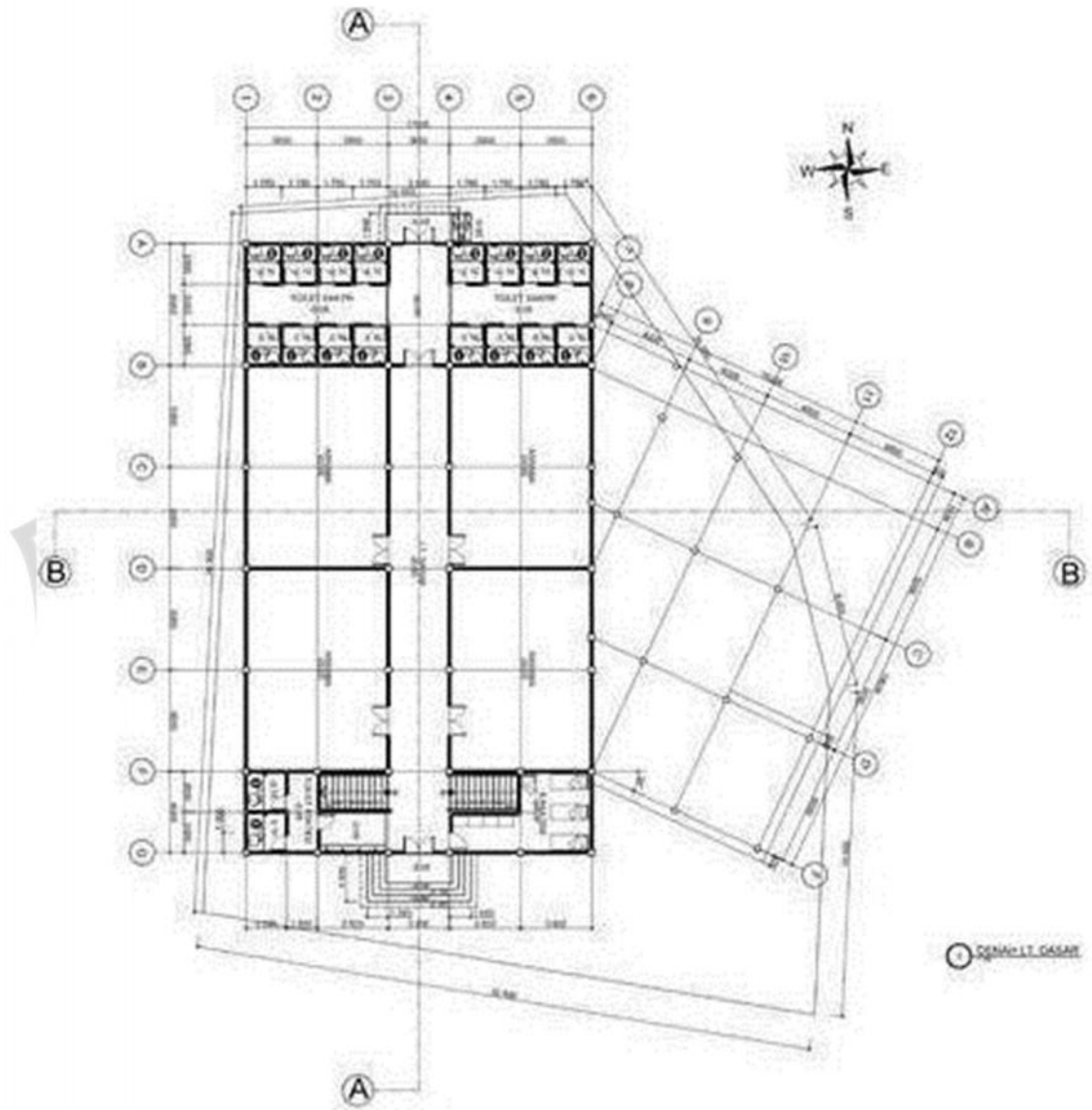


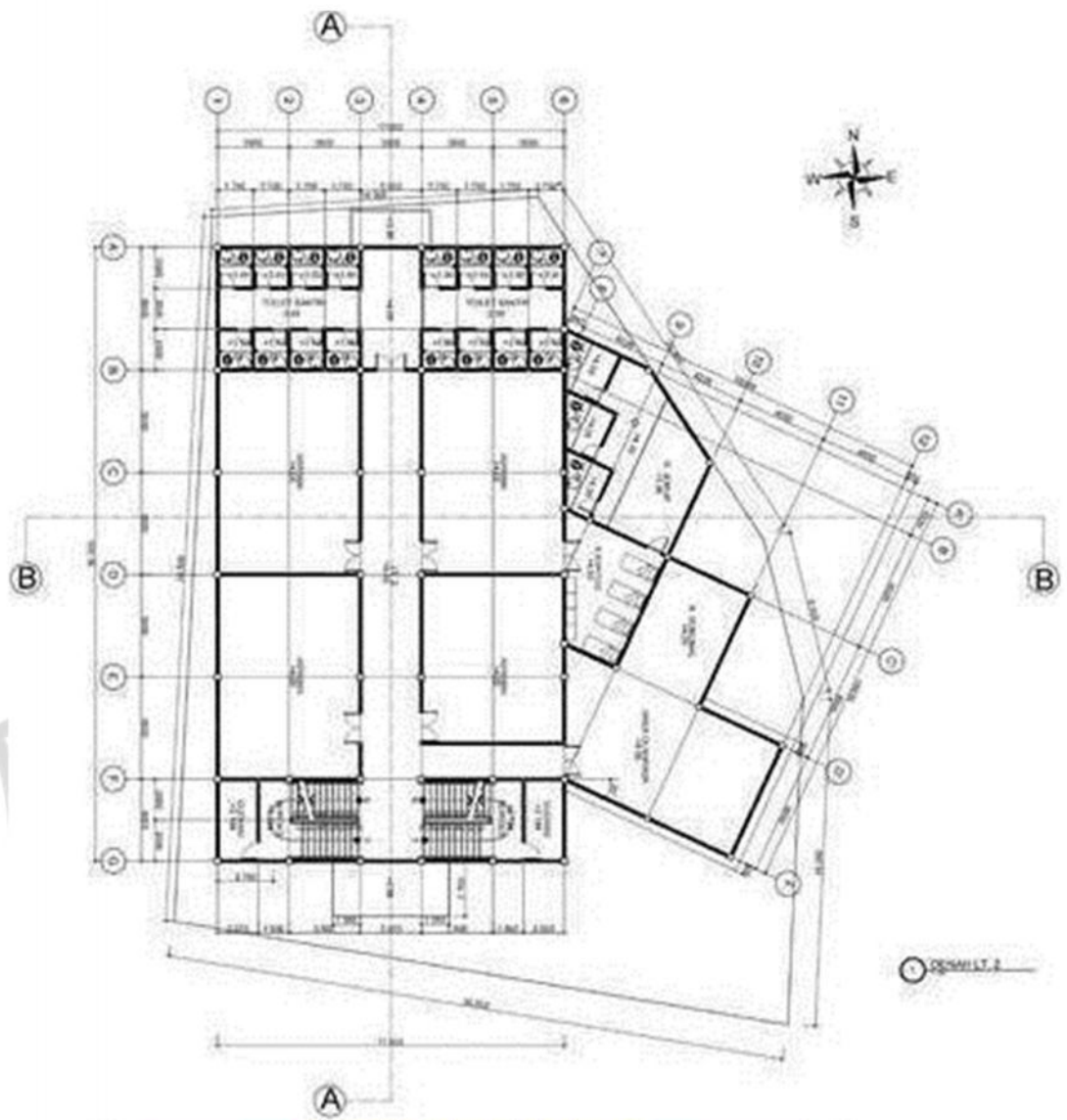
LAMPIRAN I

GAMBAR DAN DETAIL

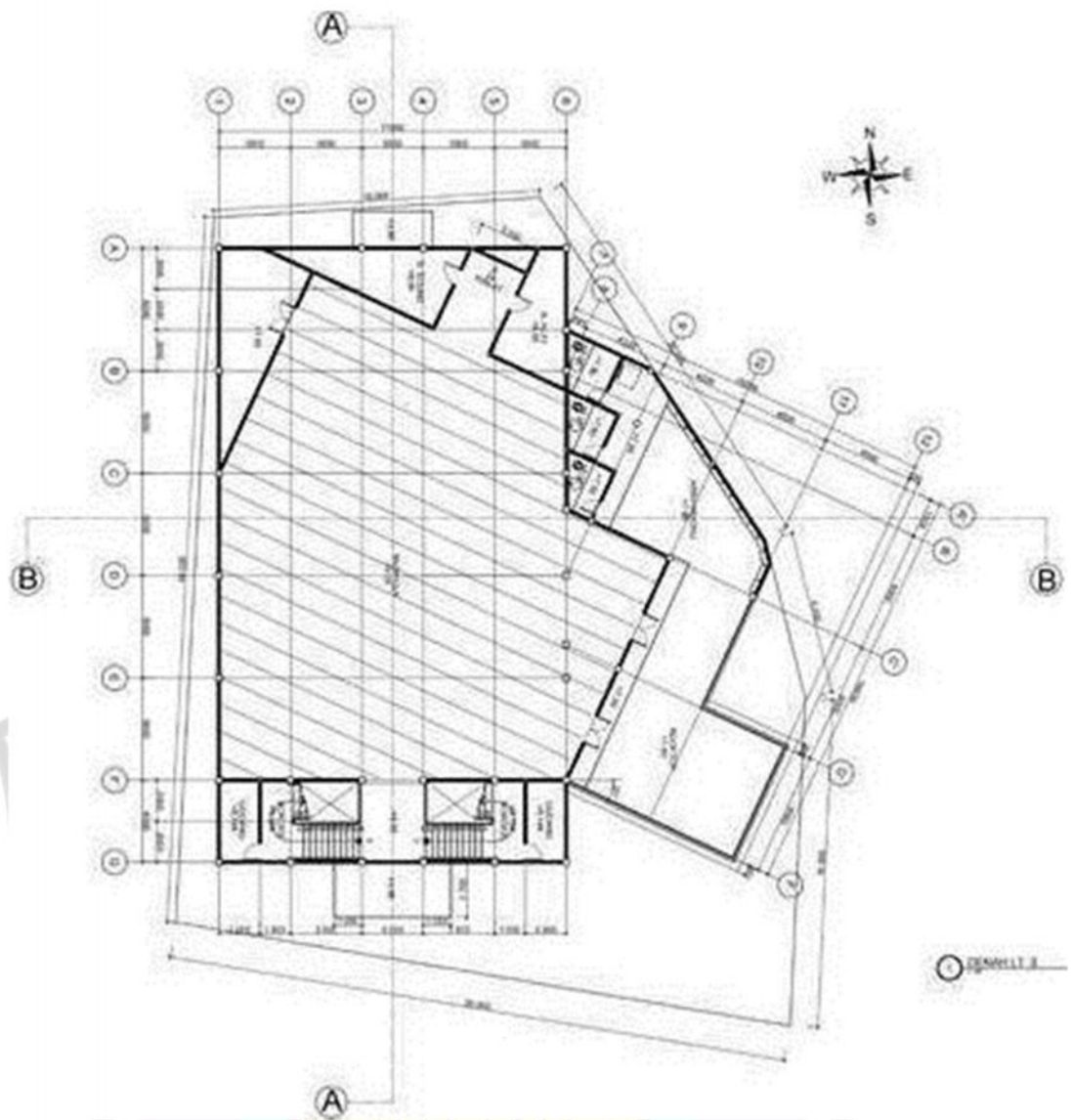
A. Autocad



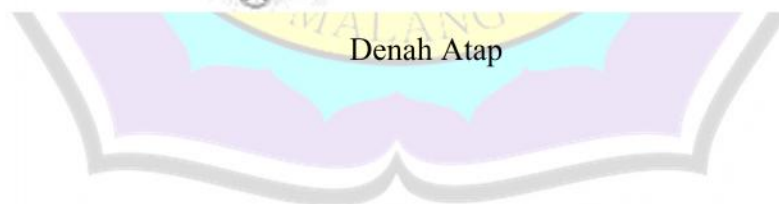
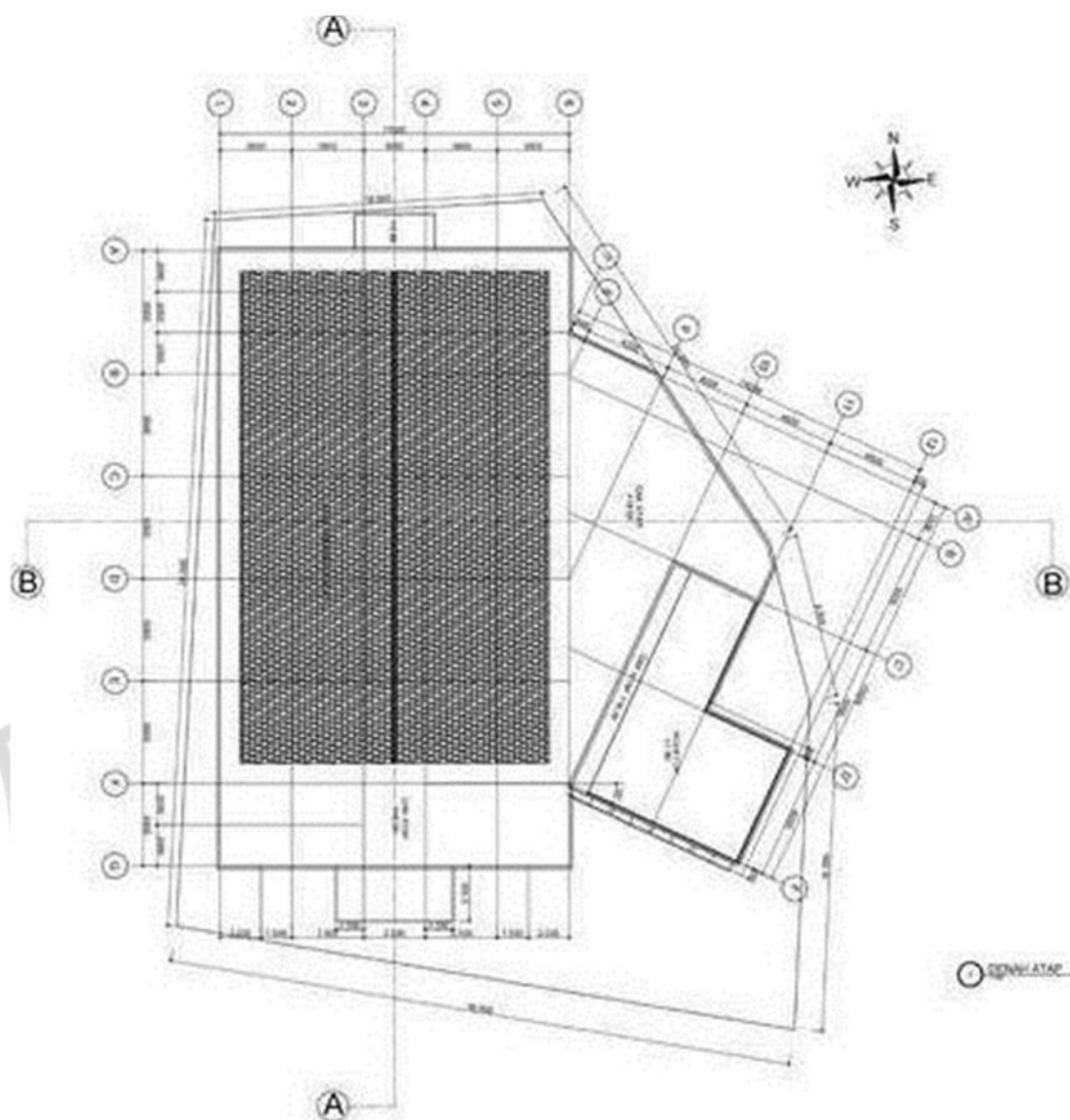
Denah lantai dasar

