



# LAMPIRAN 1

## A. DATA BALOK UKURAN 35 X 55 VARIASI 4

BAHAN STRUKTUR			
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	29	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
DIMENSI BALOK			
Lebar balok	$b =$	350	mm
Tinggi balok	$h =$	550	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	25	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	70	mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA			
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	94,754	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	212,000	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	255,831	kN

## B. PERHITUNGAN TULANGAN

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0,85	
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0,85	
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0,0314	
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	7,6254	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0,80	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \emptyset + D/2 =$	92,50	mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	3,30	
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	3	bh
Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	45,00	mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	50,00	mm

# 1. TULANGAN MOMEN POSITIF

Momen positif nominal rencana,  $M_n = M_u^+ / \phi = 118,443$  kNm

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,  $d' = 70$  mm

Tinggi efektif balok,  $d = h - d' = 480,00$  mm

Faktor tahanan momen,  $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 1,4688$

$R_n < R_{max} \rightarrow (OK)$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0,00379$$

Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0,00337$

Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$

Rasio tulangan yang digunakan,  $\rightarrow \rho = 0,00379$

Luas tulangan yang diperlukan,  $A_s = \rho * b * d = 636$  mm<sup>2</sup>

Jumlah tulangan yang diperlukan,  $n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,297$

Digunakan tulangan, **2 D 25**

Luas tulangan terpakai,  $A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 982$  mm<sup>2</sup>

Jumlah baris tulangan,  $n_b = n / n_s = 0,67$

$n_b < 3 \rightarrow (OK)$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	92,50	185,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>2</b>	$\Sigma [n_i * y_i] =$	<b>185</b>

Letak titik berat tulangan,  $\rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 92,50$  mm

$92,50 > 70 \rightarrow$  **perkirakan lagi d' (NG)**

Tinggi efektif balok,  $d = h - d' = 457,50$  mm

Momen nominal,  $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 45,517$  mm

Tahanan momen balok,  $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 170,723$  kNm

Syarat :  $\phi * M_n \geq M_u^+$

$136,578 > 94,754 \rightarrow$  **AMAN (OK)**

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,	$M_n = M_u^- / \phi =$	265,001	kNm
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	50	mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	500,00	mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	3,0286	
	$R_n < R_{max} \rightarrow$	(OK)	

Rasio tulangan yang diperlukan :

$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0,00810		
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) =$	0,00337	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = 1.4 / f_y =$	0,00350	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow \rho =$	0,00810	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	1418	mm <sup>2</sup>
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$	2,889	
Digunakan tulangan,	<b>3 D 25</b>		
Luas tulangan terpakai,	$A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$	1473	mm <sup>2</sup>
Jumlah baris tulangan,	$n_b = n / n_s =$	1,00	
	$n_b < 3 \rightarrow$	(OK)	

ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	3	92,50	277,50
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>3</b>	$\Sigma [n_i * y_i] =$	<b>277,5</b>

Letak titik berat tulangan,	$\rightarrow$	$d' = \Sigma [n_i * y_i] / n =$	92,50	mm
<b>92,50</b>	<b>&gt;</b>	<b>50</b>	$\rightarrow$	<b>perkiraan lagi d' (NG)</b>
Tinggi efektif balok,		$d = h - d' =$	457,5	mm
		$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$	68,276	mm
Momen nominal,		$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$	249,381	kNm
Tahanan momen balok,		$\phi * M_n =$	199,505	kNm
Syarat :	$\phi * M_n \geq M_u^-$			
	<b>199,505</b>	<b>&lt;</b>	<b>212,000</b>	$\rightarrow$ <b>BAHAYA (NG)</b>

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u =$	255,831	kN
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi =$	0,60	
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} =$	150,785	kN
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c =$	90,471	kN
<b>→ Perlu tulangan geser</b>			
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c =$	165,360	kN
Kuat geser sengkang,	$V_s =$	275,600	kN
Digunakan sengkang berpenampang :	<b>2</b> P <b>10</b>		
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 =$	157,08	mm <sup>2</sup>
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) =$	65,66	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 =$	228,75	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} =$	250,00	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	65,66	mm
Diambil jarak sengkang :	<b>→</b>	$s =$	60
Digunakan sengkang,	<b>2</b> P <b>10</b>	<b>60</b>	

### A. DATA BALOK UKURAN 35 X 50 VARIASI 4

BAHAN STRUKTUR			
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	29	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
DIMENSI BALOK			
Lebar balok	$b =$	350	mm
Tinggi balok	$h =$	500	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	25	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	70	mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA			
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	94,754	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	212,000	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	255,831	kN

## B. PERHITUNGAN TULANGAN

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0,85	
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow$	$\beta_1 =$	0,85
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,			
	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0,0314	
Faktor tahanan momen maksimum,			
	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	7,6254	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0,80	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \emptyset + D/2 =$	92,50	mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	3,30	
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	3	bh
Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,			
	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	45,00	mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	50,00	mm

