = 100,48 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_{s4} &= \frac{d'-c}{cb} \times 0,003 \\ &= \frac{246-136,667}{136,667} \times 0,003 = 5,6 \times 10^{-4}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}f_{s4} &= E_s \times \varepsilon_{s1} \\ &= 2 \times 10^5 \times (5,6 \times 10^{-4}) \\ &= 240 \text{ MPa} \geq f_y = 240 \\ &= 240 \text{ MPa (dipakai)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_{s4} &= \left(\frac{1}{4}\pi d^2\right) \times 3 \\ &= \left(\frac{1}{4} \times \pi \times 8^2\right) \times 3 = 150,72 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

**Rekapitulasi perhitungan disajikan dalam bentuk tabel;**

Tabel 3. 33 Rekapitulasi Perhitungan Kolom

	Cs1	Cs2
As' (mm <sup>2</sup> )	150,72	100,48
fs' / fy (Mpa)	240	240
As' x (fs' / fy) (N)	36172,8	24115,2
Σ Cs1 + Cs2 ( N )	60288	

$$\begin{aligned}P_{nb} &= C_c + \Sigma C_s - \Sigma T \\ &= (0,85 \times f_c' \times a_b \times b) + \Sigma C_s - \Sigma T \\ &= [(0,85 \times 35 \times 116,167 \times 300) + 60288 - 60288] \times 10^{-3} \\ &= 5518,394 \text{ kN} > 67,886 \text{ kN (keruntuhan tarik)}\end{aligned}$$

### Kapasitas penampang pada keruntuhan Tarik

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{240}{0,85 \times 35} = 8,067$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{503}{150 \times 246} = 0,014$$

$$P_n = 0,85 \times f_c' \times b \times d \left[ \frac{h - 2e}{2d} + \sqrt{\left(\frac{h - 2e}{2d}\right)^2 + 2mp \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \right] \times 10^{-3}$$

$$P_n = 0,85 \times 35 \times 150 \times 246 \left[ \frac{150 - 2 \times 30}{2 \times 246} + \sqrt{\left(\frac{150 - 2 \times 30}{2 \times 246}\right)^2 + 2 \times 8,067 \times 0,014 \left(1 - \frac{54}{246}\right)} \right] \times 10^{-3}$$

$$p_n = 1238,09 \text{ kN}$$

$$\phi P_n = 0,65 \times 1238,09 = 804,76 \text{ kN} > 67,886 \text{ kN (OKE)}$$

Pemeriksaan kapasitas momen

$$\begin{aligned} M_n &= P_n \times e \\ &= 1238,09 \times 0,127 \\ &= 157,41 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= 0,65 \times 157,41 \\ &= 102,32 \text{ kNm} \end{aligned}$$

### Kontrol kekuatan

$$\phi P_n = 804,76 \text{ kN} > P_u = 67,886 \text{ kN (OKE)}$$

$$\phi M_n = 102,32 \text{ kNm} > M_{ux} = 3,815 \text{ kNm (OKE)}$$

$$\phi M_n = 102,32 \text{ kNm} > M_{uy} = 4,816 \text{ kNm (OKE)}$$

### Perencanaan sengkang kolom lantai 1

Persyaratan menurut SNI 2847 : 2013

**Ukuran sengkang yang digunakan adalah Ø6 karena tulangan memanjang kurang dari D32**

Jarak spasi sengkang tidak boleh lebih besar dari :

$$16 \text{ kali diameter tulangan memanjang} = 16 \times 8 = 128 \text{ mm}$$

$$48 \text{ kali dimater sengkang / sengkang ikat} = 48 \times 6 = 288 \text{ mm}$$

Dimensi terkecil dari penampang kolom = 150 mm

Maka dari itu sengkang yang digunakan adalah Ø6-120

## REKAPITULASI PERENCANAAN PENULANGAN KOLOM

Tabel 3. 34 Rekapitulasi Penulangan Kolom

KOLOM	LANTAI 1	LANTAI 2
Mux	1,972	3,815
Puy	112,392	34,126
Muy	2,806	4,816
Tulangan Utama	10D8	10D8
Sengkang	Ø6-120	Ø6-120

### PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MEMANJANG

Data perencanaan

$$P_u = 108,876 \text{ kN}$$

$$\text{Kedalaman tanah keras} = 4,6 \text{ m}$$

$$M_u = 1,972 \text{ kNm}$$

$$\gamma_{\text{tanah}} = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{\text{tanah}} = 220 \text{ kN/m}^2$$

Diasumsikan  $B = 2 \text{ m}$

B yang digunakan = 0.8 m

Ukuran pondasi:

$$B = 0.8 \text{ m}$$

$$L = 0.8 \text{ m}$$

$$T \text{ (Asumsi)} = 0,2 \text{ m}$$

$$d_{\text{rerata}} = \text{tebal pondasi} - \text{selimut} - 1 \text{ diameter tulangan (asumsi)}$$

$$= 200 - 75 - 20$$

$$= 105$$

$$P_{\text{ult}} = \frac{P_u}{A} = \frac{108,876}{0,8 \times 0,8} = 170,118 \text{ kN/m}^2$$

$$V_{\text{ult}} = P_{\text{ult}} \times \text{area efektif} = 170,118 \times (0,220 \times 2) = 74,852 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}\Phi_{vn} &= \phi (0,17 \times \lambda \sqrt{f_c b_w d}) \\ &= 0,75 (0,17 \times 1,0 \times \sqrt{35} \times 800 \times 220) \times 10^{-3} \\ &= 132,756 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\phi_{vn} > V_{u1} \quad (\text{OKE})$$

**Menghitung geser 2 arah terfaktor adalah :**

$$\begin{aligned}V_{u2} &= P_{ult} \times \text{area efektif} \\ &= 170,118 \times (0,8^2 - 0,255^2) \\ &= 97,814 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta_n}\right) \lambda \sqrt{f_c} b_o d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105 \times 10^{-3} \\ &= 475,209 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c2} &= 0,083 \left(1 + \frac{2}{\beta_n}\right) \lambda \sqrt{f_c} b_o d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105 \times 10^{-3} \\ &= 475,209 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c3} &= 0,33 \lambda \sqrt{f_c} b_o d \\ &= (0,33 \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105) \times 10^{-3} \\ &= \mathbf{138,36 \text{ kN}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, } \phi_{vn} &= 0,75 V_n \\ &= 0,75 \times 138,36 \text{ kN} \\ &= 138,36 \text{ Kn}\end{aligned}$$

**Perhitungan transfer beban kolom ke pondasi**

$$P_u = 108,876 \text{ kN}$$

Kuat tumpu pada dasar kolom

$$\begin{aligned}N_1 &= \phi (0,85 f_c A_1) \\ &= (0,65 \times (0,85 \times 35 \times 0150 \times 300)) \times 10^{-3}\end{aligned}$$



$$= 870,187 \text{ kN}$$

Maka  $N_1 > P_u$  (OKE)