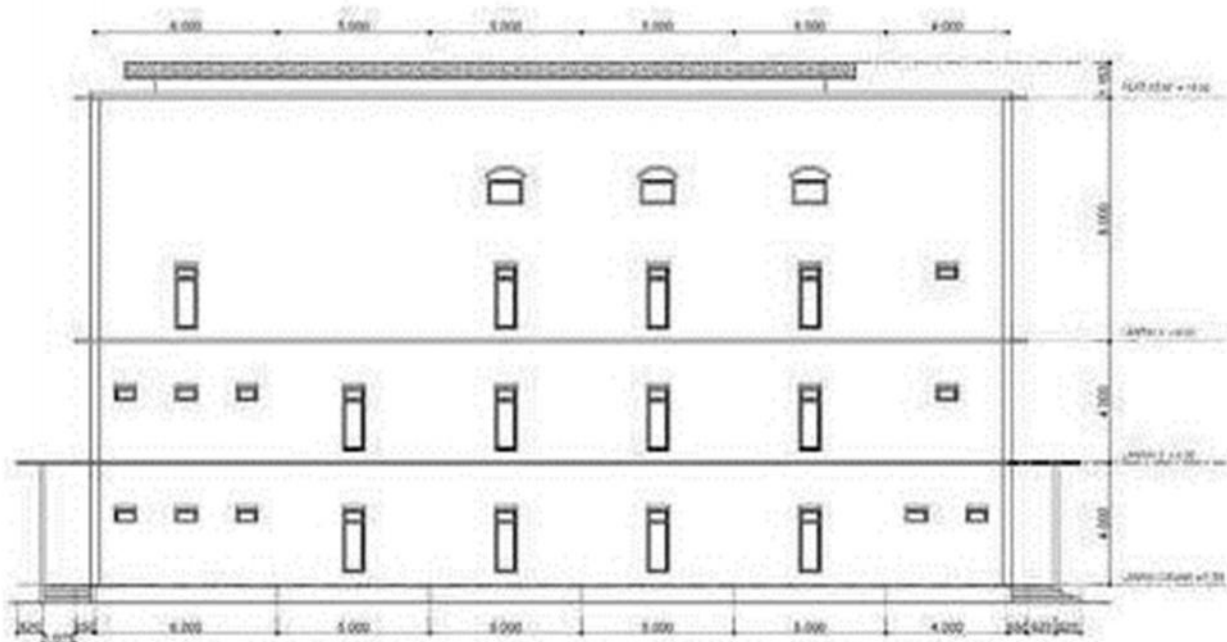


Denah lantai 2



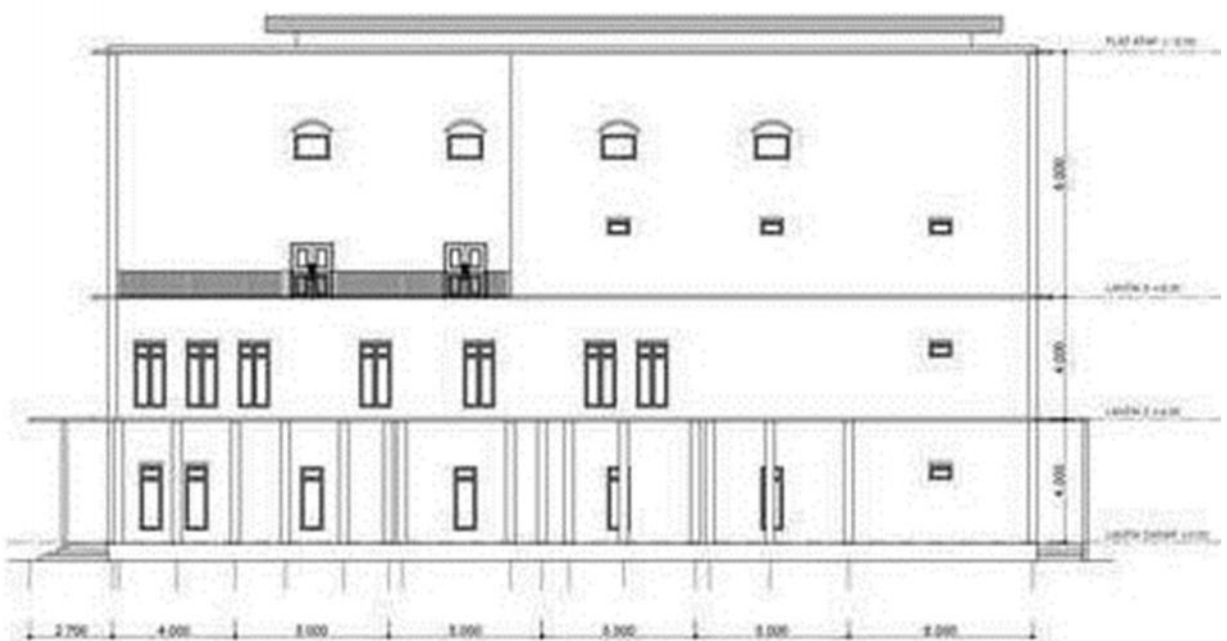
Denah lantai 3





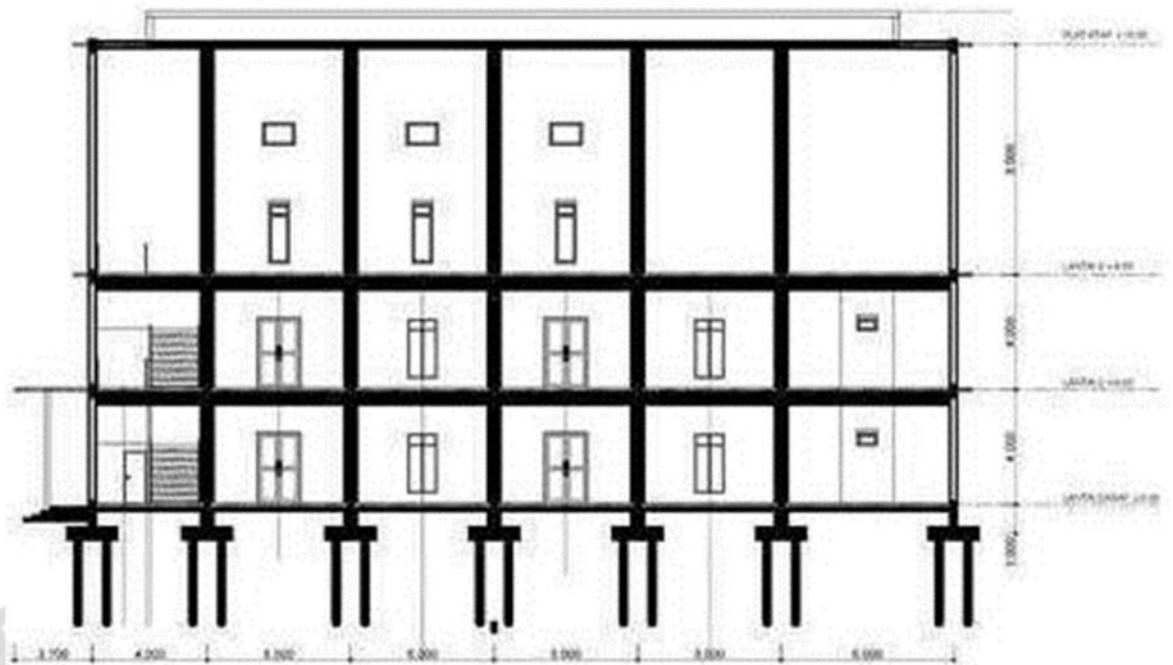
TAMPAK SAMPING KIRI

Tampak Samping Kiri



TAMPAK SAMPING KANAN

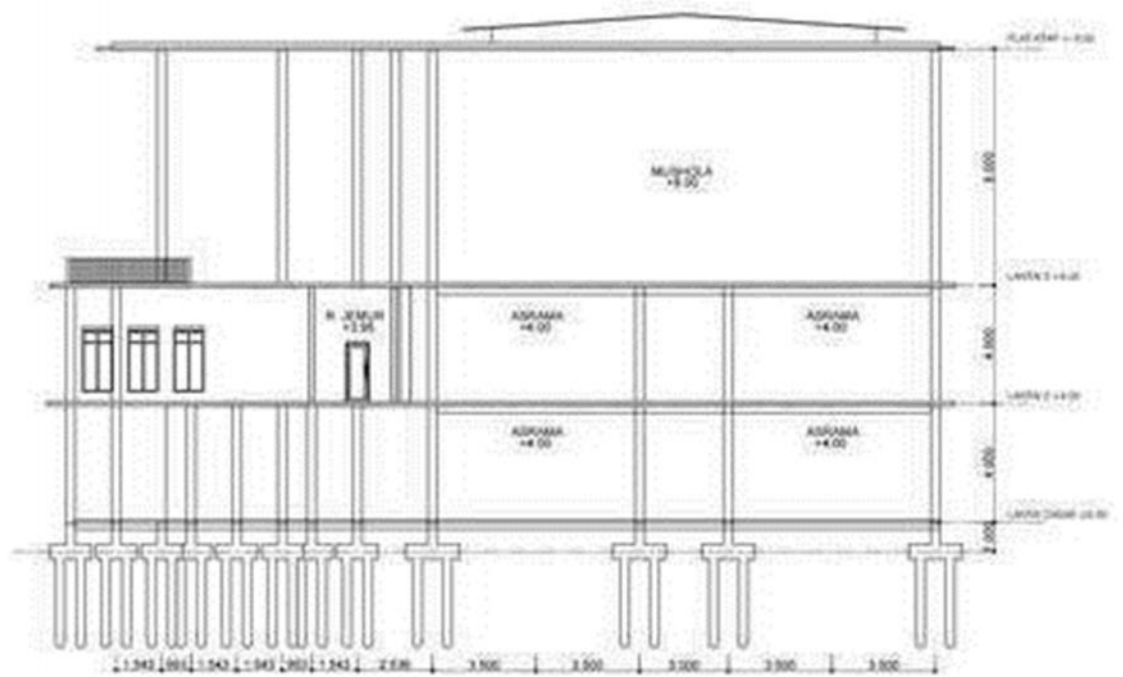
Tampak Samping Kanan



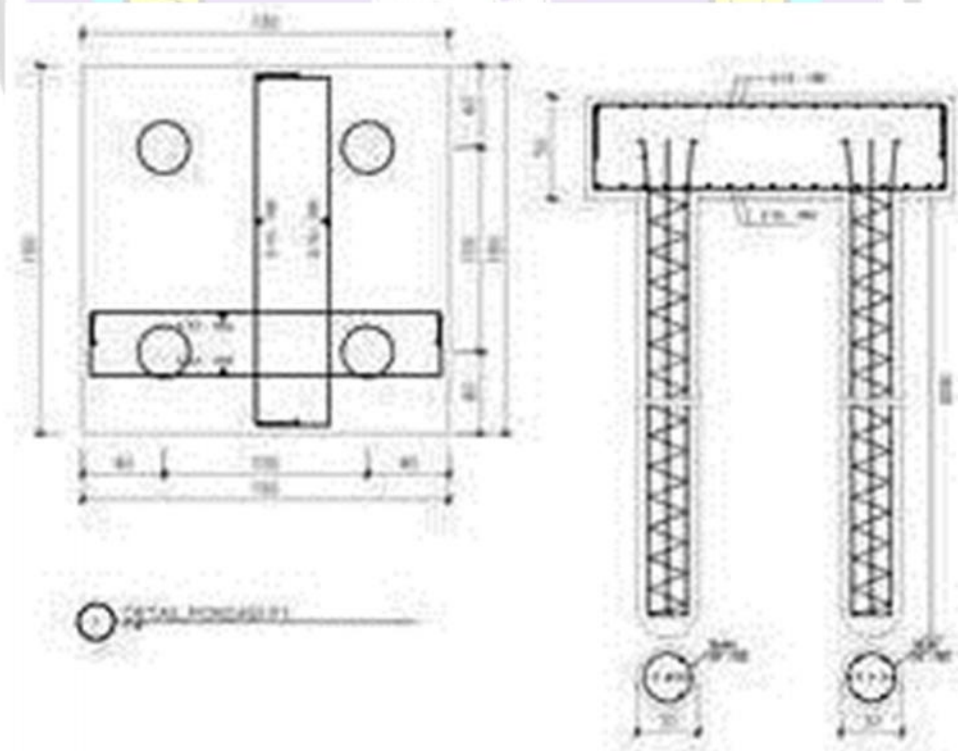
POTONGAN A-A

Potongan A-A

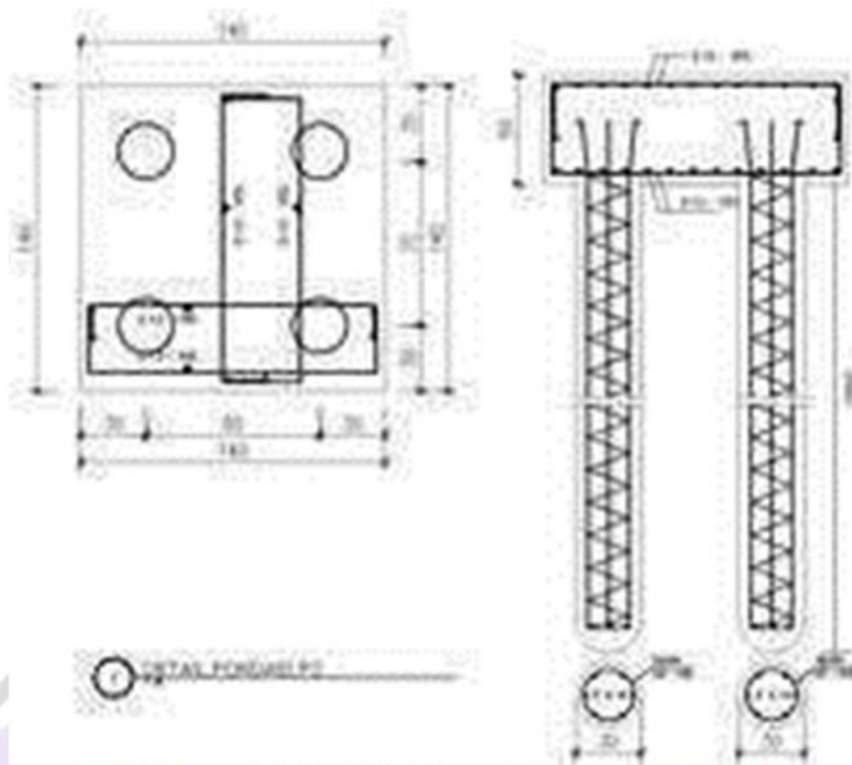




POTONGAN B-B



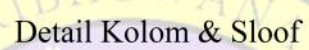
Detail Pondasi 1

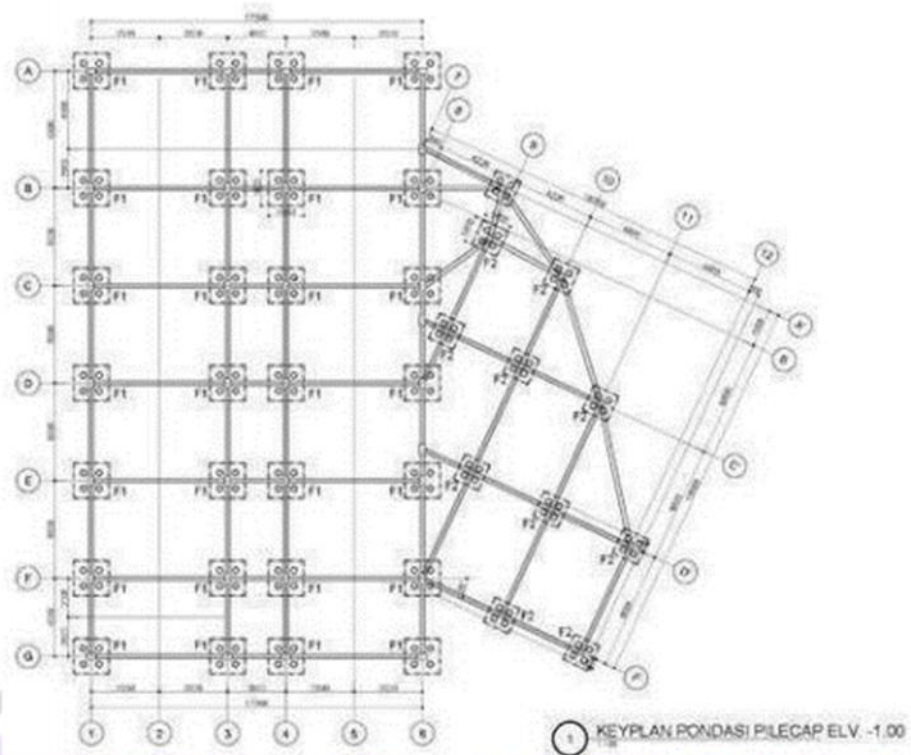


Detail Pondasi 2

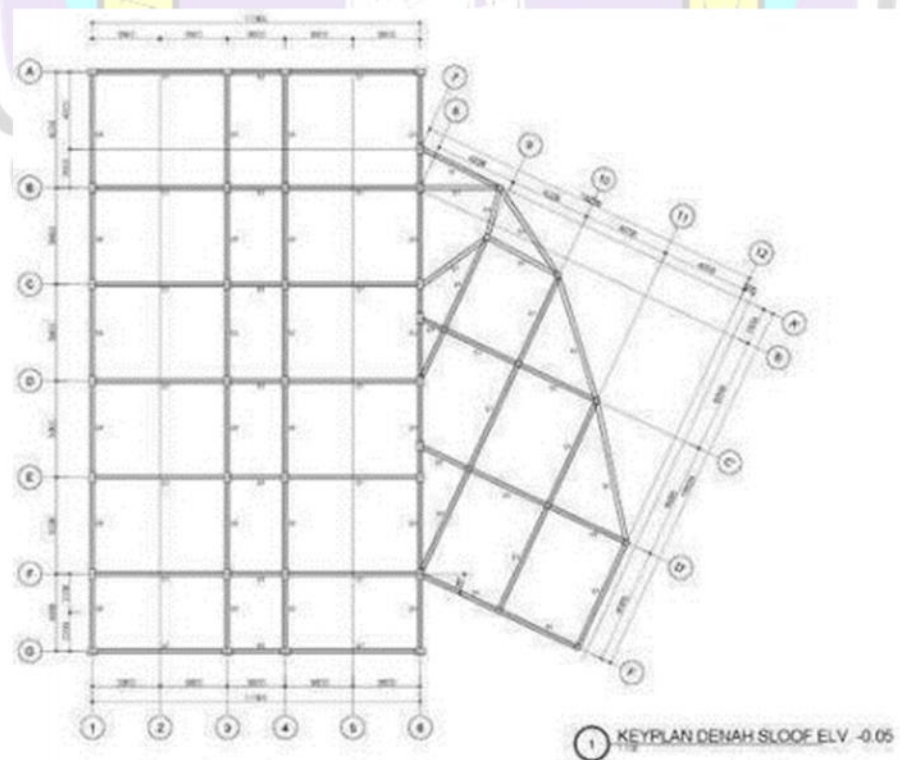
	Tumpuan	Lenteng	Tumpuan	Lenteng	Tumpuan	Lenteng	Tumpuan	Lenteng
	B1		B2		B3		B4	
TLS. ATAS	4 D 19	3 D 19	3 D 19	3 D 19	2 D 13	3 D 13	4 D 19	3 D 19
TLS. TENGAH			3 D 13	2 D 13				
TLS. BAWAH	3 D 19	4 D 19	4 D 19	3 D 19	3 D 13	2 D 13	2 D 13	4 D 13
SEDUKAN	300 x 350	300 x 350	300 x 350	300 x 350	300 x 350	300 x 350	300 x 350	300 x 350