## 1. TULANGAN MOMEN POSITIF

Momen positif nominal rencana,	$M_n = M_u^+ / \phi =$	118,443	kNm
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	70	mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	430,00	mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	1,8302	
	$R_n < R_{max} \rightarrow$	(OK)	
Rasio tulangan yang diperlukan :			
	$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0,00476	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = \sqrt{f_c' / (4 * f_y)} =$	0,00337	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = 1.4 / f_y =$	0,00350	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow$	$\rho =$	0,00476
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	716	mm <sup>2</sup>
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$	1,459	
Digunakan tulangan,	2 D	25	
Luas tulangan terpakai,	$A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$	982	mm <sup>2</sup>
Jumlah baris tulangan,	$n_b = n / n_s =$	0,67	
	$n_b < 3 \rightarrow$	(OK)	

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	92,50	185,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>2</b>	$\Sigma [ n_i * y_i ] =$	<b>185</b>

Letak titik berat tulangan,

$$92,50 > 70$$

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 92,50 \text{ mm}$$

→ **perkiraan lagi d' (NG)**

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 407,50 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / ( 0.85 * f_c' * b ) = 45,517 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * ( d - a / 2 ) * 10^{-6} = 151,088 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 120,870 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_u^+$$

$$120,870 > 94,754$$

→ **AMAN (OK)**

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 265,001 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 450,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / ( b * d^2 ) = 3,7390$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [ 1 - \sqrt{ 1 - 2 * R_n / ( 0.85 * f_c' ) } ] = 0,01019$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{ f_c' } / ( 4 * f_y ) = 0,00337$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,01019$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 1605 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / ( \pi / 4 * D^2 ) = 3,270$$

Digunakan tulangan,

$$4 \quad D \quad 25$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 1963 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 1,33$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	92,50	370,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>4</b>	<b><math>\Sigma [ n_i * y_i ] =</math></b>	<b>370</b>

Letak titik berat tulangan,

92,50

>

→

50

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 92,50 \text{ mm}$$

→

perkiraan lagi  $d'$  (NG)

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 407,5 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / ( 0.85 * f_c' * b ) = 91,034 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * ( d - a / 2 ) * 10^{-6} = 284,301 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 227,441 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n$$

≥

$$M_u$$

227,441

>

212,000

→

AMAN (OK)

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,

$$V_u = 255,831 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan geser,

$$\phi = 0,60$$

Tegangan leleh tulangan geser,

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Kuat geser beton,

$$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 135,078 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi * V_c = 81,047 \text{ kN}$$

→

Perlu tulangan geser

Tahanan geser sengkang,

$$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = 174,784 \text{ kN}$$

Kuat geser sengkang,

$$V_s = 291,307 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang berpenampang :

$$2 \quad P \quad 10$$

Luas tulangan geser sengkang,

$$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang yang diperlukan :

$$s = A_v * f_y * d / ( V_s * 10^3 ) = 55,65 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = d / 2 = 203,75 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = 250,00 \text{ mm}$$

Jarak sengkang yang harus digunakan,

$$s = 55,65 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang :

→

$$s = 50 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang,

$$2 \quad P \quad 10 \quad 50$$



## A. DATA BALOK UKURAN 35 X 45 VARIASI 4

BAHAN STRUKTUR			
Kuat tekan beton,	$f_c' =$	29	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
DIMENSI BALOK			
Lebar balok	$b =$	350	mm
Tinggi balok	$h =$	450	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	25	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	70	mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA			
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	94,754	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	212,000	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	255,831	kN

## B. PERHITUNGAN TULANGAN

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0,85	
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0,85	
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,	$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$	0,0314	
Faktor tahanan momen maksimum,	$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$	7,6254	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0,80	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \emptyset + D/2 =$	92,50	mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	3,30	
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	3	bh
Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	45,00	mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	50,00	mm

# 1. TULANGAN MOMEN POSITIF

Momen positif nominal rencana,  $M_n = M_u^+ / \phi = 118,443$  kNm

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,  $d' = 70$  mm

Tinggi efektif balok,  $d = h - d' = 380,00$  mm

Faktor tahanan momen,  $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 2,3435$

$R_n < R_{max} \rightarrow (OK)$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0,00617$$

Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0,00337$

Rasio tulangan minimum,  $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$

Rasio tulangan yang digunakan,  $\rightarrow \rho = 0,00617$

Luas tulangan yang diperlukan,  $A_s = \rho * b * d = 820$  mm<sup>2</sup>

Jumlah tulangan yang diperlukan,  $n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,671$

Digunakan tulangan, **2 D 25**

Luas tulangan terpakai,  $A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 982$  mm<sup>2</sup>