### Perhitungan tulangan stek /pasak

Menghitung kebutuhan tulangan stek

$$A_s = 0,005 A_g$$

$$= 0,005 (150 \times 300)$$

$$= 225 \text{ mm}^2 \text{ (dipakai tulangan 2D12 = 226 mm}^2\text{)}$$

Tabel 3. 35 Diameter Tulangan

Jumlah (buah)	Diameter Nominal (mm)																	
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29	d-32	d-36	d-40	d-50	d-54	d-57
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	-	-
	S	S	S	S	S	-	S	S	S	S	-	S	S	S	S	S	S	S
1	28	50	79	113	133	154	201	284	380	491	616	661	804	1018	1257	1963	2290	2552
2	57	101	157	226	265	308	402	567	760	982	1232	1321	1608	2036	2513	3927	4580	5104
3	85	151	236	339	398	462	603	851	1140	1473	1847	1982	2413	3054	3770	5890	6871	7655
4	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642	3217	4072	5027	7854	9161	10207
5	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303	4021	5089	6283	9817	11451	12759
6	170	302	471	679	796	924	1206	1701	2281	2945	3695	3963	4825	6107	7540	11781	13741	15311
7	198	352	550	792	929	1078	1407	1985	2661	3436	4310	4624	5630	7125	8796	13744	16032	17862
8	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284	6434	8143	10053	15708	18322	20414
9	254	452	707	1018	1195	1385	1810	2552	3421	4418	5542	5945	7238	9161	11310	17671	20612	22966
10	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605	8042	10179	12566	19635	22902	25518
11	311	553	864	1244	1460	1693	2212	3119	4181	5400	6773	7266	8847	11197	13823	21598	25192	28069
12	339	603	942	1357	1593	1847	2413	3402	4562	5890	7389	7926	9651	12215	15080	23562	27483	30621
13	368	653	1021	1470	1726	2001	2614	3686	4942	6381	8005	8587	10455	13232	16336	25525	29773	33173
14	396	704	1100	1583	1858	2155	2815	3969	5322	6872	8621	9247	11259	14250	17593	27489	32063	35725
15	424	754	1178	1696	1991	2309	3016	4253	5702	7363	9236	9908	12064	15268	18850	29452	34353	38276
16	452	804	1257	1810	2124	2463	3217	4536	6082	7854	9852	10568	12868	16286	20106	31416	36644	40828
17	481	855	1335	1923	2256	2617	3418	4820	6462	8345	10468	11229	13672	17304	21363	33379	38934	43380

$$I_{dc} = \left( \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} \right) d_b$$

$$= \left( \frac{0,24 \times 240}{1 \times \sqrt{35}} \right) 12$$

$$= 116,83 \text{ mm}$$

$$I_{dc} = (0,043 f_y) db$$

$$= (0,043 \times 240) 12$$

$$= 123,84 \text{ mm}$$

$$I_{dc} = 150$$

Maka digunakan panjang tulangan pasak / stek adalah 123,84 mm ~ 150 mm

### Perhitungan Momen dan tulangan ( nilai b diambil setiap 1 meter lebar pondasi)

$$\sigma_a = \frac{pu}{A} + \frac{Mux}{W} = \frac{108,876}{0,8 \times 0,8} + \frac{1,972}{0,8 \times 0,8^2} = 173,97 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_b = \frac{pu}{A} - \frac{Mux}{W} = \frac{267,362}{2 \times 2} + \frac{6,428}{2 \times 2^2} = 166,26 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{173,97 - \sigma_{netto}}{0,325} = \frac{173,97 - 66,037}{0,325}$$

$$\frac{173,97 - \sigma_{netto}}{0,325} = \frac{7,703}{2}$$

$$2 (173,97 - \sigma_{netto}) = 7,703$$

$$347,94 - 2 \sigma_{netto} = 7,703$$

$$- 2 \sigma_{netto} = 7,703 - 347,94$$

$$- 2 \sigma_{netto} = - 340,23$$

$$\sigma_{netto} = 170,119$$

$$P_{netto} = \left( \frac{173,97 + 170,119}{2} \right) 0,325^2 = 18,17$$

$$M_u = \frac{P_{netto} \times b \times l^2 \times (\text{Area momen lentur})}{2}$$

$$= \frac{18,17 \times 0,8 \times 0,325^2}{2} = 0,767 \text{ kNm}$$

Penulangan Plat Pondasi

$$M_u = 0,767 \text{ kNm}$$

$$H = 200 \text{ mm}$$

$$B = 800 \text{ mm}$$

$$d \text{ rencana} = h - 75$$

$$= 200 - 75 = 105 \text{ mm}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{0,767 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 800 \times 105^2} = 0,074$$

Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}} \right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,074}{0,85 \times 35}} \right) = 0,123$$

Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,071$$

Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,053$$

Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,006$$

Maka :

$$\rho_{min} \leq \rho_{max} \leq \rho$$

$$0,006 \leq 0,053 \leq 0,123$$

Dipakai  $\rho_{max} = 0,053$  (OKE)

### Luas Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,053 \times 800 \times 325 \\ &= 1378 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D10-50 ( $A_s = 1570,8 \text{ mm}^2$ )

Tabel 3. 36 Luas Penampang Tulangan

**TABEL A-5  
LUAS PENAMPANG TULANGAN BAJA PER METER PANJANG PLAT**

diameter batang (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )								
	Jarak Spasi p.k.p (mm)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
6	565,5	282,7	188,5	141,4	113,1	94,2	80,8	70,7	62,8
8	1005,3	502,7	335,1	251,3	201,1	167,6	143,6	125,7	111,7
9	1272,3	636,2	424,1	318,1	254,5	212,1	181,8	159,0	141,4
10	1570,8	785,4	523,6	392,7	314,2	261,8	224,4	196,3	174,5
12	2261,9	1131,0	754,0	565,5	452,4	377,0	323,1	282,7	251,3
13	2654,6	1327,3	884,9	663,7	530,9	442,4	379,2	331,8	294,9
14	3078,8	1539,4	1026,3	769,7	615,8	513,1	439,8	384,8	342,1
16	4021,2	2010,6	1340,4	1005,3	804,20	670,2	574,5	502,7	446,8
18	5089,4	2544,7	1696,5	1272,3	1017,9	848,2	727,1	636,2	565,5
19	5670,6	2835,3	1890,2	1417,6	1134,1	945,1	810,1	708,8	630,1
20	6283,2	3141,6	2094,4	1570,8	1256,6	1047,2	897,6	785,4	698,1
22		3801,3	2534,2	1900,7	1520,5	1267,1	1086,1	950,3	844,7
25		4908,7	3272,5	2454,4	1963,5	1636,2	1402,5	1227,2	1090,8
28		6157,5	4105,0	3078,8	2463,0	2052,5	1759,3	1539,4	1368,3
29		6605,2	4403,5	3302,6	2642,1	2201,7	1887,2	1651,3	1467,8
32		8042,5	5361,7	4021,2	3217,0	2680,8	2297,9	2010,6	1787,2
36			6785,8	5089,4	4071,5	3392,9	2908,2	2544,7	2261,9
40			8377,6	6283,2	5026,5	4188,8	3590,4	3141,6	2792,5
50			13090	9817,5	7854,0	6545,0	5609,9	4908,7	4363,3

$$\begin{aligned} d_{\text{aktual}} &= h - \text{selimut beton} - \emptyset \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan} \\ &= 200 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 10\right) \\ &= 135 \text{ mm} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{1570,8 \times 240}{0,85 \times 35 \times 800} = 15,84 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 1570,8 \times 240 \left(135 - \frac{15,84}{2}\right) \times 10^{-6} \\ &= 47,908 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r &= \emptyset \times M_n \\ &= 0,9 \times 47,908 \text{ kNm} \\ &= 43,12 \text{ kNm} \end{aligned}$$

