

PERHITUNGAN DESAIN PLAT DAN TANGGA SERTA RENCANA ANGGARAN BIAYA PADA GEDUNG GEREJA LAHAIROI HATIVE BESAR

Nur Fadila Shindi Soulisa¹, Herry Henry Roberth², abraham Tuanakotta³
shindysoulisa@gmail.com¹, herhero4765@gmail.com², tuanakottaabraham@gmail.com³
Politeknik Negeri Ambon

ABSTRAK

Perencanaan merupakan salah satu fungsi vital dalam kegiatan manajemen proyek. Keberhasilan konstruksi diawali dan sangat ditentukan dengan berhasil tidaknya untuk menyusun landasannya, yaitu berupa perencanaan yang lengkap dan matang. Struktur yang direncanakan adalah gedung gereja 3 lantai. berdasarkan hasil perhitungan diperoleh tulangan pelat lantai Ø10-190 tumpuan arah x, Ø10-250 tumpuan arah y, Ø10-190 lapangan arah x, Ø10-250 lapangan arah y ; tangga (4m x 7m) tulangan tumpuan dan lapangan D12-200 balok bordes dengan tulangan tumpuan atas/bawah: 2D 13 mm, tulangan lapangan atas/bawah: 2D 13 mm dan tulangan geser: Ø8 – 200. Tujuan penulisan proposal tugas akhir ini adalah untuk mengetahui dimensi pelat lantai dan tangga pembangunan Gedung Gereja Lahairoi, Hative Besar. Hasil dari perhitungan biaya pekerjaan pelat lantai dan tangga sebesar Rp 931,129,367.

Kata Kunci: Perhitungan Desain, Pelat Lantai, Tangga, Biaya.

ABSTRACT

Planning is one of the vital functions in project management activities. The success of construction begins and is largely determined by the success or failure of preparing the foundation, namely in the form of complete and thorough planning. The planned structure is a 3-storey church building. Based on the calculation results, it is obtained that the floor plate reinforcement is Ø10-190 support in the x direction, Ø10-250 support in the y direction, Ø10-190 pitch in the x direction, Ø10-250 pitch in the y direction; stairs (4m x 7m) support and field reinforcement D12-200 landing beam with top/bottom support reinforcement: 2D 13 mm, top/bottom field reinforcement: 2D 13 mm and shear reinforcement: Ø8 – 200. The purpose of writing this final project proposal is to determine the dimensions of the floor plates and stairs for the construction of the Lahairoi Church Building, Hative Besar. The results of calculating the cost of floor slabs and stairs are Rp. 931,129,367.

Keywords: Thickness calculation, floor slabs, stairs, costs.

PENDAHULUAN

Pelat adalah struktur planar kaku yang secara khusus terbuat dari material monolit yang tingginya lebih kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Beban yang umumnya bekerja pada pelat mempunyai sifat banyak arah dan tersebar.

Struktur bangunan merupakan komponen utama yang menunjang berdirinya suatu bangunan. Struktur bangunan gedung terdiri dari komponen-komponen di atas tanah dan komponen-komponen di bawah yang direncanakan sedemikian rupa sehingga dapat menyalurkan beban ke tanah dasar. Konstruksi dari sebuah bangunan merupakan kebutuhan dasar manusia, dimana tingkat kebutuhan tersebut terus meningkat sejalan dengan perkembangan dan kemajuan teknologi. Konstruksi bangunan pada saat ini merupakan suatu objek yang kompleks, dimana didalam bangunan tersebut diperlukan perhitungan dan analisa yang cermat serta pertimbangan tertentu yang akan menghasilkan suatu bangunan yang memenuhi syarat yaitu, kokoh, ekonomis maupun estetika.

Dalam perencanaan sebuah bangunan gedung khususnya bangunan gedung bertingkat, harus memperhatikan beberapa kriteria yaitu: kekuatan, kenyamanan, serta

aspek keindahannya. Kenyamanan yang diinginkan membutuhkan tingkat ketelitian dan keamanan yang tinggi dalam perhitungan konstruksinya.

Pembangunan Gedung bertingkat saat ini sudah mulai banyak dibangun, salah satunya adalah pembangunan Gedung Gereja Lahairoi Jemaat Souhuru Di Jalan Dr.J.Leimena Hative Besar. Gereja yang memiliki 3 lantai ini didirikan untuk menunjang fasilitas peribadahan masyarakat khususnya masyarakat Hative Besar.

Perlu disadari bahwa suatu bangunan bukan hanya dilihat seberapa artistik bangunan tersebut, namun aspek yang paling penting yaitu ketahanan struktur bangunan tersebut terhadap beban statis yang direncanakan ataupun ketahanan struktur terhadap potensi bencana. Untuk mengetahui hal tersebut, tentu saja diperlukan perencanaan dan perhitungan yang tepat.

Sebelumnya belum ada perhitungan tangga pada bangunan ini. Hanya tersedia gambar kerja, tetapi tidak dengan hitungannya. Dan hanya mengandalkan pengalaman para tukang-tukang, makanya saya berinisiatif untuk menghitung kembali dimensi pada tangga tersebut.

Maka pada penelitian ini akan mengambil topik permasalahan pada bangunan dengan mengambil judul tentang: “Perhitungan desain Pelat dan Tangga serta Rencana Anggaran Biaya pada Gedung Gereja Lahairoi Hative Besar”

METODE PENELITIAN

Dalam mengerjakan suatu proses penelitian sangatlah penting untuk menentukan metode sebagai suatu acuan, oleh karena itu metode penelitian yang di pakai yaitu metode riset dan pengembangan yaitu suatu metode yang di gunakan untuk mengembangkan suatu penelitian.