Jumlah baris tulangan,  $n_b = n / n_s = 0,67$

$n_b < 3 \rightarrow (OK)$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	92,50	185,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>2</b>	$\Sigma [n_i * y_i] =$	<b>185</b>

Letak titik berat tulangan,  $\rightarrow d' = \Sigma [n_i * y_i] / n = 92,50$  mm

$92,50 > 70 \rightarrow$  **perkirakan lagi d' (NG)**

Tinggi efektif balok,  $d = h - d' = 357,50$  mm

Momen nominal,  $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 45,517$  mm

Tahanan momen balok,  $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 131,453$  kNm

Syarat :  $\phi * M_n \geq M_u^+$

$105,162 > 94,754 \rightarrow$  **AMAN (OK)**

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,	$M_n = M_u^- / \phi =$	265,001	kNm
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	50	mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	400,00	mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	4,7322	
$R_n < R_{max} \rightarrow$ (OK)			

Rasio tulangan yang diperlukan :

$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$	0,01326		
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) =$	0,00337	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} = 1.4 / f_y =$	0,00350	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow \rho =$	0,01326	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	1856	mm <sup>2</sup>
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) =$	3,781	
Digunakan tulangan,	4 D 25		
Luas tulangan terpakai,	$A_s = n * \pi / 4 * D^2 =$	1963	mm <sup>2</sup>
Jumlah baris tulangan,	$n_b = n / n_s =$	1,33	
$n_b < 3 \rightarrow$ (OK)			

ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	92,50	370,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>4</b>	$\Sigma [n_i * y_i] =$	<b>370</b>

Letak titik berat tulangan,	$\rightarrow$	$d' = \Sigma [n_i * y_i] / n =$	92,50	mm
92,50	>	50	$\rightarrow$ perkiraan lagi d' (NG)	
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	357,5	mm	
Momen nominal,	$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$	91,034	mm	
Tahanan momen balok,	$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$	245,031	kNm	
Syarat :	$\phi * M_n \geq M_u^-$	$\phi * M_n =$	196,025	kNm
	196,025	<	212,000	$\rightarrow$ BAHAYA (NG)

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,	$V_u =$	255,831	kN
Faktor reduksi kekuatan geser,	$\phi =$	0,60	
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f'_c}) / 6 * b * d * 10^{-3} =$	119,371	kN
Tahanan geser beton,	$\phi * V_c =$	71,623	kN
<b>→ Perlu tulangan geser</b>			
Tahanan geser sengkang,	$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c =$	184,208	kN
Kuat geser sengkang,	$V_s =$	307,014	kN
Digunakan sengkang berpenampang :	<b>2</b> P <b>10</b>		
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 =$	157,08	mm <sup>2</sup>
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) =$	46,66	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 =$	178,75	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} =$	250,00	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	46,66	mm
Diambil jarak sengkang :	<b>→</b>	<b>s =</b>	<b>40</b>
Digunakan sengkang,	<b>2</b> P <b>10</b>	<b>40</b>	

### A. DATA BALOK UKURAN 35 X 40 VARIASI 4

BAHAN STRUKTUR			
Kuat tekan beton,	$f'_c =$	29	MPa
Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
DIMENSI BALOK			
Lebar balok	$b =$	350	mm
Tinggi balok	$h =$	400	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	25	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	10	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	70	mm
MOMEN DAN GAYA GESER RENCANA			
Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	94,754	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	212,000	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	255,831	kN

## B. PERHITUNGAN TULANGAN

Untuk :  $f_c' \leq 30$  MPa,

$$\beta_1 = 0,85$$

Untuk :  $f_c' > 30$  MPa,

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton,

$$\rightarrow \beta_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0314$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] = 7,6254$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \emptyset + D/2 = 92,50 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 3,30$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

$$n_s = 3 \text{ bh}$$

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 45,00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,

$$y = D + 25 = 50,00 \text{ mm}$$

### 1. TULANGAN MOMEN POSITIF

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi = 118,443 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 70 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 330,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 3,1075$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] = 0,00833$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0,00337$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,00833$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 962 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (\pi / 4 * D^2) = 1,960$$

Digunakan tulangan,

$$2 \text{ D } 25$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 982 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 0,67$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	92,50	185,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>2</b>	$\Sigma [ n_i * y_i ] =$	<b>185</b>

Letak titik berat tulangan,

$$92,50 > 70$$

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 92,50 \text{ mm}$$

→ **perkiraan lagi d' (NG)**

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 307,50 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / ( 0.85 * f_c' * b ) = 45,517 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * ( d - a / 2 ) * 10^{-6} = 111,818 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 89,454 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_u^+$$

$$89,454 < 94,754$$

→ **BAHAYA (NG)**

## 2. TULANGAN MOMEN NEGATIF

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / \phi = 265,001 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 50 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 350,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / ( b * d^2 ) = 6,1808$$

$$R_n < R_{max} \rightarrow \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [ 1 - \sqrt{ 1 - 2 * R_n / ( 0.85 * f_c' ) } ] = 0,01811$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = \sqrt{ f_c' } / ( 4 * f_y ) = 0,00337$$