**$M_r > M_u$**

**43,12 kNm > 0,767 kNm (OK)**

## PERENCANAAN PONDASI TELAPAK MELINTANG

Data perencanaan

$$P_u = 112,329 \text{ Kn}$$

$$\text{Kedalaman tanah keras} = 4,6 \text{ m}$$

$$M_u = 1,972 \text{ kNm}$$

$$\gamma \text{ tanah} = 18 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma \text{ tanah} = 220 \text{ kN/m}^2$$

$$e = \frac{M_{ux}}{P_{ux}} = \frac{1,972 \text{ kNm}}{108,876 \text{ kN}} = 0,018 \text{ m}$$

$$e_{\min} = 1,0 h = 0,1 \times 300 = 30 \text{ mm} = 0,03 \text{ m}$$

$$L = 8 \times e$$

$$= 8 \times 0,03 = 0,24 \text{ m}$$

Asumsikan  $L = 0.8 \text{ m}$  ;  $B = 0.8 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \sigma \text{ maks} &= \frac{P_u}{A} \pm \frac{P_u \times e \times Y}{I} = 220 \text{ kN/m}^2 \\ &= \frac{108,876}{0,8 \times 0,8} \pm \frac{108,876 \times 0,03 \times (0,2 \times 0,8)}{\frac{1}{12} \times 0,8 \times 0,8^3} \leq 220 \text{ kN/m}^2 \\ &= (+) 185,42 \leq 220 \text{ kN/m}^2 \\ &= (-) 151,68 \leq 220 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$P_{ult} = \frac{P_u}{A} = \frac{108,876}{0,8 \times 0,8} = 170,118 \text{ kN/m}^2$$

$$\begin{aligned} V_{ult} &= P_{ult} \times \text{area efektif} = 170,118 \times \\ &(0,220 \times 2) = 74,852 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\Phi v_n = \phi (0,17 \times \lambda \sqrt{f_c b_w d})$$

$$= 0,75 (0,17 \times 1,0 \times \sqrt{35} \times 800 \times 220) \times 10^{-3}$$

$$= 132,756 \text{ kN}$$

$$\phi v_n > V_{ul} \quad (\text{OKE})$$

**Menghitung geser 2 arah terfaktor adalah :**

$$\begin{aligned}V_{u2} &= P_{ult} \times \text{area efektif} \\ &= 170,118 \times (0,8^2 - 0,255^2) \\ &= 97,814 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c1} &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta_n}\right) \lambda \sqrt{f_c} b_0 d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105 \times 10^{-3} \\ &= 475,209 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c2} &= 0,083 \left(1 + \frac{2}{\beta_n}\right) \lambda \sqrt{f_c} b_0 d \\ &= 0,17 \left(1 + \frac{2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105 \times 10^{-3} \\ &= 475,209 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c3} &= 0,33 \lambda \sqrt{f_c} b_0 d \\ &= (0,33 \times 1 \times \sqrt{35} \times (4 \times 255) \times 105) \times 10^{-3} \\ &= \mathbf{138,36 \text{ kN}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Maka, } \phi v_n &= 0,75 V_n \\ &= 0,75 \times 138,36 \text{ kN} \\ &= 138,36 \text{ Kn}\end{aligned}$$

**Perhitungan transfer beban kolom ke pondasi**

$$P_u = 108,876 \text{ kN}$$

Kuat tumpu pada dasar kolom

$$\begin{aligned}N_1 &= \phi (0,85 f_c A_1) \\ &= (0,65 \times (0,85 \times 35 \times 0150 \times 300)) \times 10^{-3} \\ &= 870,187 \text{ kN}\end{aligned}$$

Maka  $N_1 > P_u$  (OKE)

**Perhitungan tulangan stek /pasak**  
Menghitung kebutuhan tulangan stek

$$A_s = 0,005 A_g$$

$$= 0,005 (150 \times 300)$$

$$= 225 \text{ mm}^2 \text{ (dipakai tulangan 2D12 = 226 mm}^2\text{)}$$

Tabel 3. 37 Diameter Tulangan

Jumlah (buah)	Diameter Nominal (mm)																		
	d-6	d-8	d-10	d-12	d-13	d-14	d-16	d-19	d-22	d-25	d-28	d-29	d-32	d-36	d-40	d-50	d-54	d-57	
	P	P	P	P	-	P	P	P	P	P	P	-	P	P	P	P	-	-	
1	28	50	79	113	133	154	201	284	380	491	616	661	804	1018	1257	1963	2290	2552	
2	57	101	157	226	265	308	402	567	760	982	1232	1321	1608	2036	2513	3927	4580	5104	
3	85	151	236	339	398	462	603	851	1140	1473	1847	1982	2413	3054	3770	5890	6871	7655	
4	113	201	314	452	531	616	804	1134	1521	1963	2463	2642	3217	4072	5027	7854	9161	10207	
5	141	251	393	565	664	770	1005	1418	1901	2454	3079	3303	4021	5089	6283	9817	11451	12759	
6	170	302	471	679	796	924	1206	1701	2281	2945	3695	3963	4825	6107	7540	11781	13741	15311	
7	198	352	550	792	929	1078	1407	1985	2661	3436	4310	4624	5630	7125	8796	13744	16032	17862	
8	226	402	628	905	1062	1232	1608	2268	3041	3927	4926	5284	6434	8143	10053	15708	18322	20414	
9	254	452	707	1018	1195	1385	1810	2552	3421	4418	5542	5945	7238	9161	11310	17671	20612	22966	
10	283	503	785	1131	1327	1539	2011	2835	3801	4909	6158	6605	8042	10179	12566	19635	22902	25518	
11	311	553	864	1244	1460	1693	2212	3119	4181	5400	6773	7266	8847	11197	13823	21598	25192	28069	
12	339	603	942	1357	1593	1847	2413	3402	4562	5890	7389	7926	9651	12215	15080	23562	27483	30621	
13	368	653	1021	1470	1726	2001	2614	3686	4942	6381	8005	8587	10455	13232	16336	25525	29773	33173	
14	396	704	1100	1583	1858	2155	2815	3969	5322	6872	8621	9247	11259	14250	17593	27489	32063	35725	
15	424	754	1178	1696	1991	2309	3016	4253	5702	7363	9236	9908	12064	15268	18850	29452	34353	38276	
16	452	804	1257	1810	2124	2463	3217	4536	6082	7854	9852	10568	12868	16286	20106	31416	36644	40828	
17	481	855	1335	1923	2256	2617	3418	4820	6462	8345	10468	11229	13672	17304	21363	33379	38934	43380	

$$I_{dc} = \left( \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} \right) d_b$$