Detail Balok

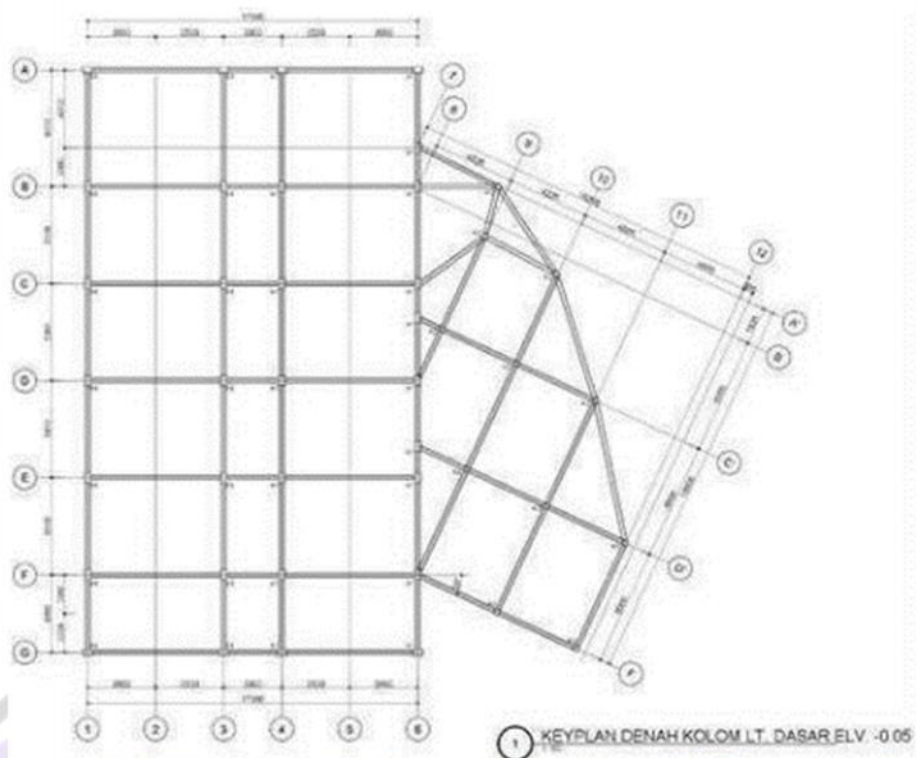




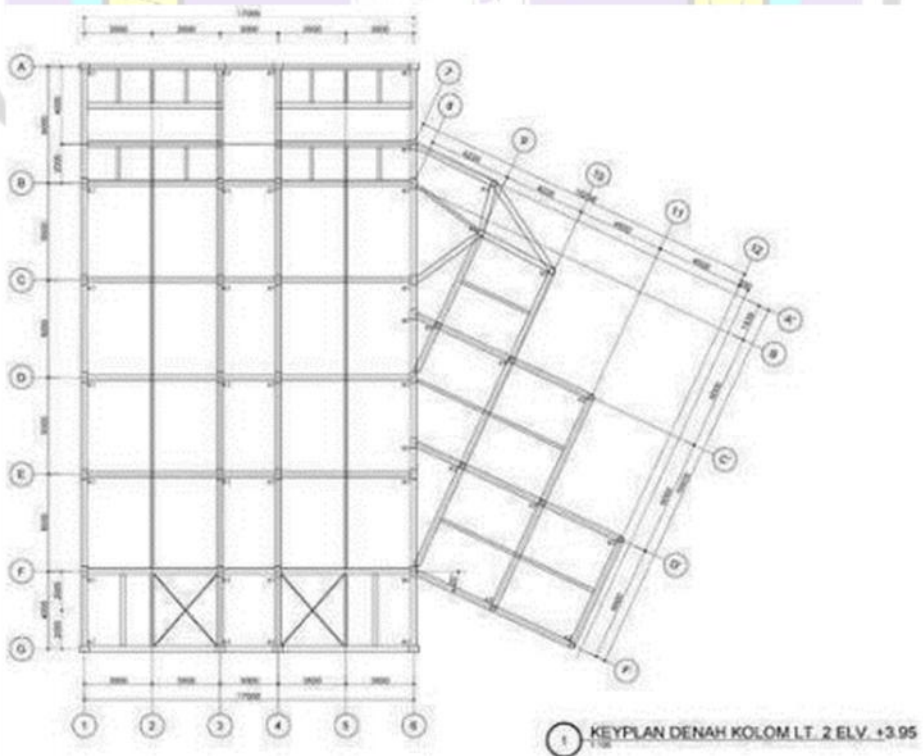
Keyplan Pondasi Pilecap



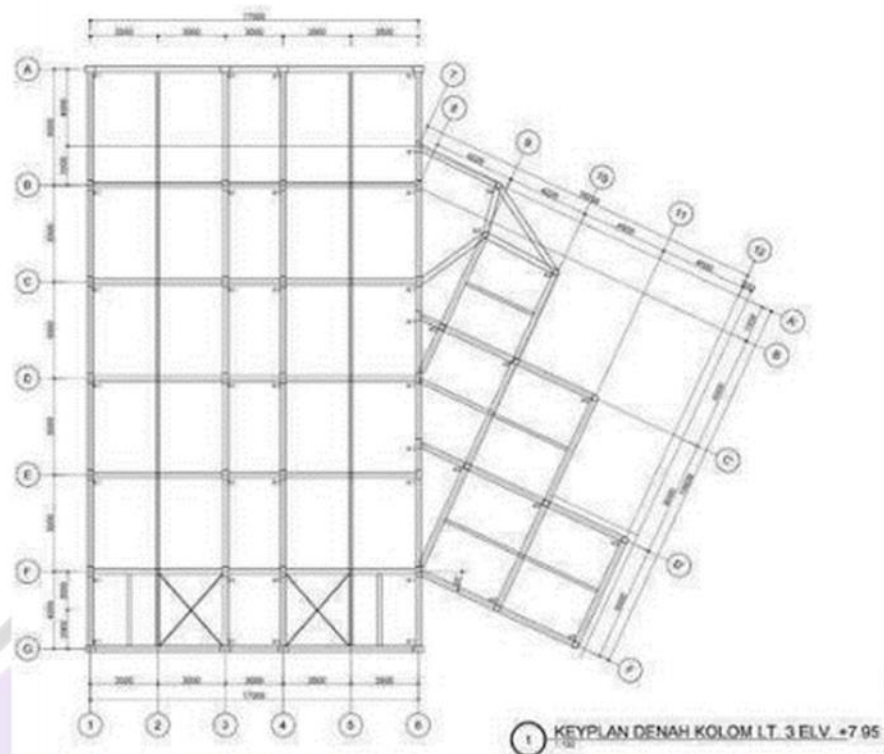
Keyplan Denah Sloof



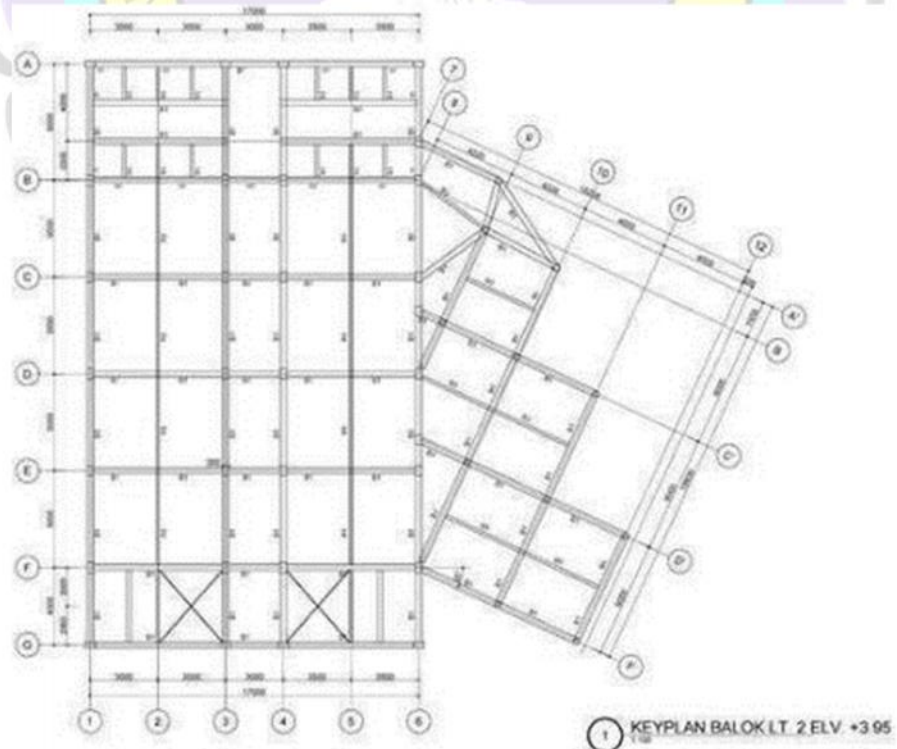
Keyplan Denah Kolom Lantai Dasar



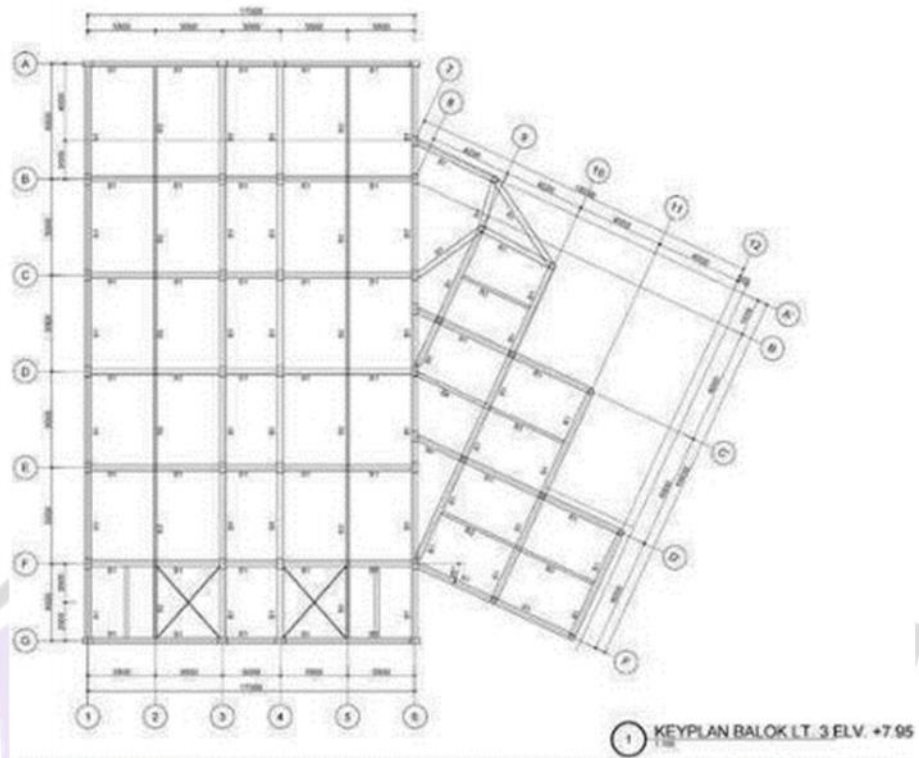
Keyplan Denah Kolom Lantai 2



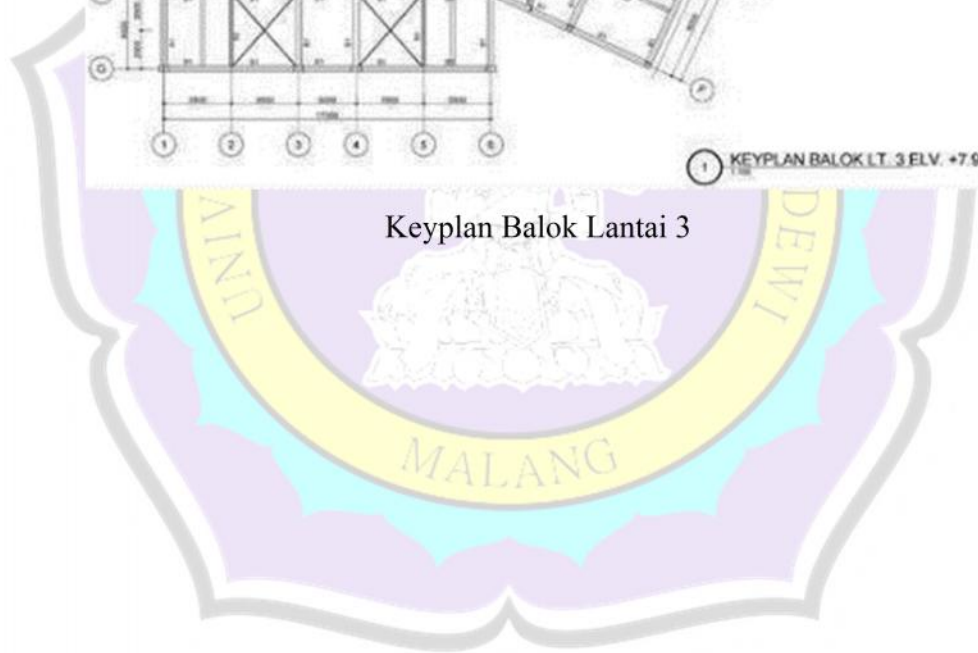
Keyplan Denah Kolom Lantai 3

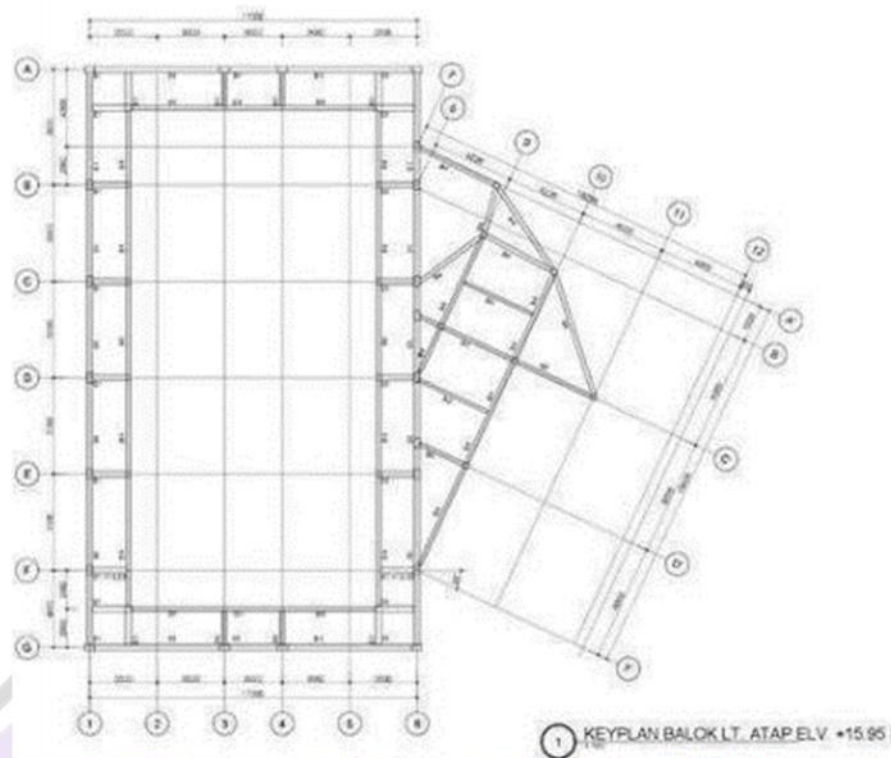


Keyplan Balok Lantai 2

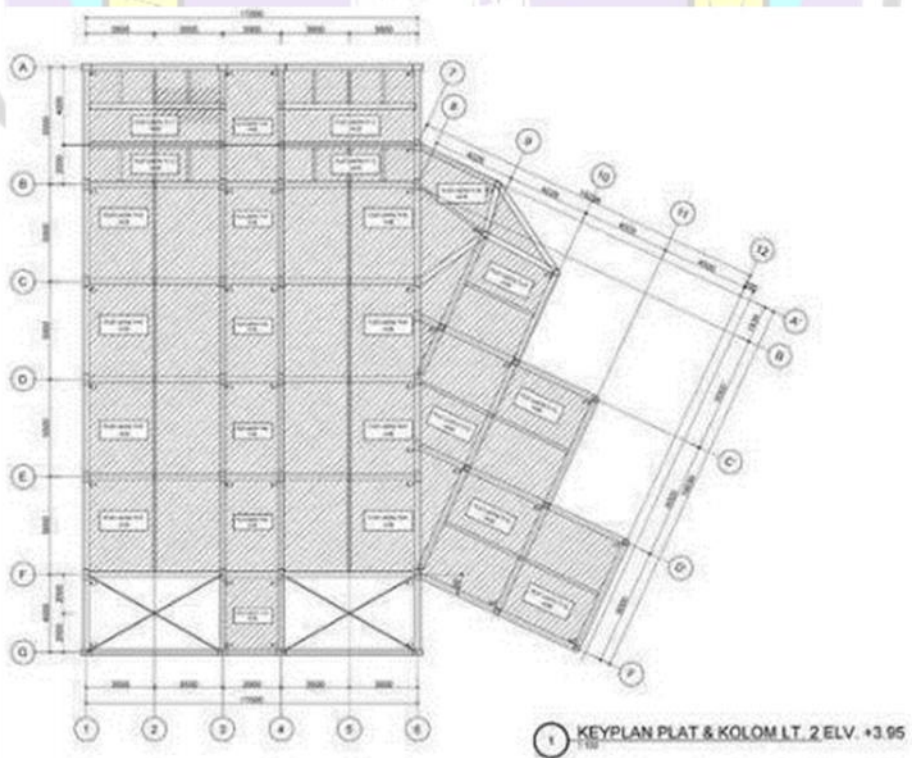


Keyplan Balok Lantai 3

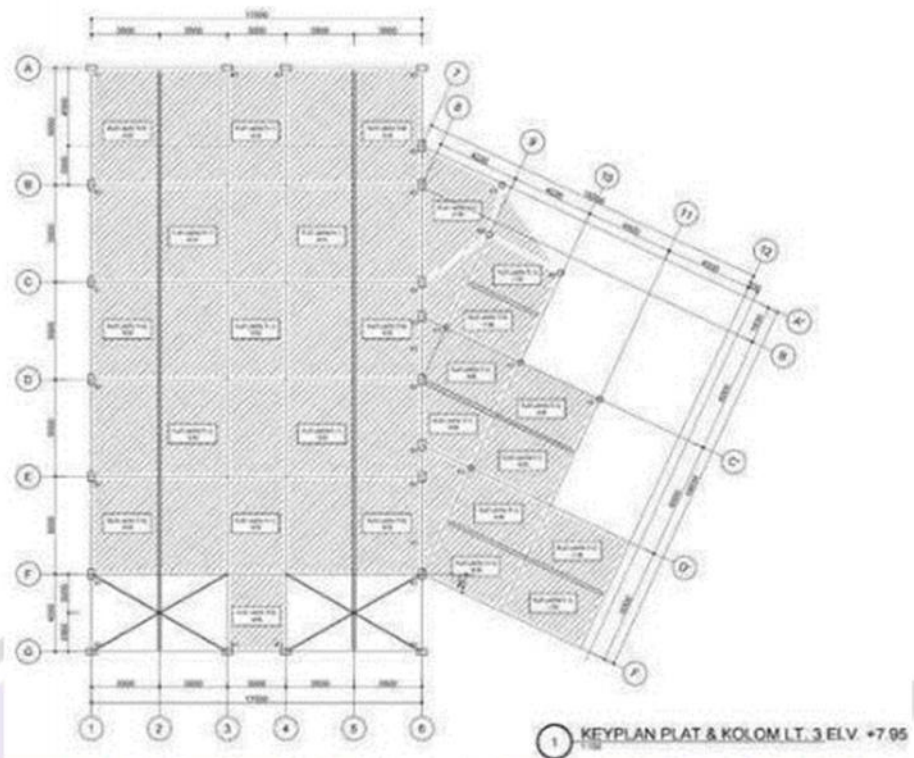




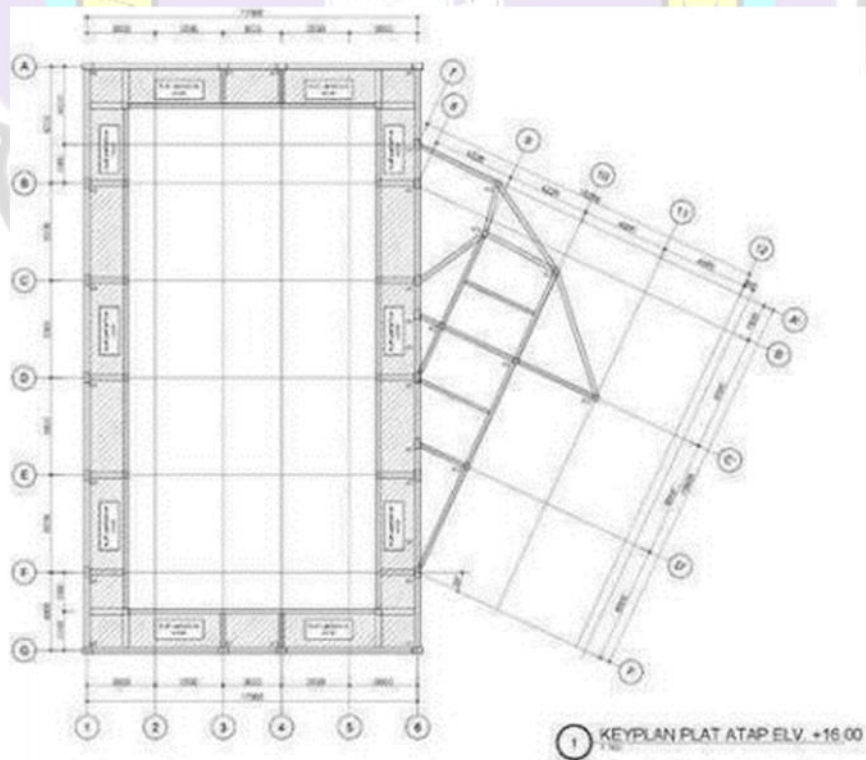
Keyplan Balok Lantai Atap



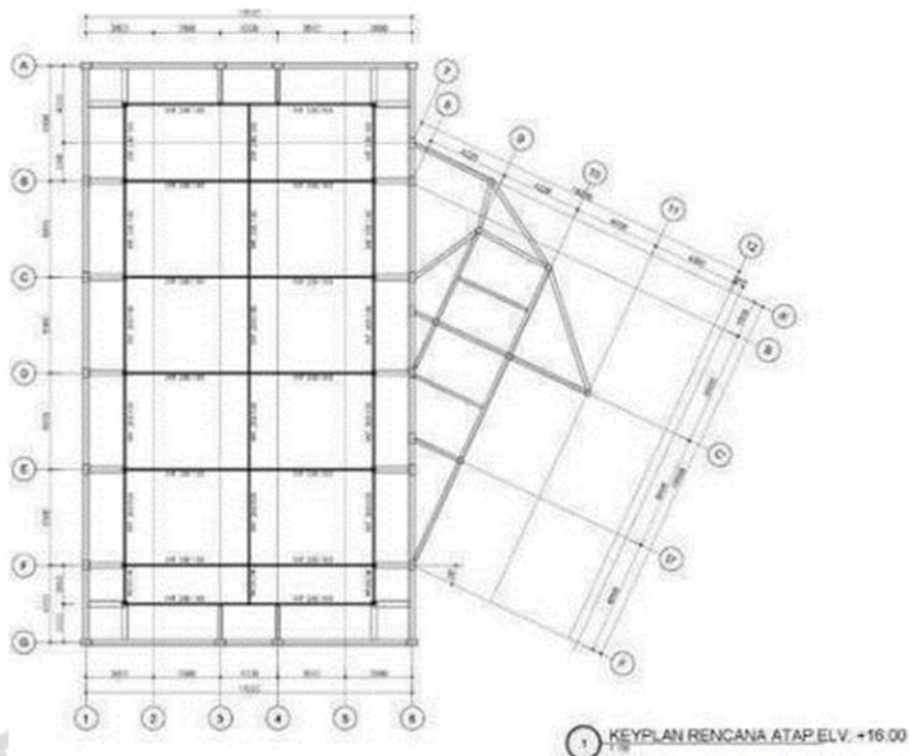
Keyplan Plat & Kolom Lantai 2



Keyplan Plat & Kolom Lantai 3

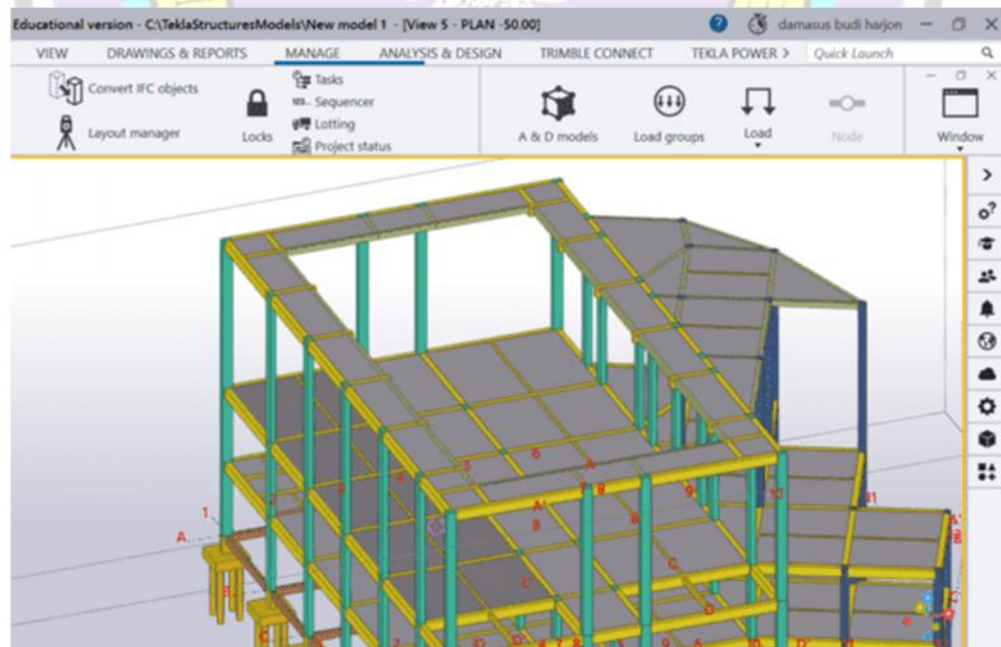


Keyplan Plat Atap

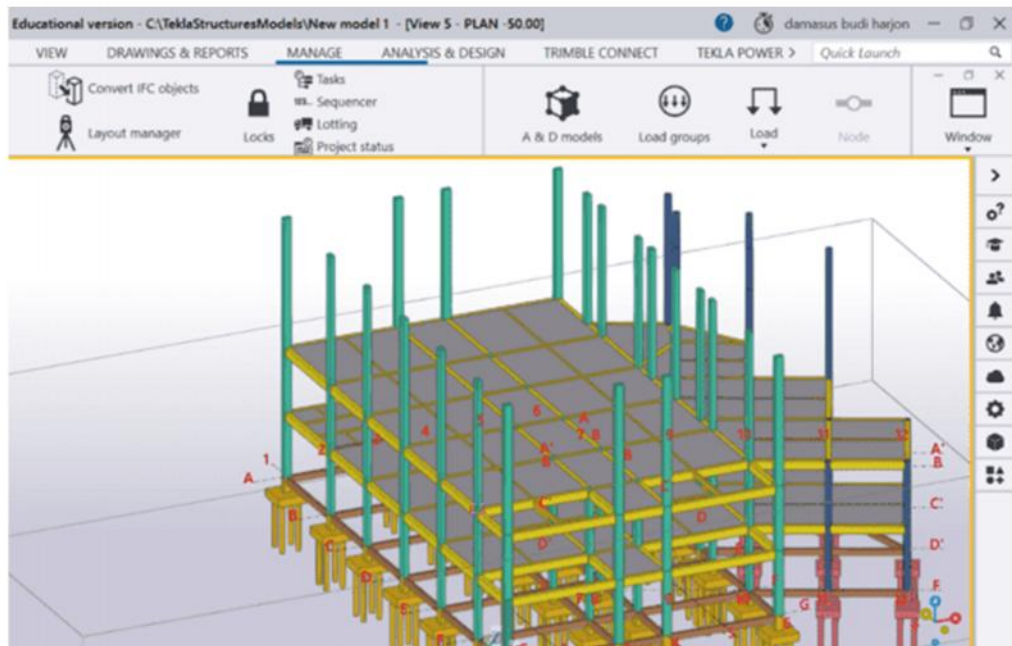


Keyplan Rencana Atap

B. Tekla Structures



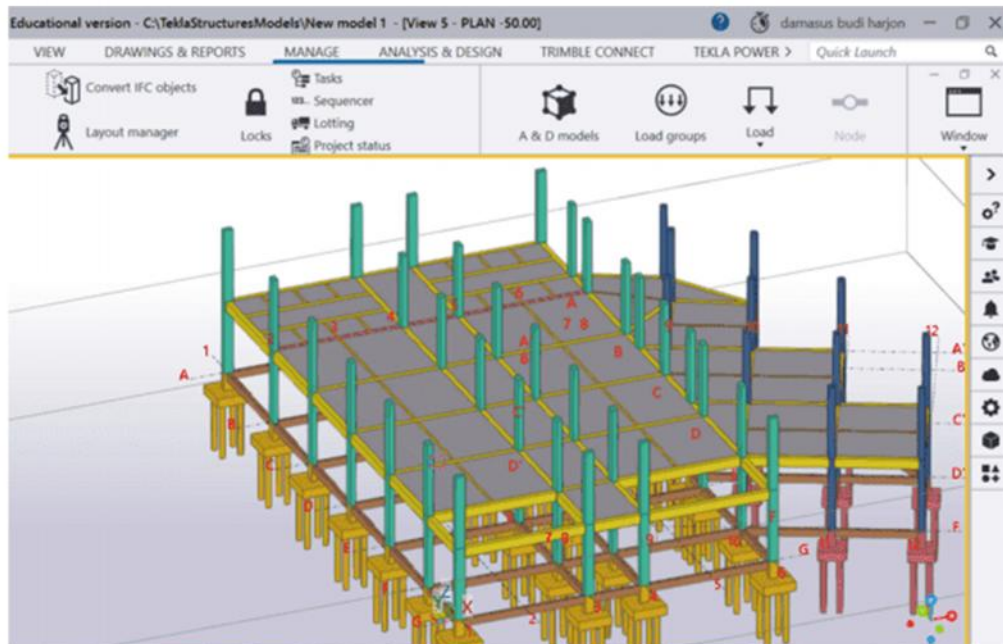
Balok & Plat Lantai Atap



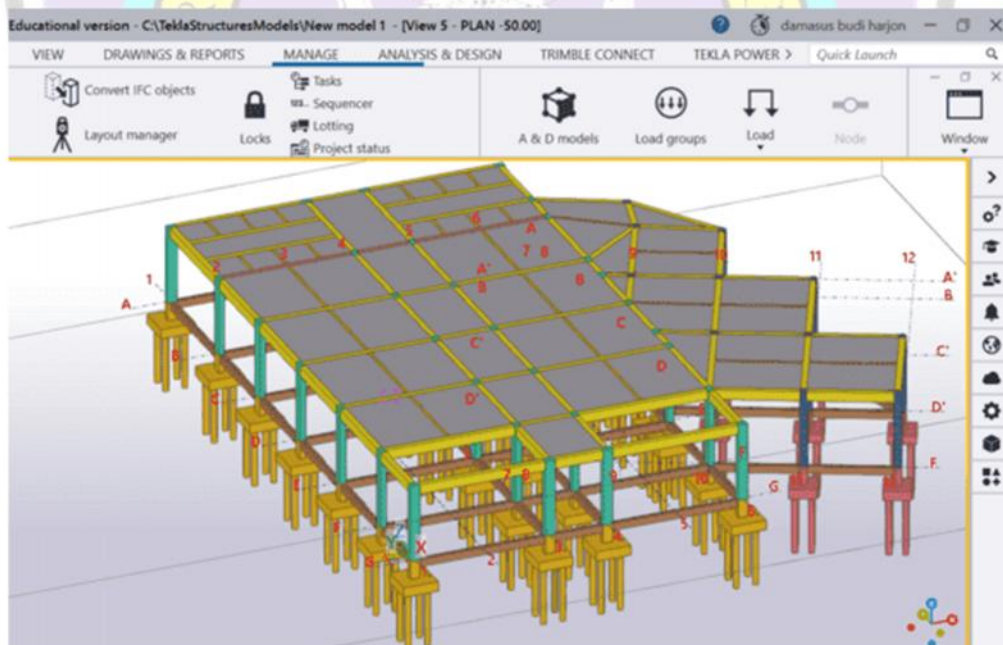
Kolom Lantai 3



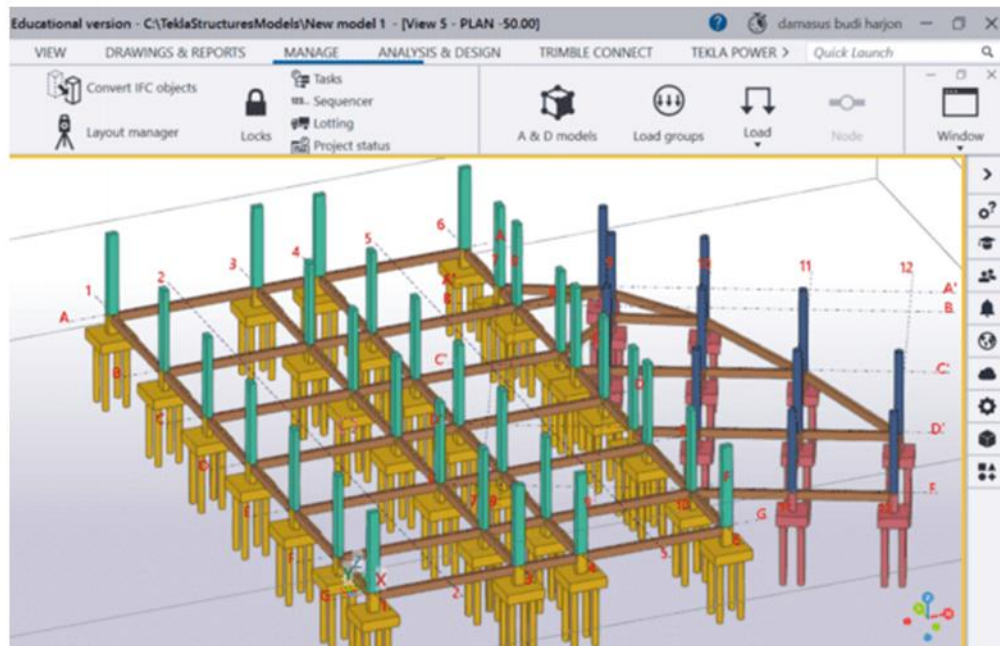
Balok & Plat Lantai 3



Kolom Lantai 2



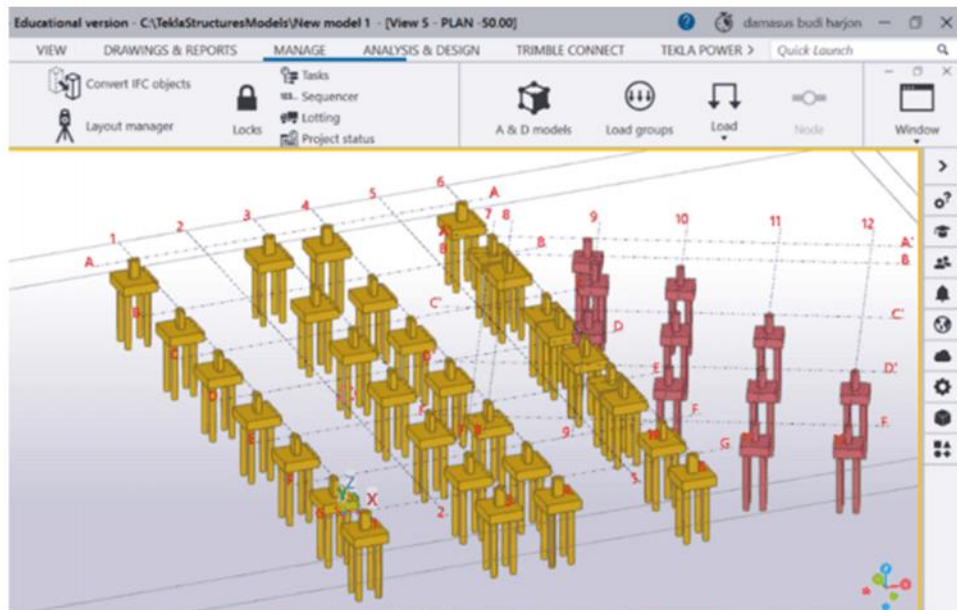
Balok & Plat Lantai 2



Kolom Lantai Dasar

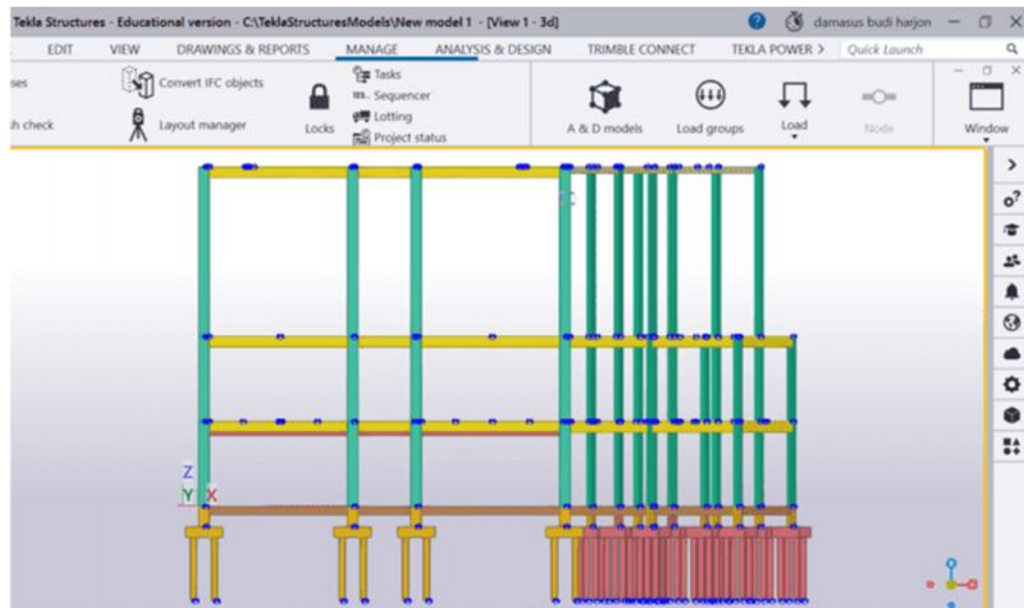


Sloof

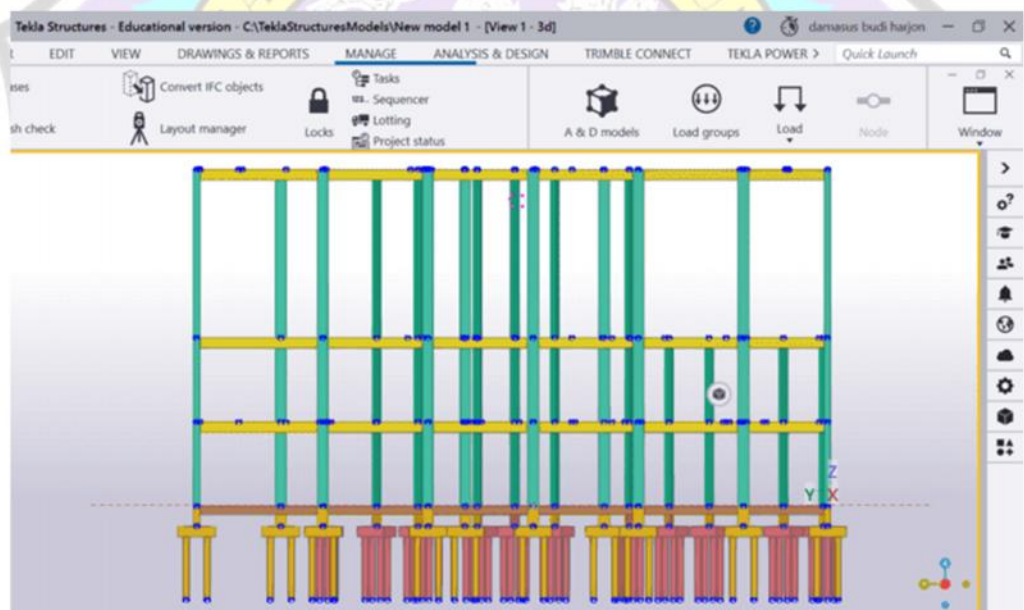


Pondasi

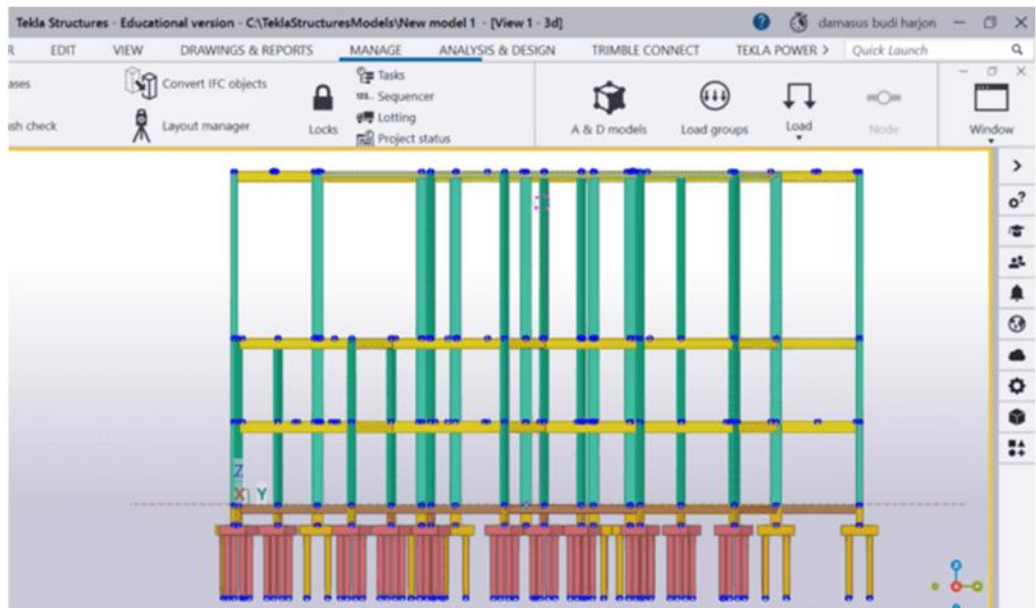




Tampak Depan



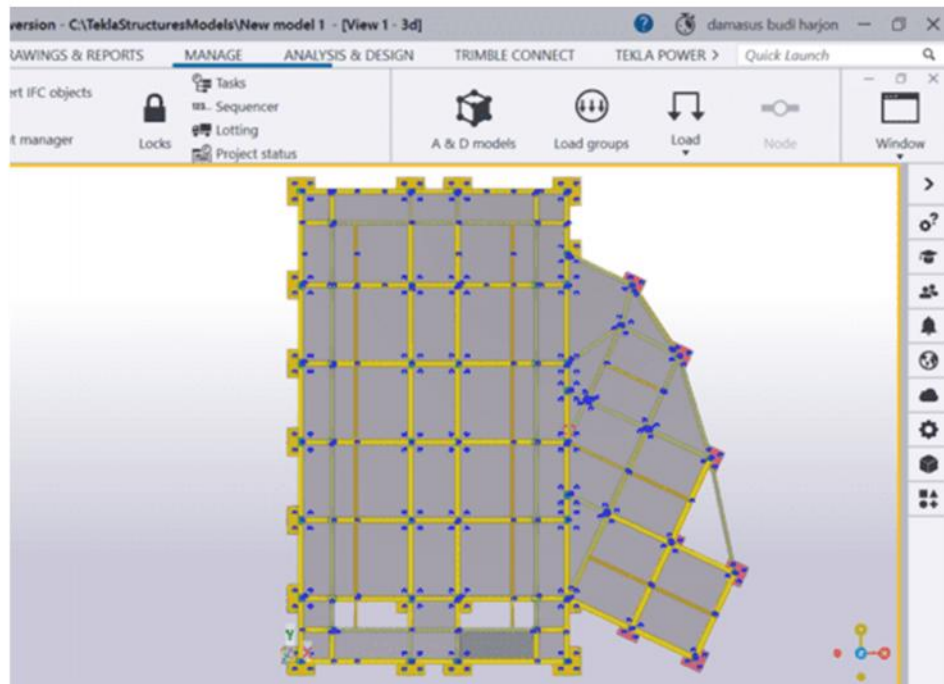
Tampak Kanan



Tampak Kiri



Tampak Belakang



Tampak Atas



LAMPIRAN II PERHITUNGAN

1. PELAT LANTAI

➤ Data Bahan Struktur

Kuat tekan beton,	$f'_c =$	25,0	MPa
Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,	$f_y =$	240	MPa

Data Plat Lantai

Panjang bentang plat arah x,	$L_x =$	3,50	m
Panjang bentang plat arah y,	$L_y =$	5,00	m
Tebal plat lantai,	$h =$	120	mm
Koefisien momen plat untuk :	$L_y / L_x =$	1,42857	

DUA ARAH karena $L_y/L_x < 2$

Lapangan x	$C_{lx} =$	36	
Lapangan y	$C_{ly} =$	17	
Tumpuan x	$C_{tx} =$	76	
Tumpuan y	$C_{ty} =$	57	
Diameter tulangan yang digunakan,	$D =$	8	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	25	mm

➤ Beban Plat Lantai

Beban Mati (Dead Load)

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24,0	0,12	2,880
2	Berat <i>finishing</i> lantai (kN/m ³)	22,0	0,05	1,100
3	Berat plafon dan rangka (kN/m ²)	0,2	-	0,200
Total beban mati, QD =				4,180

Beban Hidup (Live Load)

Beban hidup pada lantai bangunan	=	479	kg/m ²
®	$Q_L =$	4,8	kN/m ²

➤ Beban Rencana Terfaktor

Beban rencana terfaktor, $Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L =$

12,680

 kN/m^2

Momen Plat Akibat Beban Terfaktor

Momen lapangan arah x,	$M_{ulx} = C_{lx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	5,592	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{uly} = C_{ly} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	2,641	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	11,805	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	8,854	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	$M_u =$	11,805	kNm/m

➤ Penulangan Plat

Untuk : $f'_c \leq 30 \text{ MPa}$,	$b_1 =$	0,85