Rasio tulangan minimum,

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan,

$$\rightarrow \rho = 0,01811$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = \rho * b * d = 2219 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / ( \pi / 4 * D^2 ) = 4,520$$

Digunakan tulangan,

$$5 \text{ D } 25$$

Luas tulangan terpakai,

$$A_s = n * \pi / 4 * D^2 = 2454 \text{ mm}^2$$

Jumlah baris tulangan,

$$n_b = n / n_s = 1,67$$

$$n_b < 3 \rightarrow \text{(OK)}$$

ke	Jumlah $n_i$	Jarak $y_i$	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	5	92,50	462,50
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
<b>n =</b>	<b>5</b>	<b><math>\Sigma [ n_i * y_i ] =</math></b>	<b>462,5</b>

Letak titik berat tulangan,

92,50

>

50

$$d' = \Sigma [ n_i * y_i ] / n = 92,50 \text{ mm}$$

→ **perkiraan lagi d' (NG)**

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 307,5 \text{ mm}$$

$$a = A_s * f_y / ( 0.85 * f_c' * b ) = 113,793 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s * f_y * ( d - a / 2 ) * 10^{-6} = 246,029 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$\phi * M_n = 196,824 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$\phi * M_n \geq M_u^-$$

196,824

≥

$$M_u^-$$

212,000

<

→

**BAHAYA (NG)**

### 3. TULANGAN GESER

Gaya geser ultimit rencana,

$$V_u = 255,831 \text{ kN}$$

Faktor reduksi kekuatan geser,

$$\phi = 0,60$$

Tegangan leleh tulangan geser,

$$f_y = 240 \text{ MPa}$$

Kuat geser beton,

$$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} = 103,664 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton,

$$\phi * V_c = 62,199 \text{ kN}$$

→ **Perlu tulangan geser**

Tahanan geser sengkang,

$$\phi * V_s = V_u - \phi * V_c = 193,632 \text{ kN}$$

Kuat geser sengkang,

$$V_s = 322,721 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang berpenampang :

<b>2</b>	<b>P</b>	<b>10</b>
----------	----------	-----------

Luas tulangan geser sengkang,

$$A_v = n_s * \pi / 4 * P^2 = 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak sengkang yang diperlukan :

$$s = A_v * f_y * d / ( V_s * 10^3 ) = 38,55 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = d / 2 = 153,75 \text{ mm}$$

Jarak sengkang maksimum,

$$s_{max} = 250,00 \text{ mm}$$

Jarak sengkang yang harus digunakan,

$$s = 38,55 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang :

→

$$s = 30 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang,

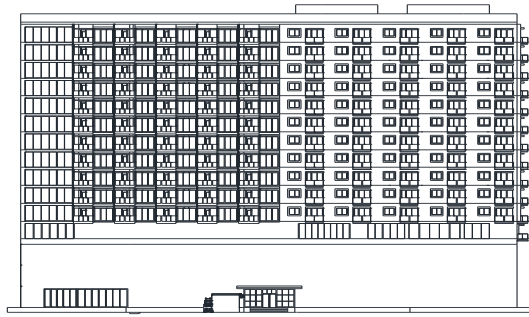
2	P	10	30
---	---	----	----



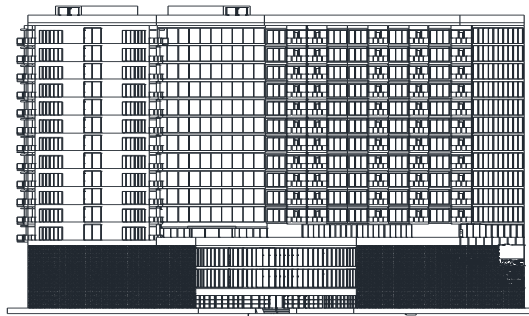
# LAMPIRAN 3



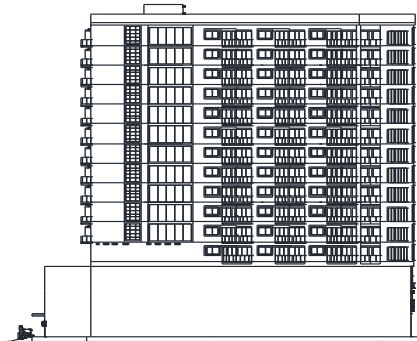
TAMPAK SAMPING KANAN  
Skala 1 : 400



TAMPAK SAMPING KIRI  
Skala 1 : 400



TAMPAK BELAKANG  
Skala 1 : 400



TAMPAK DEPAN  
Skala 1 : 400