$$= \left( \frac{0,24 \times 240}{1 \times \sqrt{35}} \right) 12$$

$$= 116,83 \text{ mm}$$

$$I_{dc} = (0,043 f_y) d_b$$

$$= (0,043 \times 240) 12$$

$$= 123,84 \text{ mm}$$

$$I_{dc} = 150$$

Maka digunakan panjang tulangan pasak / stek adalah 123,84 mm ~ 150 mm

**Perhitungan Momen dan tulangan ( nilai b diambil setiap 1 meter lebar pondasi)**

$$\sigma_a = \frac{pu}{A} + \frac{Mux}{W} = \frac{108,876}{0,8 \times 0,8} + \frac{1,972}{0,8 \times 0,8^2} = 173,97 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_b = \frac{pu}{A} - \frac{Mux}{W} = \frac{267,362}{2 \times 2} + \frac{6,428}{2 \times 2^2} = 166,26 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{173,97 - \sigma_{netto}}{0,325} = \frac{173,97 - 66,037}{0,325}$$

$$\frac{173,97 - \sigma_{netto}}{0,325} = \frac{7,703}{2}$$

$$2 (173,97 - \sigma_{netto}) = 7,703$$

$$347,94 - 2 \sigma_{netto} = 7,703$$

$$- 2 \sigma_{netto} = 7,703 - 347,94$$

$$- 2 \sigma_{netto} = - 340,23$$

$$\sigma_{netto} = 170,119$$

$$P_{netto} = \left( \frac{173,97 + 170,119}{2} \right) 0,325^2 = 18,17$$

$$M_u = \frac{P_{netto} \times b \times l^2 \times (\text{Area momen lentur})}{2}$$

$$= \frac{18,17 \times 0,8 \times 0,325^2}{2} = 0,767 \text{ kNm}$$

Penulangan Plat Pondasi

$$M_u = 0,767 \text{ kNm}$$

$$H = 200 \text{ mm}$$

$$B = 800 \text{ mm}$$

$$d \text{ rencana} = h - 75$$

$$= 200 - 75 = 105 \text{ mm}$$

Mencari  $R_n$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{0,767 \text{ kNm} \times 10^6}{0,9 \times 800 \times 105^2} = 0,074$$

Mencari  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{0,05 (f_c' - 28)}{7} = 0,85 - \frac{0,05 (35 - 28)}{7} = 0,8$$

Mencari  $\rho$

$$\rho = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 \times f_c'}} \right) = \frac{0,85 \times 35}{240} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,074}{0,85 \times 35}} \right) = 0,123$$

Mencari  $\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{240} \times \left( \frac{600}{600 + 240} \right) = 0,071$$

Mencari  $\rho_{max}$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,071 = 0,053$$

Mencari  $\rho_{min}$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{240} = 0,006$$

Maka :

$$\rho_{min} \leq \rho_{max} \leq \rho$$

$$0,006 \leq 0,053 \leq 0,123$$

Dipakai  $\rho_{max} = 0,053$  (OKE)

### Luas Tulangan

$$\begin{aligned} A_s &= \rho_{min} \times b \times d \\ &= 0,053 \times 800 \times 325 \\ &= 1378 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai tulangan D10-50 ( $A_s = 1570,8 \text{ mm}^2$ )

Tabel 3. 38 Luas Penampang Baja

**TABEL A-5**  
**LUAS PENAMPANG TULANGAN BAJA PER METER PANJANG PLAT**

diameter batang (mm)	Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )								
	Jarak Spasi p.k.p (mm)								
	50	100	150	200	250	300	350	400	450
6	565,5	282,7	188,5	141,4	113,1	94,2	80,8	70,7	62,8
8	1005,3	502,7	335,1	251,3	201,1	167,6	143,6	125,7	111,7
9	1272,3	636,2	424,1	318,1	254,5	212,1	181,8	159,0	141,4
10	1570,8	785,4	523,6	392,7	314,2	261,8	224,4	196,3	174,5
12	2261,9	1131,0	754,0	565,5	452,4	377,0	323,1	282,7	251,3
13	2654,6	1327,3	884,9	663,7	530,9	442,4	379,2	331,8	294,9
14	3078,8	1539,4	1026,3	769,7	615,8	513,1	439,8	384,8	342,1
16	4021,2	2010,6	1340,4	1005,3	804,20	670,2	574,5	502,7	446,8
18	5089,4	2544,7	1696,5	1272,3	1017,9	848,2	727,1	636,2	565,5
19	5670,6	2835,3	1890,2	1417,6	1134,1	945,1	810,1	708,8	630,1
20	6283,2	3141,6	2094,4	1570,8	1256,6	1047,2	897,6	785,4	698,1
22		3801,3	2534,2	1900,7	1520,5	1267,1	1086,1	950,3	844,7
25		4908,7	3272,5	2454,4	1963,5	1636,2	1402,5	1227,2	1090,8
28		6157,5	4105,0	3078,8	2463,0	2052,5	1759,3	1539,4	1368,3
29		6605,2	4403,5	3302,6	2642,1	2201,7	1887,2	1651,3	1467,8
32		8042,5	5361,7	4021,2	3217,0	2680,8	2297,9	2010,6	1787,2
36			6785,8	5089,4	4071,5	3392,9	2908,2	2544,7	2261,9
40			8377,6	6283,2	5026,5	4188,8	3590,4	3141,6	2792,5
50			13090	9817,5	7854,0	6545,0	5609,9	4908,7	4363,3

$$d_{aktual} = h - \text{selimut beton} - \varnothing \text{ Sengkang} - \frac{1}{2} \varnothing \text{ tulangan}$$

$$= 200 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - \left(\frac{1}{2} \times 10\right)$$

$$= 135 \text{ mm}$$

Kontrol :

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{1570,8 \times 240}{0,85 \times 35 \times 800} = 15,84 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= A_s \times f_y \left(d - \frac{a}{2}\right) \\ &= 1570,8 \times 240 \left(135 - \frac{15,84}{2}\right) \times 10^{-6} \\ &= 47,908 \end{aligned}$$



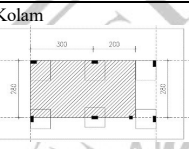
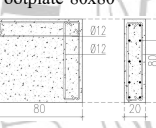
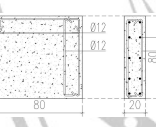
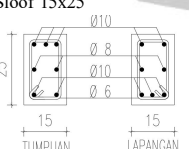
$$\begin{aligned}
 M_r &= \emptyset \times M_n \\
 &= 0,9 \times 47,908 \text{ kNm} \\
 &= 43,12 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

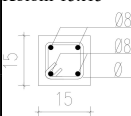
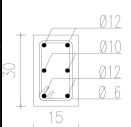
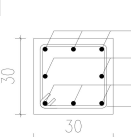
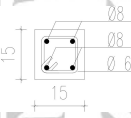
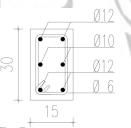
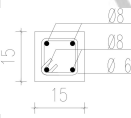
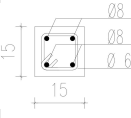
$M_r > M_u$