Untuk : $f'_c > 30 \text{ MPa}$,	$b_1 = 0.85 - 0.05 * (f'_c - 30) / 7 =$	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, ®	$b_1 =$	0,85

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$r_b = b_1 * 0.85 * f'_c / f_y * 600 / (600 + f_y) =$$

0,0538

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0.75 * r_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * r_b * f_y / (0.85 * f'_c)] =$$

7,4732

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$f =$	0,80
-------	------

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$d_s = t_s + \bar{A} / 2 =$	29,0	mm
-----------------------------	------	----

Tebal efektif plat lantai,

$d = h - d_s =$	91,0	mm
-----------------	------	----

Ditinjau plat lantai selebar 1 m, ®

$b =$	1000	mm
-------	------	----

Momen nominal rencana,

$M_n = M_u / f =$	14,756	kNm
-------------------	--------	-----

Faktor tahanan momen,

$R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) =$	1,78195
-------------------------------------	---------

$R_n < R_{max}$ ® (OK)

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$r = 0.85 * f'_c / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f'_c)}] =$$

0,0078

Rasio tulangan minimum,

$r_{min} =$	0,0025
-------------	--------

Rasio tulangan yang digunakan, ®

$r =$	0,0078
-------	--------

Luas tulangan yang diperlukan,

$A_s = r * b * d =$	707	mm^2
---------------------	-----	---------------

Jarak tulangan yang diperlukan,

$s = p / 4 * \bar{A}^2 * b / A_s =$	71	mm
-------------------------------------	----	----

Jarak tulangan maksimum,

$s_{max} = 2 * h =$	240	mm
---------------------	-----	----

Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} =$	200	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	71	mm
Diambil jarak sengkang : ®	$s =$	70	mm
Digunakan tulangan,	P 8	-	70
Luas tulangan terpakai,	$A_s = p / 4 * \pi^2 * b / s =$	718	mm ²

2. BALOK

➤ Data Balok Lantai

Bahan Struktur

Kuat tekan beton,	$f'_c =$	25,0	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	$b =$	300	mm
Tinggi balok	$h =$	650	mm
Diameter tulangan (deform) yang digunakan,	$D =$	19	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	8	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	30	mm

Momen dan Gaya Geser Rencana

Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	294,000	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	294,000	kNm
Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,	$V_u =$	222,000	kN

Perhitungan Tulangan

Untuk : $f'_c \leq 30$ MPa,	$b_1 =$	0,85
Untuk : $f'_c > 30$ MPa,	$b_1 = 0.85 - 0.05 * (f'_c - 30) / 7 =$	-
Faktor bentuk distribusi tegangan beton, ®	$b_1 =$	0,85

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$r_b = b_1 * 0.85 * f'_c / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0271$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0.75 * r_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * r_b * f_y / (0.85 * f'_c)] = 6,5736$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,	$F =$	0,80	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \bar{A}E + D/2 =$	47,50	mm
Jumlah tulangan dlm satu baris,	$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) =$	4,66	
Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,	$n_s =$	6	bh
Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,	$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) =$	18,20	mm
Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,	$y = D + 25 =$	44,00	mm

Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana,	$M_n = M_u^+ / f =$	367,500	kNm
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,	$d' =$	67	mm
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	583,00	mm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) =$	3,6041	
$R_n < R_{max}$	®	(OK)	

Rasio tulangan yang diperlukan :

$r = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \phi * [1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')] =$		0,00994	
Rasio tulangan minimum,	$r_{min} = \phi f_c' / (4 * f_y) =$	0,00313	
Rasio tulangan minimum,	$r_{min} = 1.4 / f_y =$	0,00350	
Rasio tulangan yang digunakan, ϕ	$r =$	0,00994	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = r * b * d =$	1739	mm ²
Jumlah tulangan yang diperlukan,	$n = A_s / (p / 4 * D^2) =$	6,132	
Digunakan tulangan,	7	D	19
Luas tulangan terpakai,	$A_s = n * p / 4 * D^2 =$	1985	mm ²
Jumlah baris tulangan,	$n_b = n / n_s =$	1,17	
$n_b < 3$		ϕ	(OK)

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	47,50	190,00
2	3	91,50	274,50
3	0	0,00	0,00
n =	7	$S [n_i * y_i] =$	464,5

Letak titik berat tulangan, $\textcircled{R}$ $d' = S [n_i * y_i] / n = 66,36 \text{ mm}$
 $66,36 < 67 \text{ mm} \text{ } \textcircled{R} \text{ perkiraan } d' \text{ (OK)}$
Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 583,64 \text{ mm}$
 $a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) = 124,530 \text{ mm}$
Momen nominal, $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} = 413,912 \text{ kNm}$
Tahanan momen balok, $f * M_n = 331,129 \text{ kNm}$
Syarat : $f * M_n \geq M_u^+$
 $331,129 > 294,000 \text{ mm} \text{ } \textcircled{R} \text{ AMAN (OK)}$

Tulangan Momen Negatif

Momen negatif nominal rencana, $M_n = M_u^- / f = 367,500 \text{ kNm}$
Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton, $d' = 67 \text{ mm}$
Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 583,00 \text{ mm}$
Faktor tahanan momen, $R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 3,6041$
 $R_n < R_{max} \text{ mm} \text{ } \textcircled{R} \text{ (OK)}$
Rasio tulangan yang diperlukan :
 $r = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{ 1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c') }] = 0,00994$
Rasio tulangan minimum, $r_{min} = \sqrt{ f_c' } / (4 * f_y) = 0,00313$
Rasio tulangan minimum, $r_{min} = 1.4 / f_y = 0,00350$
Rasio tulangan yang digunakan, $\textcircled{R}$ $r = 0,00994$
Luas tulangan yang diperlukan, $A_s = r * b * d = 1739 \text{ mm}^2$
Jumlah tulangan yang diperlukan, $n = A_s / (p / 4 * D^2) = 6,132$
Digunakan tulangan, 7 D 19
Luas tulangan terpakai, $A_s = n * p / 4 * D^2 = 1985 \text{ mm}^2$
Jumlah baris tulangan, $n_b = n / n_s = 1,17$
 $n_b < 3 \text{ mm} \text{ } \textcircled{R} \text{ (OK)}$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	4	47,50	190,00