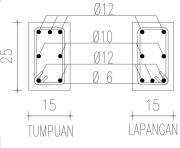
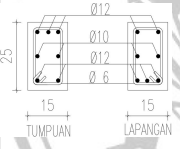
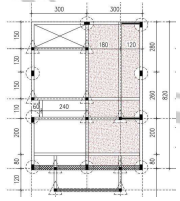
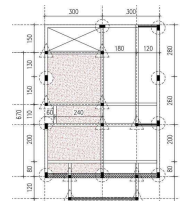
$43,12 \text{ kNm} > 0,767 \text{ kNm (OK)}$

### 3.6 RAB Unit

Tabel 3. 39 BOQ Unit

NO	URAIAN PEKERJAAN	PERHITUNGAN						
<b>I PEKERJAAN PERSIAPAN</b>		P	L	VOLUME		SATUAN		
1	Pembersihan & Peralatan	12	6	72,00		m2		
2	Bouwplank (Keliling +2 m)	14	8	44,00		m		
<b>II PEKERJAAN TANAH</b>		P	L	T	JUMLAH	VOLUME	TOTAL	SATUAN
1	Galian Tanah Foot plate 80x80	0,8	0,8	1,2	11	8,45	33,65	m3
	Kolam 	5	2,8	1,8	1	25,20		
2	Urug Tanah (Footplate 80x80)	0,8	0,8	1	11	7,04	7,04	m3
3	Urug Pasir (Footplate 80x80)	0,8	0,8	0,1	11	0,70	0,70	m3
<b>III PEKERJAAN PONDASI</b>		P	L	T	JUMLAH	VOLUME	TOTAL	SATUAN
1	Pengecoran Footplate 80x80 	0,8	0,8	0,2	11	1,41	2,40	m3
	Kolom pondasi	0,3	0,3	1	11	0,99		
2	Penulangan Footplate 80x80 	DIMENSI		T	P	JUMLAH	VOLUME	SATUAN
	Kolom pondasi	Ø12	0,2	10		11	110,00	m
		Ø12	1	4		11	44,00	m
3	Bekisting Footplat 80x80	0,80	0,8	0,2	11	7,04	20,24	m2
	Kolom pondasi	0,3	0,3	1	11	13,20		
<b>IV PEKERJAAN SLOOF</b>		P	L	T	VOLUME	TOTAL	SATUAN	
1	Pengecoran Sloof 15x25	51,7	0,15	0,25	1,94	1,94	m3	
2	Penulangan Sloof 15x25 	DIMENSI		P BALOK	P BESI	VOLUME		SATUAN
		Ø6	51,7	0,8		206,8	m	
		Ø10	51,7	2		103,4	m	
		Ø12	51,7	4		206,8	m	
3	Bekisting	51,7	0,15	0,250	41,36	41,36	m2	
<b>V PEKERJAAN KOLOM</b>		P	L	T	JUMLAH	VOLUME	TOTAL	SATUAN
1	Lantai I Pengecoran Kolom 15x15	0,15	0,15	3,25	6	0,44	2,05	m3
	Kolom 15x30	0,3	0,15	3,25	9	1,32		

	Kolom 30x30	0,3	0,3	3,25	2	0,29		
	<b>Penulangan</b>	<b>DIMENSI</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>VOLUME</b>		<b>SATUAN</b>
2	Kolom 15x15 	Ø6	3,25	9,75	6	58,50		m
		Ø8	3,25	13	6	78,00		m
	Kolom 15x30 	Ø6	3,25	14,625	9	131,63		m
		Ø10	3,25	6,5	9	58,50		m
		Ø12	3,25	13	9	117,00		m
	Kolom 30x30 	Ø6	3,25	19,5	2	39,00		m
Ø12		3,25	26	2	52,00		m	
3	<b>Bekisting</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>
	Kolom 15x15	0,15	0,15	3,25	6	11,70	45,83	m2
	Kolom 15x30	0,3	0,15	3,25	9	26,33		
	Kolom 30x30	0,3	0,3	3,25	2	7,80		
<b>Lantai 2</b>								
1	<b>Pengecoran</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>
	Kolom 15x15	0,15	0,15	3,25	10	0,73	2,05	m3
	Kolom 15x30	0,3	0,15	3,25	9	1,32		
	<b>Penulangan</b>	<b>DIMENSI</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>VOLUME</b>		<b>SATUAN</b>
2	Kolom 15x15 	Ø6	3,25	9,75	10	97,50		m
		Ø8	3,25	13	10	130,00		m
	Kolom 15x30 	Ø6	3,25	14,625	9	131,63		m
		Ø10	3,25	6,5	9	58,50		m
		Ø12	3,25	13	9	117,00		m
	3	<b>Bekisting</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>
Kolom 15x15		0,15	0,15	3,25	10	19,50	45,83	m2
Kolom 15x30		0,3	0,15	3,25	9	26,33		
<b>Lantai 3</b>								
1	<b>Pengecoran</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>
	Kolom 15x15 ( Tinggi 2,5m )	0,15	0,15	2,50	4	0,23	0,30	m3
	Kolom 15x15 ( Tinggi 0,5m )	0,15	0,15	0,50	7	0,08		
	<b>Penulangan</b>	<b>DIMENSI</b>	<b>T</b>	<b>P</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>VOLUME</b>		<b>SATUAN</b>
2	Kolom 15x15 	Ø6	2,5	7,5	4	30,00		m
		Ø8	2,5	10	4	40,00		m
	Kolom 15x15 	Ø6	0,5	1,5	7	10,50		m
		Ø8	0,5	2	7	14,00		m
3	<b>Bekisting</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>JUMLAH</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>
	Kolom 15x15 ( Tinggi 2,5m )	0,15	0,15	2,50	4	6,00	8,10	m2
	Kolom 15x15 ( Tinggi 0,5m )	0,15	0,15	0,50	7	2,10		

VI PEKERJAAN BALOK								
<b>Lantai 2</b>								
1	<b>Pengecoran</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>	
	Balok 15x25	61	0,15	0,25	2,29	2,83	m3	
	Balok 20x40	6,00	0,2	0,4	0,48			
	Balok tidur 12x15	3,50	0,12	0,15	0,06			
2	<b>Penulangan</b>	<b>DIMENSI</b>	<b>P BALOK</b>	<b>P BESI</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>	
		Ø6	61	0,8	244		m	
		Ø10	61	2	122		m	
		Ø12	61	4	244		m	
		Ø6	6	0,8	24		m	
		Ø12	6	9	54		m	
		Ø6	3,5	0,8	14		m	
		Ø12	3,5	5	17,5		m	
3		<b>Bekisting</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>
	Balok 15x25	61	0,15	0,25	48,80	57,89	m2	
	Balok 20x40	6,00	0,2	0,4	7,20			
	Balok tidur 12x15	3,50	0,12	0,15	1,89			
<b>Lantai 3</b>								
1	<b>Pengecoran</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>	
	Balok 15x25	50,9	0,15	0,25	1,91	1,91	m3	
2	<b>Penulangan</b>	<b>DIMENSI</b>	<b>P BALOK</b>	<b>P BESI</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>	
		Ø6	50,9	0,8	203,6		m	
		Ø10	50,9	2	101,8		m	
Ø12		50,9	4	203,6		m		
3	<b>Bekisting</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>T</b>	<b>VOLUME</b>	<b>TOTAL</b>	<b>SATUAN</b>	
	Balok 15x25	50,9	0,15	0,25	40,72	40,72	m2	
<b>VII PEKERJAAN PLAT</b>								
<b>Lantai 2</b>								
1.	<b>Pengecoran</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>LUAS</b>	<b>TOTAL</b>	<b>T</b>	<b>VOLUME</b>	<b>SATUAN</b>
	Area 1 	8,2	3	24,6	48,9	0,12	5,87	m3
Area 2 	6,7	3	20,1					



	Lantai 2	2	1,1	2,2	4,4	m2
3.	<b>Keramik 30x30</b>					
	Dinding kolam	10	5,6	15,6	37,4	m2
	Dasar kolam	5	2,8	14		
4.	<b>Conwood</b>					
	Area kolam	2,8	2,5	7	14	m2
	Rooftop	3,5	2	7		

Tabel 3. 40 RAB Unit

R A B						
NO	URAIAN	VOLUME	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA	
<b>I. PEKERJAAN PERSIAPAN</b>						
1	Pembersihan lapangan dan peralatan	72,00	m <sup>2</sup>	Rp 27.045,60	Rp	1.947.283,20
2	Bouwplank	44,00	m'	Rp 156.310,00	Rp	6.877.640,00
<b>TOTAL PEKERJAAN PERSIAPAN</b>					<b>Rp</b>	<b>8.824.923,20</b>
<b>I. PEKERJAAN GALIAN</b>						
1	Galian kolam	25,20	m <sup>3</sup>	Rp 114.000,00	Rp	2.872.800,00
2	Galian pondasi footplat 80x80	8,45	m <sup>3</sup>	Rp 114.000,00	Rp	963.300,00
<b>TOTAL PEKERJAAN GALIAN</b>					<b>Rp</b>	<b>3.836.100,00</b>
<b>II. PEKERJAAN SIPIL</b>						
<b>A. PEKERJAAN STRUKTUR</b>						
<b>LANTAI 1</b>						
1	Footplat 80x80	2,40	m <sup>3</sup>	Rp 4.200.000,00	Rp	10.080.000,00
2	Urugan kembali galian footplat	7,04	m <sup>3</sup>	Rp 74.400,00	Rp	523.776,00
3	Sloof 15x25	1,94	m <sup>3</sup>	Rp 4.680.000,00	Rp	9.079.200,00
4	Kolom 30x30	0,58	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	3.932.400,00
5	Kolom 15x30	1,32	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	8.949.600,00
6	Kolom 15x15	0,44	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	2.983.200,00
<b>LANTAI 2</b>						
1	Kolom 15x30	1,32	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	8.949.600,00
2	Kolom 15x15	0,73	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	4.949.400,00
3	Balok 15x25	2,29	m <sup>3</sup>	Rp 5.196.000,00	Rp	11.898.840,00
4	Balok 20x40	0,48	m <sup>3</sup>	Rp 5.196.000,00	Rp	2.494.080,00
5	Balok 12x15	0,06	m <sup>3</sup>	Rp 5.196.000,00	Rp	311.760,00
6	Cor plat lantai 2	5,87	m <sup>3</sup>	Rp 7.560.000,00	Rp	44.377.200,00
<b>ROOFTOP</b>						
1	Kolom 15x15	0,30	m <sup>3</sup>	Rp 6.780.000,00	Rp	2.034.000,00
2	Balok 15x25	1,91	m <sup>3</sup>	Rp 5.196.000,00	Rp	9.924.360,00
3	Cor plat lantai 3	5,36	m <sup>3</sup>	Rp 7.560.000,00	Rp	40.521.600,00
<b>TOTAL PEKERJAAN A</b>					<b>Rp</b>	<b>161.009.016,00</b>
<b>B. PEKERJAAN PASANGAN DINDING</b>						
<b>LANTAI 1</b>						
1	Pasangan bata merah	102,38	m <sup>2</sup>	Rp 150.000,00	Rp	15.356.250,00
2	Plasteran dinding	204,75	m <sup>2</sup>	Rp 85.000,00	Rp	17.403.750,00
3	Acian dinding	204,75	m <sup>2</sup>	Rp 40.000,00	Rp	8.190.000,00
<b>LANTAI 2</b>						
1	Pasangan bata merah	88,73	m <sup>2</sup>	Rp 150.000,00	Rp	13.308.750,00
2	Plasteran dinding	177,45	m <sup>2</sup>	Rp 85.000,00	Rp	15.083.250,00
3	Acian dinding	177,45	m <sup>2</sup>	Rp 40.000,00	Rp	7.098.000,00
<b>ROOFTOP</b>						
1	Pasangan bata merah	21,80	m <sup>2</sup>	Rp 150.000,00	Rp	3.270.000,00
2	Plasteran dinding	43,60	m <sup>2</sup>	Rp 85.000,00	Rp	3.706.000,00
3	Acian dinding	43,60	m <sup>2</sup>	Rp 40.000,00	Rp	1.744.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN B</b>					<b>Rp</b>	<b>85.160.000,00</b>
<b>C. PEKERJAAN CARPORT</b>						
1	Pemasangan grass block carport	22,80	m <sup>2</sup>	Rp 150.000,00	Rp	3.420.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN C</b>					<b>Rp</b>	<b>3.420.000,00</b>
<b>TOTAL PEKERJAAN SIPIL</b>					<b>Rp</b>	<b>249.589.016,00</b>