2	3	91,50	274,50
3	0	0,00	0,00
n =	7	$S [n_i * y_i] =$	464,5

Letak titik berat tulangan, ®	$d' = S [n_i * y_i] / n =$	66,36	mm
66,36 <	67	®	perkiraan d' (OK)
Tinggi efektif balok,	$d = h - d' =$	583,6	mm
	$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$	124,530	mm
Momen nominal,	$M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$	413,912	kNm
Tahanan momen balok,	$f * M_n =$	331,129	kNm
Syarat :	$f * M_n \geq M_u$		
331,129 >	294,000	®	AMAN (OK)
Gaya geser ultimit rencana,	$V_u =$	222,000	kN
Faktor reduksi kekuatan geser,	$f =$	0,60	
Tegangan leleh tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa
Kuat geser beton,	$V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} =$	145,750	kN
Tahanan geser beton,	$f * V_c =$	87,450	kN
®	Perlu tulangan geser		
Tahanan geser sengkang,	$f * V_s = V_u - f * V_c =$	134,550	kN
Kuat geser sengkang,	$V_s =$	224,250	kN
Digunakan sengkang berpenampang :	3 P 8		
Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * p / 4 * P^2 =$	150,80	mm ²
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) =$	94,09	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 =$	291,82	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} =$	150,00	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	94,09	mm
Diambil jarak sengkang, ® :	$s =$	94	mm
Digunakan sengkang,	3 D 8 100		

3. KOLOM

➤ Data-data

Penampang Beton

$$\text{Lebar} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Tinggi} = 50 \text{ cm}$$

Momen beban terfaktor

$$P_{ud} = 51954 \text{ kg}$$

$$M_{ud} = 1565100 \text{ kg-cm}$$

Penulangan

$$f = 19$$

$$n_{st} = 10 \text{ buah}$$

$$f_s = 10 \text{ cm}$$

$$100 \text{ mm}$$

$$\text{selimut beton} = 3 \text{ cm}$$

$$f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{faktor reduksi} = 0,75$$

➤ Perhitungan

Gaya-gaya nominal yang harus dipikul penampang :

$$P_{nd} = 69272 \text{ kg}$$

$$M_{nd} = 2086800 \text{ kg-cm}$$

Luas tulangan total :

$$A_{st} = 28,35 \text{ cm}^2 = 1,89\% A_b$$

Kondisi penampang mengalami tekan murni :

$$P_o = 426137 \text{ kg}$$

Gaya aksial maksimum yang boleh dipikul penampang kolom persegi :

$$P_{max} = 340909 \text{ kg}$$

(penampang kolom memenuhi)

Tinggi efektif penampang :

$$d = 45,05 \text{ cm}$$

$$s = 4,95 \text{ cm}$$

Luas tulangan tekan & tulangan tarik :

$$A_s = 14,18 \text{ cm}^2$$

$$A'_s = 14,18 \text{ cm}^2$$

Tinggi garis netral pada kondisi berimbang :

$$\begin{aligned}x_b &= 27,55 \text{ cm} \\b_1 &= 0,85 \\a_b &= 23,42 \text{ cm}\end{aligned}$$

Regangan dan tegangan baja tulangan tekan :

$$\begin{aligned}e_s' &= 0,00246 \\e_y &= 0,00190\end{aligned}$$

$$f_s' = 4000 \text{ kg/cm}^2$$

Gaya-gaya nominal pada kondisi berimbang :

$$\begin{aligned}C_c &= 149313 \text{ kg} \\C_s &= 56706 \text{ kg} \\T_s &= 56706 \text{ kg} \\P_{nb} &= 149313 \text{ kg} \\M_{nb} &= 4258147 \text{ kg-cm}\end{aligned}$$

$P_n < P_{nb}$: Zona kontrol tarik

4. SLOOF

➤ Bahan Struktur

Kuat tekan beton,	$f_c' =$	25,0	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan lentur,	$f_y =$	400	MPa
Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser,	$f_y =$	240	MPa