<b>III. PEKERJAAN PLUMBING</b>						
<b>A. PEKERJAAN PLUMBING AIR KOTOR</b>						
1	Instalasi pipa horizontal PVC 3"	7,33	lonjor	Rp	262.900,00	Rp 1.925.742,50
2	Instalasi pipa vertikal PVC 3"	6,50	lonjor	Rp	262.900,00	Rp 1.708.850,00
3	Instalasi closet	2,00	bh	Rp	3.360.000,00	Rp 6.720.000,00
4	Instalasi roofdrain	3,00	bh	Rp	138.000,00	Rp 414.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN A</b>						<b>Rp 10.768.592,50</b>
<b>B. PEKERJAAN SAPTICTANK</b>						
1	Instalasi saptictank	1,00	bh	Rp	2.160.000,00	Rp 2.160.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN B</b>						<b>Rp 2.160.000,00</b>
<b>C. PEKERJAAN PLUMBING AIR BERSIH</b>						
1	Instalasi pipa PVC 3/4"	18,98	m <sup>1</sup>	Rp	42.700,00	Rp 810.232,50
2	Instalasi pipa PVC 1"	3,60	m <sup>1</sup>	Rp	58.400,00	Rp 210.240,00
3	Instalasi stopkran	4,00	bh	Rp	54.000,00	Rp 216.000,00
4	Instalasi tandon bawah	1,00	bh	Rp	2.040.000,00	Rp 2.040.000,00
5	Instalasi tandon atas	1,00	bh	Rp	1.620.000,00	Rp 1.620.000,00
6	Instalasi pompa dorong bawah	1,00	bh	Rp	900.000,00	Rp 900.000,00
7	Instalasi pompa dorong atas	1,00	bh	Rp	1.248.000,00	Rp 1.248.000,00
8	Instalasi pelampung tandon bawah	1,00	bh	Rp	276.000,00	Rp 276.000,00
9	Instalasi radar pelampung tandon atas	1,00	bh	Rp	150.000,00	Rp 150.000,00
10	Instalasi jet shower	2,00	bh	Rp	448.500,00	Rp 897.000,00
11	Instalasi shower set	2,00	bh	Rp	2.951.000,00	Rp 5.902.000,00
12	Instalasi kran air (Carport, kolam, Rooftop)	3,00	bh	Rp	153.600,00	Rp 460.800,00
<b>TOTAL PEKERJAAN C</b>						<b>Rp 14.730.272,50</b>
<b>TOTAL PEKERJAAN PLUMBING</b>						<b>Rp 27.658.865,00</b>
<b>IV. PEKERJAAN KERAMIK KAMAR MANDI</b>						
1	Keramik dinding KM lantai 1	12,40	m <sup>2</sup>	Rp	360.000,00	Rp 4.464.000,00
2	Keramik dinding KM lantai 2	12,40	m <sup>2</sup>	Rp	360.000,00	Rp 4.464.000,00
3	Keramik lantai KM lantai 1	2,20	m <sup>2</sup>	Rp	453.600,00	Rp 997.920,00
4	Keramik lantai KM lantai 2	2,20	m <sup>2</sup>	Rp	453.600,00	Rp 997.920,00
<b>TOTAL PEKERJAAN KERAMIK KAMAR MANDI</b>						<b>Rp 10.923.840,00</b>
<b>V. PEKERJAAN PLAFOND</b>						
1	Plafond gypsumboard	53,00	m <sup>2</sup>	Rp	126.100,00	Rp 6.683.300,00
2	Plafond kalsiboard	21,10	m <sup>2</sup>	Rp	126.100,00	Rp 2.660.710,00
<b>TOTAL PEKERJAAN PLAFOND</b>						<b>Rp 9.344.010,00</b>
<b>VI. PEKERJAAN CONWOOD</b>						
1	Pemasangan conwood pool deck 8"	5,58	m <sup>2</sup>	Rp	427.000,00	Rp 2.382.660,00
2	Pemasangan conwood rooftop 8"	7,31	m <sup>2</sup>	Rp	427.000,00	Rp 3.121.370,00
3	Pengecatan seluruh pengerjaan conwood	12,89	m <sup>2</sup>	Rp	115.000,00	Rp 1.482.350,00
<b>TOTAL PEKERJAAN CONWOOD</b>						<b>Rp 6.986.380,00</b>
<b>VII. PEKERJAAN PENGECATAN</b>						
1	Pengecatan dinding					
	-Lantai 1	204,75	m <sup>2</sup>	Rp	40.000,00	Rp 8.190.000,00
	-Lantai 2	177,45	m <sup>2</sup>	Rp	40.000,00	Rp 7.098.000,00
	-Lantai 3	43,60	m <sup>2</sup>	Rp	40.000,00	Rp 1.744.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN KERAMIK KAMAR MANDI</b>						<b>Rp 17.032.000,00</b>
<b>VIII. PEKERJAAN KUSEN ALUMUNIMUM</b>						
1	PJ 1 Pintu utama					
	-Kusen aluminium 4"	17,10	m <sup>1</sup>	Rp	108.000,00	Rp 1.846.800,00
	-Daun jendela aluminium casement	5,60	m <sup>1</sup>	Rp	204.000,00	Rp 1.142.400,00
	-Kaca 6 mm	4,60	m <sup>2</sup>	Rp	420.000,00	Rp 1.932.000,00
				<b>Total</b>		<b>Rp 4.921.200,00</b>
2	PJ 2 (2 unit)					
	-Kusen aluminium 3"	17,00	m <sup>1</sup>	Rp	96.000,00	Rp 1.632.000,00
	-Daun pintu aluminium	7,60	m <sup>1</sup>	Rp	228.000,00	Rp 1.732.800,00
	-Upgrade handle coak Ex. dekson	1,00	bh	Rp	60.000,00	Rp 60.000,00
	-Rel pintu geser	1,00	bh	Rp	540.000,00	Rp 540.000,00

	-Daun jendela aluminium casement	5,60	m <sup>1</sup>	Rp	204.000,00	Rp	1.142.400,00
	-Kaca 5 mm	7,20	m <sup>2</sup>	Rp	420.000,00	Rp	3.024.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 4.706.400,00</b>
						<b>2 Unit</b>	<b>Rp 9.412.800,00</b>
3	PJ 3						
	-Kusen aluminium 4"	11,70	m <sup>1</sup>	Rp	108.000,00	Rp	1.263.600,00
	-Daun pintu aluminium	7,30	m <sup>1</sup>	Rp	228.000,00	Rp	1.664.400,00
	-Upgrade handle Ex. dekson	1,00	bh	Rp	360.000,00	Rp	360.000,00
	-Kaca 5 mm	4,60	m <sup>2</sup>	Rp	420.000,00	Rp	1.932.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 5.220.000,00</b>
4	PJ 4						
	-Kusen aluminium 4"	12,30	m1	Rp	108.000,00	Rp	1.328.400,00
	-Daun pintu aluminium	7,30	m1	Rp	228.000,00	Rp	1.664.400,00
	-Upgrade handle Ex. dekson	1,00	bh	Rp	360.000,00	Rp	360.000,00
	-Daun jendela aluminium casement	6,10	m1	Rp	204.000,00	Rp	1.244.400,00
	-Kaca 5 mm	4,40	m2	Rp	420.000,00	Rp	1.848.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 6.445.200,00</b>
5	PJ 5						
	-Kusen aluminium 4"	9,50	m1	Rp	108.000,00	Rp	1.026.000,00
	-Daun pintu aluminium	6,20	m1	Rp	228.000,00	Rp	1.413.600,00
	-Upgrade handle Ex. dekson	1,00	bh	Rp	360.000,00	Rp	360.000,00
	-Kaca 5 mm	3,00	m2	Rp	420.000,00	Rp	1.260.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 4.059.600,00</b>
6	P 1 Pintu lipat						
	-Kusen aluminium 4"	8,50		Rp	108.000,00	Rp	918.000,00
	-Daun pintu aluminium	7,40	m1	Rp	228.000,00	Rp	1.687.200,00
	-Upgrade Pull handle Ex. Dekson	2,00	bh	Rp	240.000,00	Rp	480.000,00
	-Rel pintu lipat	1,00	bh	Rp	2.136.000,00	Rp	2.136.000,00
	-Kaca 5 mm	7,80	m2	Rp	420.000,00	Rp	3.276.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 8.497.200,00</b>
7	P 2 Pintu kamar						
	-Kusen aluminium 3"	6,50	m1	Rp	96.000,00	Rp	624.000,00
						<b>3 Unit</b>	<b>Rp 1.872.000,00</b>
8	P 3 Pintu kamar mandi						
	-Kusen aluminium 3"	6,40	m1	Rp	146.000,00	Rp	934.400,00
	-Daun pintu aluminium serat kayu	5,80	m1	Rp	278.000,00	Rp	1.612.400,00
	-Isian acp	1,50	m2	Rp	480.000,00	Rp	720.000,00
	-Upgrade handle Ex. Dekson	1,00	bh	Rp	360.000,00	Rp	360.000,00
	-Kaca 5 mm	0,20	m2	Rp	420.000,00	Rp	84.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 3.710.800,00</b>
9	P 4						
	-Kusen aluminium 3"	6,40	m1	Rp	146.000,00	Rp	934.400,00
	-Daun pintu aluminium	7,40	m1	Rp	228.000,00	Rp	1.687.200,00
	-Upgrade Pull handle Ex. Dekson	1,00	bh	Rp	360.000,00	Rp	360.000,00
	-Kaca 5 mm	2,50	m2	Rp	420.000,00	Rp	1.050.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 4.031.600,00</b>
						<b>2 Unit</b>	<b>Rp 8.063.200,00</b>
10	J 1						
	-Kusen aluminium 4"	7,80	m1	Rp	108.000,00	Rp	842.400,00
	-Kaca 5 mm	3,00	m2	Rp	420.000,00	Rp	1.260.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 2.102.400,00</b>
11	J 2						
	-Kusen aluminium 4"	7,50	m1	Rp	108.000,00	Rp	810.000,00
	-Daun jendela aluminium casement	3,20	m1	Rp	204.000,00	Rp	652.800,00
	-Kaca 5 mm	2,30	m2	Rp	420.000,00	Rp	966.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 2.428.800,00</b>
12	J 3						
	-Kusen aluminium 3"	5,50	m1	Rp	146.000,00	Rp	803.000,00
	-Kaca 5 mm	1,70	m2	Rp	420.000,00	Rp	714.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 1.517.000,00</b>
13	J 4						
	-Kusen aluminium 3"	9,90	m1	Rp	146.000,00	Rp	1.445.400,00
	-Kaca 5 mm	3,60	m2	Rp	420.000,00	Rp	1.512.000,00
						<b>Total</b>	<b>Rp 2.957.400,00</b>
14	BV						