Dimensi Balok

Lebar balok	$b =$	200	mm
Tinggi balok	$h =$	400	mm
Diameter tulangan (polos) yang digunakan,	$D =$	13	mm
Diameter sengkang (polos) yang digunakan,	$P =$	8	mm
Tebal bersih selimut beton,	$t_s =$	30	mm

Momen Dan Gaya Geser Rencana

Momen rencana positif akibat beban terfaktor,	$M_u^+ =$	14,000	kNm
Momen rencana negatif akibat beban terfaktor,	$M_u^- =$	14,000	kNm

Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,

$$V_u = 11,000 \text{ kN}$$

Perhitungan Tulangan

Untuk : $f_c' \leq 30 \text{ MPa}$,

$$b_1 = 0,85$$

Untuk : $f_c' > 30 \text{ MPa}$,

$$b_1 = 0,85 - 0,05 * (f_c' - 30) / 7 = -$$

Faktor bentuk distribusi tegangan beton, ®

$$b_1 = 0,85$$

Rasio tulangan pada kondisi *balance*,

$$r_b = b_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,0271$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0,75 * r_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * r_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 6,5736$$

Faktor reduksi kekuatan lentur,

$$\phi = 0,80$$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,

$$d_s = t_s + \bar{A} + D/2 = 44,50 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan dlm satu baris,

$$n_s = (b - 2 * d_s) / (25 + D) = 2,92$$

Digunakan jumlah tulangan dalam satu baris,

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

Jarak horisontal pusat ke pusat antara tulangan,

$$x = (b - n_s * D - 2 * d_s) / (n_s - 1) = 36,00 \text{ mm}$$

Jarak vertikal pusat ke pusat antara tulangan,

$$y = D + 25 = 38,00 \text{ mm}$$

Tulangan Momen Positif

Momen positif nominal rencana,

$$M_n = M_u^+ / \phi = 17,500 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton :

$$d' = 45 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 355,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n * 10^6 / (b * d^2) = 0,6943$$

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

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$r = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = 0,00177$$

Rasio tulangan minimum,

$$r_{min} = \sqrt{f_c'} / (4 * f_y) = 0,00313$$

Rasio tulangan minimum,

$$r_{min} = 1,4 / f_y = 0,00350$$

Rasio tulangan yang digunakan, ®

$$r = 0,00350$$

Luas tulangan yang diperlukan,

$$A_s = r * b * d = 249 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan,

$$n = A_s / (p/4 * D^2) = 1,872$$

Digunakan tulangan,

2	D	13	
$A_s = n \cdot p / 4 \cdot D^2 =$			265 mm ²
$n_b = n / n_s =$			0,67

Luas tulangan terpakai,

Jumlah baris tulangan,

$$n_b < 3 \quad \textcircled{R} \quad \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i \cdot y_i$
1	2	44,50	89,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
$n =$	2	$S [n_i \cdot y_i] =$	89

Letak titik berat tulangan, $\textcircled{R} \quad d' = S [n_i \cdot y_i] / n = 44,50 \text{ mm}$

$$44,50 < 45 \quad \textcircled{R} \quad \text{perkiraan } d' \text{ (OK)}$$

Tinggi efektif balok, $d = h - d' = 355,50 \text{ mm}$

$$a = A_s \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c' \cdot b) = 24,985 \text{ mm}$$

Momen nominal,

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a / 2) \cdot 10^{-6} = 36,423 \text{ kNm}$$

Tahanan momen balok,

$$f \cdot M_n = 29,138 \text{ kNm}$$

Syarat :

$$f \cdot M_n \geq M_u^+$$

$$29,138 > 14,000 \quad \textcircled{R} \quad \text{AMAN (OK)}$$

Tulangan Momen Negatif

Momen negatif nominal rencana,

$$M_n = M_u^- / f = 17,500 \text{ kNm}$$

Diperkirakan jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton,

$$d' = 45 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok,

$$d = h - d' = 355,00 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen,

$$R_n = M_n \cdot 10^6 / (b \cdot d^2) = 0,6943$$

$$R_n < R_{\max} \quad \textcircled{R} \quad \text{(OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan :

$$r = 0.85 \cdot f_c' / f_y \cdot [1 - \sqrt{1 - 2 \cdot R_n / (0.85 \cdot f_c') }] = 0,00177$$

Rasio tulangan minimum,

$$r_{\min} = \sqrt{f_c'} / (4 \cdot f_y) = 0,00313$$

Rasio tulangan minimum,

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

Rasio tulangan yang digunakan, $\textcircled{R}$

$$r = 0,00350$$

Luas tulangan yang diperlukan,
 Jumlah tulangan yang diperlukan,
 Digunakan tulangan,
 Luas tulangan terpakai,
 Jumlah baris tulangan,

$A_s = r * b * d =$	249	mm ²
$n = A_s / (p / 4 * D^2) =$	1,872	
	2	D 13
$A_s = n * p / 4 * D^2 =$	265	mm ²
$n_b = n / n_s =$	0,67	

$$n_b < 3 \quad \textcircled{R} \quad \text{(OK)}$$

Baris ke	Jumlah n_i	Jarak y_i	Juml. Jarak $n_i * y_i$
1	2	44,50	89,00
2	0	0,00	0,00
3	0	0,00	0,00
n =	2	$S [n_i * y_i] =$	89

Letak titik berat tulangan, $\textcircled{R}$ $d' = S [n_i * y_i] / n =$ 44,50 mm

44,50	<	45	$\textcircled{R}$	perkiraan d' (OK)
-------	---	----	-------------------	-------------------

Tinggi efektif balok, $d = h - d' =$ 355,5 mm

$$a = A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b) =$$

24,985	mm
--------	----

Momen nominal, $M_n = A_s * f_y * (d - a / 2) * 10^{-6} =$ 36,423 kNm

Tahanan momen balok, $f * M_n =$ 29,138 kNm

Syarat :

$$f * M_n \geq M_u$$

29,138	>	14,000	$\textcircled{R}$	AMAN (OK)
--------	---	--------	-------------------	-----------

Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana, $V_u =$ 11,000 kN

Faktor reduksi kekuatan geser, $f =$ 0,60

Tegangan leleh tulangan geser, $f_y =$ 240 MPa

Kuat geser beton, $V_c = (\sqrt{f_c'}) / 6 * b * d * 10^{-3} =$ 59,167 kN

Tahanan geser beton, $f * V_c =$ 35,500 kN

$$\textcircled{R} \quad \text{Hanya perlu tul.geser min}$$

Tahanan geser sengkang, $f * V_s = V_u - f * V_c =$ - kN

Kuat geser sengkang, $V_s =$ 11,000 kN

Digunakan sengkang berpenampang :

2	P	8
---	---	---

Luas tulangan geser sengkang,	$A_v = n_s * p / 4 * P^2 =$	100,53	mm ²
Jarak sengkang yang diperlukan :	$s = A_v * f_y * d / (V_s * 10^3) =$	778,66	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} = d / 2 =$	177,75	mm
Jarak sengkang maksimum,	$s_{max} =$	250,00	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	177,75	mm
Diambil jarak sengkang ® :	$s =$	170	mm
Digunakan sengkang,			

2	D	8	120
---	---	---	-----

5. PONDASI

➤ Data pondasi tiang bor (bor pile)

Bahan material pondasi

Kuat tekan beton	$f'_c =$	25,00	MPa
Mutu baja tulangan	$B_{jTS} =$	40	
Tegangan leleh baja	$f_y =$	400	MPa
Modulus elastisitas beton	$E_c =$	23500	MPa
Berat volume beton bertulang	$W_c =$	25,00	
Berat volume tanah	$W_s =$	16,10	kN/m ³
Sudut geser dalam	$f =$	9,00	°
Kohesi tanah	$C =$	5	kPa

Dimensi pile Cap

Lebar arah x	$B_x =$	1,40	m
Lebar arah y	$B_y =$	1,40	m
Depan	$L_1 =$	0,45	m
tebal	$h_p =$	0,50	m
tebal	$h_t =$	0,50	m
belakang	$L_2 =$	0,45	m

Dimensi tiang pancang

Diameter	$D =$	0,30	m
----------	-------	------	---

Panjang $L = 3,00 \text{ m}$

Jarak pusat tiang bor terluar terhadap sisi luar pile cap $a = 0,30 \text{ m}$

Data susunan tiang bor (bor pile)

Jumlah baris tiang bor $n_y = 2 \text{ buah}$

Jumlah tiang bor dalam satu baris $n_x = 2 \text{ buah}$

Jarak antar tiang bor arah x $X = 0,800 \text{ m}$

Jarak antar tiang bor arah y $Y = 0,800 \text{ m}$

➤ Daya dukung aksial ijin tiang bor

Berdasarkan kekuatan bahan

Bentuk penampang tiang bor

Diameter tiang bor (D)

300	mm
-----	----

 $D = 0,30 \text{ m}$

Kekuatan tekan beton (f_c)

25,00	MPa
-------	-----

 $f_y = 25000 \text{ kPa}$

Panjang tiang bor $L = 3,00 \text{ m}$

Luas penampang tiang bor $A = p/4 * D^2 = 0,0707 \text{ m}^2$

Berat beton $W_a = 25,00 \text{ kN/m}^3$

Berat tiang bor beton $W_p = A * L * W_a = 5,30 \text{ kN}$

Kapasitas daya dukung ultimate tiang bor beton $P_u = 0,60 * f_c * A - 1,2 * W_p = 1053,39 \text{ kN}$

Angka keamanan untuk bahan beton $SF = 2,50$

Daya dukung tiang bor $P = P_u / SF = 421 \text{ kN}$

Menurut Bagement (Data Pengujian CPT)

$P_{ijin} = A * Q_c/3 + K * L * q_f/5$

$q_c =$ nilai konus rata-rata $100,00 \text{ kg/cm}^2$

$q_c = 10000 \text{ kN.m}^2$

$q_f =$ nilai hambatan lekat rata-rata $0,96 \text{ kg/cm}^2$

$q_f = 95,9 \text{ kN.m}^2$

$A =$ luas penampang tiang bor $A = p/4 * (D^2) = 0,07 \text{ m}^2$

$K =$ keliling tiang bor $A = p * D = 0,94 \text{ m}$

L = panjang tiang bor

L = 3,00 m

Pijin Daya dukung ijin tiang bor

$$A * q_c / 3 + K * L * q_f / 5 = 289,70$$

Rekap daya dukung aksial tiang bor

Berdasarkan kekuatan bahan		421	P (kN)
Menurut Bagement (Data Pengujian CPT)		290	P (kN)
Daya dukung aksila terkecil	P =	290	P (kN)
Jumlah baris tiang bor	n _y =	2,00	
Jumlah tiang bor dalam satu baris	n _x =	2,00	
Jarak antar tiang bor	X =	0,80	
	Y =	0,80	
Jarak antar tiang bor terkecil	S =	0,80	
Diameter tiang bor	D =	0,30	

Efisiensi kelompok tiang pancang (menurut BDM)

$$E_f = [2 * (n_y + n_x - 2) * S + 4 * D] / (p * D * n_y * n_x) = 1,167$$

$$P_{ijin} = P * E_f = 338 \text{ kN}$$

Diambil daya dukung aksial ijin tiang bor	P ijin =	338	kN
---	----------	-----	----

Daya dukung lateral ijin tiang bor

Kedalaman ujung tiang,	La = Hp =	0,50	m
sudut geser dalam	f =	9,00	°
panjang tiang bor	L =	3,00	m
panjang jepitan tiang bor	Ld = 1/3 * L =	1,00	m
	By =	1,40	m
	ws =	16,10	kN/m3

koefisien tekanan tanah pasif :

$$K_p = \tan^2 (45 + f/2) = 2,40$$

Diagram tekanan tanah pasif efektif :

BAG	KEDALAMAN	H (m)	H*ws*Kp (kN/m2)	BAGIAN	P
OK	La + Ld =	1,50	58,07	O	0,00
FJ	La + 3/4 Ld =	1,25	48,39	FN = 1/4 FJ	12,10

EI	$La + 1/2 Ld =$	1,00	38,71	$EM = 1/2 EI$	19,36
DH	$La + 1/4 Ld =$	0,75	29,03	$DL = 3/4 DH$	21,77
CG	$La =$	0,50	19,36	CG	19,36

Diagram tekanan tanah pasif efektif

Kode	P1 (kN/m ²)	P2 (kN/m ²)	Panjang bagian		F (kN)	Lengan thd O (m)	M kNm
			Notasi	(m)			
F1	0	12,10	$La =$	0,50	16,94	1,17	19,76
F2	12,10	19,36	$Ld/4 =$	0,25	22,02	0,88	19,26
F3	19,36	21,77	$Ld/4 =$	0,25	28,79	0,63	17,99
F4	21,77	19,36	$Ld/4 =$	0,25	28,79	0,38	10,80
F5	19,36	0,00	$Ld/4 =$	0,25	13,55	0,17	2,26
Total				F=	110,08	M =	70,07

$$L2 = M / F = 0,64 \text{ m}$$

Jumlah momen terhadap titik S : $\sum Ms = 0$, maka $F * (2 * L2) = H * (L2 + Ld + La)$

Gaya Lateral $H = F * (2 * L2) / (L2 + Ld + La) = 65,59 \text{ kN}$

Jumlah baris tiang $ny = 2,00 \text{ bh}$

Jumlah tiang per baris $nx = 2,00 \text{ bh}$

Gaya lateral satu tiang bor $h = H / (nx * ny) = 16,40 \text{ kN}$

Angka keamanan SF $1,50$

Daya dukung ijin lateral tiang bor $h \text{ ijin} = h / SF = 10,93 \text{ kN}$

Diambil daya dukung lateral ijin tiang bor $h \text{ ijin} = 11 \text{ kN}$

Gaya yang diterima tiang bor

Gaya pada tiang bor:

Jumlah tiang bor n =			4	buah			
No	X maks =	0,40	m		Y maks =	0,40	
1	$X_1 =$	0,40	$X_1^2 =$	0,64	$Y_1 =$	0,40	$Y_1^2 =$ 0,64
2	$X_2 =$	-0,40	$X_2^2 =$	0,64	$Y_2 =$	-0,40	$Y_2^2 =$ 0,64
3	$X_3 =$	tidak ada	$X_3^2 =$		$Y_3 =$	tidak ada	$Y_3^2 =$
4	$X_4 =$	tidak ada	$X_4^2 =$		$Y_4 =$	tidak ada	$Y_4^2 =$
5	$X_5 =$	tidak ada	$X_5^2 =$		$Y_5 =$	tidak ada	$Y_5^2 =$
6					$Y_6 =$	tidak ada	$Y_6^2 =$
7					$Y_7 =$	tidak ada	$Y_7^2 =$

8					$Y_8 =$	tidak ada	$Y_8^2 =$	
9					$Y_9 =$	tidak ada	$Y_9^2 =$	
10					$Y_{10} =$	tidak ada	$Y_{10}^2 =$	
				$\sum X^2 =$	1,280			
						$\sum Y^2 =$	1,28	

Tinjauan terhadap beban arah X

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bor :

$$P_{\text{maks}} = P / n + M_x * X_{\text{maks}} / \sum X^2$$

$$P_{\text{min}} = P / n - M_x * X_{\text{maks}} / \sum X^2$$

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bor :

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bora arah X

No	Kombinasi Pembebanan	P (kN)	M_x (kNm)	P/n (kN)	$M_x * X / \sum X^2$ (kN)	P_{maks} (kN)	P_{min} (kN)
1	Kombinasi - 1	803,000	1,000	200,750	0,000	200,750	200,750
2	Kombinasi - 2	820,000	1,000	205,000	0,000	205,000	205,000
3	Kombinasi - 3	738,000	1,000	184,500	0,000	184,500	184,500