	Kaca 5 mm	0,80	m2	Rp	420.000,00	Rp	336.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN KUSEN ALUMINIUM</b>							<b>Rp 61.543.600,00</b>
<b>IX. PEKERJAAN PINTU KAYU</b>							
1	Pintu Utama Lebar 90 cm	1,00	bh	Rp	2.820.000,00	Rp	2.820.000,00
2	Instalasi Bardi smart lock	1,00	bh	Rp	3.300.000,00	Rp	3.300.000,00
3	Pintu kamar tidur	3,00	bh	Rp	3.240.000,00	Rp	9.720.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN PINTU KAYU</b>							<b>Rp 15.840.000,00</b>
<b>X. PEKERJAAN BESI/RAILING</b>							
1	Railing tangga, isian hollow 2x4 minimalis	7,60	m1	Rp	600.000,00	Rp	4.560.000,00
2	Railing balkon	3,50	m1	Rp	1.750.000,00	Rp	6.125.000,00
3	Railing rooftop (tinggi 20 cm)	17,90	m1	Rp	150.000,00	Rp	2.685.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN BESI/RAILING</b>							<b>Rp 13.370.000,00</b>
<b>XI. PEKERJAAN ELEKTRIKAL</b>							
<b>LANTAI 1</b>							
1	Instalasi listrik 2200 watt	1,00	unt	Rp	3.000.000,00	Rp	3.000.000,00
2	Instalasi MCB	1,00	unt	Rp	204.000,00	Rp	204.000,00
3	Instalasi lampu dowlight	4,00	bh	Rp	300.000,00	Rp	1.200.000,00
4	Instalasi lampu dowlight outbow	3,00	bh	Rp	306.000,00	Rp	918.000,00
5	Instalasi lampu gantung	1,00	bh	Rp	270.000,00	Rp	270.000,00
6	Instalasi lampu sorot	3,00	bh	Rp	414.000,00	Rp	1.242.000,00
7	Instalasi lampu indirect	14,00	m1				
8	Instalasi outlet antena	1,00	bh	Rp	270.000,00	Rp	270.000,00
9	Instalasi outlet lan	1,00	bh	Rp	270.000,00	Rp	270.000,00
10	Instalasi jalur wifi ke lantai 2	12,00	m1	Rp	210.000,00	Rp	2.520.000,00
11	Instalasi stopkontak	3,00	bh	Rp	252.000,00	Rp	756.000,00
12	Instalasi stopkotak rumah pompa	1,00	bh	Rp	276.000,00	Rp	276.000,00
13	Instalasi kabel power	2,00	bh	Rp	180.000,00	Rp	360.000,00
14	Instalasi panel kolam	1,00	bh	Rp	162.000,00	Rp	162.000,00
15	kabel power ke mesin filter	1,00	Ls	Rp	300.000,00	Rp	300.000,00
<b>LANTAI 2</b>							
1	Instalasi lampu downlight	5,00	bh	Rp	300.000,00	Rp	1.500.000,00
2	Instalasi lampu downlight outbow	2,00	bh	Rp	306.000,00	Rp	612.000,00
3	Instalasi lampu gantung	2,00	bh	Rp	270.000,00	Rp	540.000,00
4	Instalasi lampu indirect	8,20	m1	Rp	76.800,00	Rp	629.760,00
5	Instalasi stopkontak	3,00	bh	Rp	252.000,00	Rp	756.000,00
<b>LANTAI 3/ROOFTOP</b>							
1	Instalasi lampu dowlight outbow	2,00	bh	Rp	306.000,00	Rp	612.000,00



2	Instalasi stopkontak outbow rooftop	1,00	bh	Rp	276.000,00	Rp 276.000,00
3	Instalasi stopkontak pompa dorong atas	1,00	bh	Rp	276.000,00	Rp 276.000,00
4	Instalasi kabel radar pompa	16,60	m1	Rp	30.000,00	Rp 498.000,00
<b>SMART HOME SYSTEM</b>						
1	Smart on off breaker					
-	Lampu outdoor dan lampu utama	1,00	bh	Rp	276.000,00	Rp 276.000,00
2	Smart plug stopkotak					
-	Stopkontak dapur	1,00	bh	Rp	174.000,00	Rp 174.000,00
-	Stopkontak TV	1,00	bh	Rp	174.000,00	Rp 174.000,00
3	CCTV outdoor (Area teras)	1,00	bh	Rp	948.000,00	Rp 948.000,00
4	LED Flow strip (ruang utama lantai 1)	1,00	Ls	Rp	1.986.000,00	Rp 1.986.000,00
5	Light bulb bardi 12 W					
-	Kamar tidur	3,00	bh	Rp	246.000,00	Rp 738.000,00
-	Ruang utama lantai 1	1,00	bh	Rp	246.000,00	Rp 246.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN ELEKTRIKAL</b>						<b>Rp 21.989.760,00</b>
<b>XII. PEKERJAAN KOLAM</b>						
1	Pekerjaan Kolam	21,00	m3	Rp	5.000.000,00	Rp 105.000.000,00
<b>TOTAL PEKERJAAN KOLAM</b>						<b>Rp 105.000.000,00</b>
<b>JUMLAH TOTAL SELURUH PEKERJAAN</b>						<b>Rp 543.113.571,00</b>
<b>PEMBULATAN</b>						<b>Rp 543.000.000,00</b>