Tinjauan terhadap beban arah Y

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bor :

$$P_{\text{maks}} = P / n + M_y * Y_{\text{maks}} / \sum Y^2$$

$$P_{\text{min}} = P / n - M_y * Y_{\text{maks}} / \sum Y^2$$

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bor:

Gaya aksial maksimum dan minimum yang ditahan oleh satu tiang bora rah Y

No	Kombinasi Pembebanan	P (kN)	M_y (kNm)	P/n (kN)	$M_y * Y / \sum Y^2$ (kN)	P_{maks} (kN)	P_{min} (kN)
1	Kombinasi - 1	803,000	6,000	200,750	1,875	202,625	198,875
2	Kombinasi - 2	820,000	6,000	205,000	1,875	206,875	203,125
3	Kombinasi - 3	738,000	7,000	184,500	2,188	186,688	182,313

Gaya lateral pada tiang bor

Gaya lateral yang ditahan satu tiang bor : $h = T / n$

Gaya lateral pada tiang bor

No	Kombinasi Pembebanan	T_x (kN)	T_y (kN)	h_x (kN)	h_y (kN)	h_{maks} (kN)
1	Kombinasi - 1	11,000	10,000	2,750	2,500	2,750
2	Kombinasi - 2	11,000	8,000	2,750	2,000	2,750

3	Kombinasi - 3	9,000	11,000	2,250	2,750	2,750
---	---------------	-------	--------	-------	-------	-------

➤ Kontrol daya dukung ijin tiang bor

Daya dukung ijin aksial

Terhadap beban arah X

Daya dukung ijin aksial terhadap beban arah X

No	Kombinasi Pembebanan	Persen P _{ijin}	P _{maks} (kN)	Kontrol terhadap daya dukung ijin	P _{ijin} (kN)	Keterangan
1	Kombinasi - 1	100%	200,750	< 100% P _{ijin} =	338	aman
2	Kombinasi - 2	125%	205,000	< 125% P _{ijin} =	423	aman
3	Kombinasi - 3	140%	184,500	< 140% P _{ijin} =	473	aman

Terhadap beban arah Y

Daya dukung ijin aksial terhadap beban arah Y

No	Kombinasi Pembebanan	Persen P _{ijin}	P _{maks} (kN)	Kontrol terhadap daya dukung ijin	P _{ijin} (kN)	Keterangan
1	Kombinasi - 1	100%	202,625	< 100% P _{ijin} =	338	aman
2	Kombinasi - 2	125%	206,875	< 125% P _{ijin} =	423	aman
3	Kombinasi - 3	140%	186,688	< 140% P _{ijin} =	473	aman

Daya dukung ijin lateral

Daya dukung ijin lateral

No	Kombinasi Pembebanan	Persen P _{ijin}	H _{maks} (kN)	Kontrol terhadap daya dukung ijin	h _{ijin} (kN)	Keterangan
1	Kombinasi - 1	100%	2,750	< 100% P _{ijin} =	11	aman
2	Kombinasi - 2	125%	2,750	< 125% P _{ijin} =	14	aman
3	Kombinasi - 3	140%	2,750	< 140% P _{ijin} =	15	aman

➤ **Pembesian Pile Cap**

Gaya aksial ultimit tiang bor

Tinjauan beban arah X

Gaya aksial yang ditahan oleh satu tiang bor

$$P_u \text{ maks} = P_u / n + M_{ux} * X \text{ maks} / \sum X^2$$

$$P_u \text{ min} = P_u / n - M_{ux} * X \text{ maks} / \sum X^2$$

Gaya aksial yang ditahan oleh satu tiang bor arah X

No	Kombinasi	P _u	M _{ux}	P _u /n	M _{ux} *X/∑X ²	P _u maks	P _u min
----	-----------	----------------	-----------------	-------------------	------------------------------------	---------------------	--------------------

	Pembebanan	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	Kombinasi - 1	803,000	1,000	200,750	0,000	200,750	200,750
2	Kombinasi - 2	820,000	1,000	205,000	0,000	205,000	205,000
3	Kombinasi - 3	738,000	1,000	184,500	0,000	184,500	184,500

Tinjauan beban arah Y

Gaya aksial yang ditahan oleh satu tiang bor

$$P_{u \text{ maks}} = P_u / n + M_{uy} * Y_{\text{maks}} / \sum Y^2$$

$$P_{u \text{ min}} = P_u / n - M_{uy} * Y_{\text{maks}} / \sum Y^2$$

Gaya aksial yang ditahan oleh satu tiang bor arah Y

No	Kombinasi	P_u	M_{uy}	P_u/n	$M_{uy} * X / \sum Y^2$	$P_{u \text{ maks}}$	$P_{u \text{ min}}$
	Pembebanan	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
1	Kombinasi - 1	803,000	6,000	200,750	1,875	202,625	198,875
2	Kombinasi - 2	820,000	6,000	205,000	1,875	206,875	203,125
3	Kombinasi - 3	738,000	7,000	184,500	2,188	186,688	182,313

Gaya ultimit maksimum (rencana) tiang bor

Momen dan gaya geser ultimit pile cap

Momen dan gaya geser ultimit pile cap

Kode	Parameter berat bagian beton				Volume	Berat	Lengan	Momen
	b	h	panjang	shape	(m ³)	(kN)	x_w (m)	(kNm)
W_1	1,40	0,50	1,40	1,00	0,98	24,50	0,70	17,15
					$W_s =$	24,50	$M_s =$	17,15

Faktor bentuk ultimit

$$K = 1,30$$

Momen ultimit akibat berat pile cap

$$M_{us} = K * M_s = 22,30 \text{ kNm}$$

Gaya geser ultimit akibat berat pile cap

$$W_{us} = K * W_s = 31,85 \text{ kN}$$

Tebal breast wall

$$B_d = B_x - L_1 - L_2 = 0,50 \text{ m}$$

Jumlah baris tiang pancang

$$n_y = 2 \text{ buah}$$

Gaya ultimit maksimum (rencana) tiang bor

Jarak tiang bor terhadap pusat X (m)		Lengan terhadap sisi luar X_p (m)		$M = n_y * P_{u \text{ maks}} * X_p$ (kNm)
$X_1 =$	0,40	$X_{p1} = X_1 - B_d/2 =$	0,15	62,063
$X_2 =$	-0,40	$X_{p2} = X_2 - B_d/2 =$	-1,40	-579,250
$X_3 =$	tidak ada	$X_{p3} = X_3 - B_d/2 =$	tidak ada	tidak ada

$X_4 =$	tidak ada	$X_{p4} = X_4 - B_d/2 =$	tidak ada	tidak ada
$X_5 =$	tidak ada	$X_{p5} = X_5 - B_d/2 =$	tidak ada	tidak ada

Momen maksimum pada pile cap akibat reaksi tiang bor (M_p) = -517,188 kNm
 Momen ultimit rencana pile cap ($M_{ur} = M_p - M_{us}$) = -539,483 kNm
 untuk lebar pile cap (B_y) = 1,40 m
 Momen ultimit rencana perimeter lebar ($M_u = M_{ur} / B_y$) = -385,345 kNm
 Gaya geser rencana pile cap ($V_{ur} = n_y * P_u \text{ maks} - W_s$) = 389,250
 untuk lebar pile cap (B_y) = 1,40 m
 Gaya geser ultimit rencana perimeter lebar ($V_u = V_{ur} / B_y$) = 278,036 kN

Tulangan lentur pile cap

Momen rencana ultimit $M_u = -385,345$ kNm
 Mutu beton K -275 kuat tekan beton (f_c') = 25 MPa
 Mutu baja U -40 tegangan leleh baja (f_y) = 400 MPa
 Tebal pile cap $h = h_t = 500$ mm
 Jarak tulangan terhadap sisi luar beton $d' = 70$ mm
 Modulus elastisitas baja $E_s = 2,0 \times 10^5$
 Faktor bentuk distribusi tegangan beton $b_1 = 0,85$

$$\rho_b = b_1 * 0,85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) = 0,027094$$

$$R_{maks} = 0,75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0,75 * \rho_b * f_y / (0,85 * f_c')] = 6,573621$$
 Faktor reduksi kekuatan lentur $\Phi = 0,86$
 Faktor reduksi kekuatan geser $\Phi = 0,60$
 Tebal efektif pile cap $d = h - d' = 430$ mm
 Lebar pile cap yang ditinjau $b = 1000$ mm
 Momen nominal rencana $M_n = M_u / \Phi = -450,695$ kNm
 Faktor tahan momen $R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) = -2,43751$

$$R_n < R_{maks} \text{ (OK)}$$

Rasio tulangan yang diperlukan

$$\rho = 0,85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0,85 * f_c')}] = -0,00578$$

$$\text{Rasio tulangan minimum, } \rho_{min} = 25 \% * (1,4 / f_y) = 0,00088$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rasio tulangan yang digunakan, } \rho &= 0,00088 \\
 \text{Luas tulangan yang diperlukan, } A_s &= \rho * b * d = 376 \text{ mm}^2 \\
 \text{Diameter tulangan yang digunakan, } D &= 13 \\
 \text{Jarak antar tulangan yang digunakan, } s &= \pi/4 * D^2 * b / A_s = 352,91 \text{ mm} \\
 \text{Digunakan tulangan} &2D 13 - 200 = \text{ok} \\
 A_s &= \pi/4 * D^2 * b / s = 664 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tulangan bagi / susut arah memanjang diambil } 30 \% \times \text{ tulangan pokok} \\
 A_s' &= 30 \% * A_s = 113 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter tulangan yang digunakan } D &= 13 \\
 \text{Jarak antar tulangan yang digunakan, } s &= \pi/4 * D^2 * b / A_s = 1176,37 \\
 \text{Digunakan tulangan} &D 13 - 200 \\
 A_s &= \pi/4 * D^2 * b / s = 664 \text{ mm}^2 = \text{ok}
 \end{aligned}$$

Tulangan geser

Gaya geser ultimit :

$$\begin{aligned}
 V_u &= 278036 \text{ N} \\
 V_c &= 1/6 * (\sqrt{f_c'}) * b * d = 358333 \text{ N} \\
 \Phi * V_c &= 215000 \text{ N} < V_u \text{ (perlu tulangan geser)} \\
 V_s &= V_u = 278036 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Luas tulangan yang diperlukan	$A_s = \rho * b * d =$	376	mm ²
Diameter tulangan yang dipergunakan	$D =$	13	
	diambil jarak arah Y =	200	mm
Luas tulangan geser,	$A_v = p / 4 * D^2 * b / S_y =$	663,93	mm ²
Jarak tulangan geser yang diperlukan (arah X)	$S_x = A_v * f_y * d / V_s =$	410,72	
Jarak tulangan geser arah X digunakan	=	200,00	
Digunakan tulangan geser	arah X =	D 13 - 200	
	arah Y =	D 13 - 200	

Kontrol terhadap geser pons

$$\begin{aligned}
 \text{Kuat geser pons yang disyaratkan, } f_v &= 0,3 * \sqrt{f_c'} = 1,500 \\
 \text{Faktor reduksi kekuatan geser, } \Phi &= 0,60
 \end{aligned}$$

Jarak antar tiang arah x	X =	0,8	
Jarak antar tiang arah y	Y =	0,8	
Jarak tiang bor terhadap tepi	a =	0,30	
$r = X / 2 =$	0,4	$r = Y / 2 =$	0,40
hp =	0,55	ht =	0,50

maka diambil $r =$ 0,40 m

$L_1 =$ 0,55 m

Tebal bidang kritis geser pons $h = h_p + (r + a) / L_1 * (h_t - h_p) =$ 0,486 m

$h =$ 486 mm

Tebal efektif bidang kritis geser pons $d = h - d' =$ 416 mm

Panjang total bidang kritis $L_v = [2 * (r + a) + p / 2 * r] * 10^3 =$ 2029 mm

Luas bidang kritis geser pons $A_v = L_v * h =$ 986623

Gaya geser pons nominal $P_n = A_v * f_v =$ 1479935

Kapasitas geser pons $P_u = \Phi P_n =$ 888,0 kN

Reaksi ultimit satu tiang bor $P_{umaks} =$ 206,88 kN

$P_u < P_{u maks}$ (ok)

➤ Perhitungan Momen

Perhitungan Dengan Rumus Empiris

Beban maksimum pada bore pile = 338 KN

Kedalaman bor pile (Z) = 3000 mm

Diameter bore pile = 300 mm

Mutu beton = 25,00 MPA

Mudul elastisitas beton = 23500 MPA

Inersia penampang tiang bor = 397406250 mm⁴

Untuk tanah berpasir maka nilai = 550 MPa

$K = k_l * Z / D =$ 5500 MPa

$\lambda = 40 \sqrt{[D * K (4 * E_c * I_c)]} =$ 0,008406606

Eksentrisitas $e = 0,322 / \lambda =$ 38,30321088 mm

$e =$ 0,038303211 m

Momen maksimum pada tiang bor = 12,9503156 kNm

➤ Pembesian Bore Pile

Tulangan Longitudinal Tekan Lentur

Gaya aksial maksimum pada tiang bor	=	423	kN
Momen maksimum pada tiang bor	=	12,9503156	kNm
Faktor beban ultimit (K)	=	1,5	
Gaya aksial ultimit = K * Pmax	=	633,9375	kN
Momen ultimit = K * Mmax	=	19,4254734	kNm
Luas penampang bore pile	=	70650	mm ²
$\phi * P_n / (f_c * A_g)$	=	0,127005378	
$\phi * M_n / (f_c * A_g * D)$	=	3,66605E-08	

diperoleh rasio tulangan : 1,50%

Diameter besi tulangan yang digunakan	As	=	$\rho \times A_g$	
		=	1059,75	mm ²
Diameter besi tulangan yang digunakan		=	16	
	As1	=	1205,76	mm ²
Jumlah yang diperlukan	6	bh		

Digunakan tulangan	6	D	16
--------------------	---	---	----

Tulangan Geser

Perhitungan geser bor pile didasarkan atas momen dan gaya aksial untuk kombinasi beban yang menentukan dalam perhitungan tulangan aksial tekan dan lentur

Panjang bor pile	=	3000	mm
Diameter bor pile	=	300	mm
Luas tulangan longitudinal bor pile	=	1205,76	mm ²
Kuat tekan beton	=	25,00	MPa
Tegangan leleh baja	=	400	MPa
Gaya aksial ultimit	=	633937,5	N
Momen ultimit	=	19425,4734	Nmm
Gaya lateral ijin	=	2750	N
Faktor reduksi kekuatan geser	=	0,6	
Gaya geser ultimit akibat momen	=	6,4751578	N
Gaya geser ultimit akibat gaya lateral	=	4125	N

Diambil, gaya geser ultimit rencana = 4125 N
 Jarak tulangan thd sisi luar beton = 30
 Luas penampang tiang bor = 70650 mm²
 Tebal ekivalen penampang = 265,8006772 mm
 Lebar ekivalen penampang = 265,8006772 mm
 Tebal efektif = 235,8006772 mm
 V_c = 85705,41012 N
 V_s = 6875 N
 Untuk tulangan geser digunakan sengkang berpenampang = Ø 8
 Luas tulangan geser $A_{sv} = n * \pi / 4 * \varnothing^2 =$ 100,48 mm²
 Jarak tulangan yang diperlukan $S = A_{sv} * f_y * d / V_s =$ 1378,516483 mm
 Digunakan sengkang :

2	Ø	8	-	100
---	---	---	---	-----