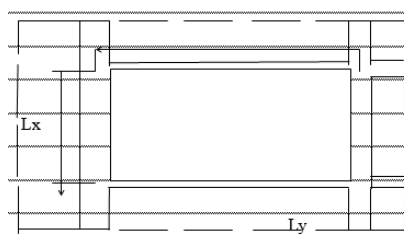
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Plat Lantai

Dalam Tugas Akhir ini, akan dipaparkan contoh perhitungan plat lantai. Diberikan plat dua arah yang dipilih berdasarkan bentang terbesar untuk mewakili bentang yang lebih kecil.

Plat Dua Arah

Plat dua arah yang dirancang berada di lantai dua pada gedung gereja lahairoi. Tebal plat yang digunakan 125 mm dengan selimut beton 20 mm. Penulangan utama dan susut menggunakan tulangan Ø10 ($f_y = 240$ MPa)



Gambar 4.1 Plat Dua Arah

Perhitungan pembebanan plat dua arah

Beban Mati

$$\text{Plat 125 mm} = 0,125 \cdot 24 = 3 \text{ kN/m}^2$$

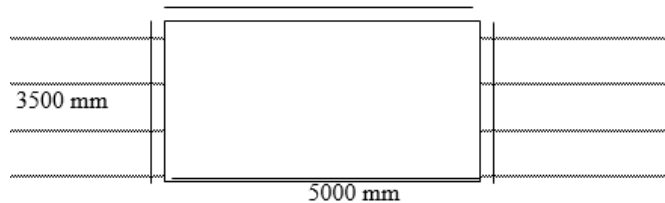
$$\text{Pasir} = 0,04 \cdot 17 = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Spesi} = 0,02 \cdot 21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Tegel} = 0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$$

ME, dll. = 0,20 kN/m²
 QDL = 4,54 kN/m²
 Beban Hidup (PPPURG 1987) QLL = 4 kN/m²
 Beban terfaktor, Qu = 1,2 QDL + 1,6 QLL
 = 1,2 . (4,54) + 1.6 . (4)
 = 11,85 kN/m

Hitung Gaya-Gaya pada Plat Lantai menurut SNI 2047:2013 Perhitungan momen yang terjadi pada plat menggunakan bantuan tabel momen PBI 1971 dengan plat terkekang pada empat sisi.



Gambar 4.2 Plat Dua Arah yang Terkekang Keempat Sisinya

TYPE	ly/lx	ly/lx																	
		0.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	> 2.5	
I	tx	(mtx) = 0.001 qlx ² . X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		(mly) = 0.001 qlx ² . X	44	46	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	32
II	ty	(mtx) = 0.001 qlx ² . X	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		(mly) = 0.001 qlx ² . X	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	34
	tx	(mtx) = 0.001 qlx ² . X	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38
		(mty) = 0.001 qlx ² . X	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	34

Gambar 4.3 tabel momen plat lantai

Nilai $\frac{ly}{lx} = \frac{5000}{3500} = 1,42 < 2$, maka diperoleh nilai momen sebagai berikut :

Mlx = 0,001 . Qu . Lx² . x ; dengan x = 53
 -Mtx = 0,001 . Qu . Lx² . x ; dengan x = - 53
 Mly = 0,001 . Qu . Lx² . x ; dengan x = 38
 -Mty = 0,001 . Qu . Lx² . x ; dengan x = - 38
 Dimana nilai Lx = 3500 mm
 Mlx = 0,001 x 11,85 x 3,5² x 53 = 7,694
 Mlx = - 0,001 x 11,85 x 3,5² x 53 = - 7,694
 Mtx = 0,001 x 11,85 x 3,5² x 38 = 5,516
 Mty = - 0,001 x 11,85 x 3,5² x 38 = - 5,516

Perhitungan Tulangan Arah-x (Lapangan dan Tumpuan)

D = 125-20-(0,5.10)
 = 100 mm

Ø = 0,8 (diasumsikan terkendali Tarik)

$R_n = \frac{Mu}{\phi . b . d^2}$

$R_n = \frac{7,694 \times 10^6}{0,8 . 1000 . 100^2}$

Rn = 0,961 mm

$\rho = \frac{0,85 . f_c}{f_y} (1 - \sqrt{1 - \frac{2 . R_n}{0,85 . f_c}})$

$\rho = \frac{0,85 . 25}{240} (1 - \sqrt{1 - \frac{2 . 0,961}{0,85 . 25}}) = 0,0041$

As = ρ . b . d

As = 0,0041 . 1000 . 100

$$A_s = 410 \text{ mm}$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$A_{s-\text{min}} = 275 \text{ mm}$$

Karena $A_s > A_{s-\text{min}}$, maka digunakan $A_s = 410 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{b \cdot A_s - \text{tulangan}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2}{410}$$

$$s = 191,46 \text{ mm}$$

$$s_{\text{maks}} = 2h = 2 \cdot 125 = 250 \text{ mm}$$

$$s_{\text{maks}} = 250$$

Digunakan $\text{Ø}10-190$

Cek momen nominal plat

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{b \cdot A_s - \text{tulangan}}{s}$$

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2}{190}; A_{s-\text{aktual}} = 413,15 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f'_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{413,15 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000}; a = 4,666 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{4,666}{0,85}; c = 5,489 \text{ mm}$$

$$\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003$$

$$\epsilon_t = \frac{100 - 5,489}{5,489} \cdot 0,003 = 0,052$$

Karena $\epsilon_t > 0,005$, maka penampang plat merupakan terkendali Tarik dengan $\phi = 0,9$ sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 10.3.4.

$$M_n = A_s \cdot f'_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 413,15 \cdot 240 \cdot \left(100 - \frac{4,666}{2}\right)$$

$$M_n = 9684269,052 \text{ Nmm} \rightarrow 9,684 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 9,684$$

$$\phi M_n = 8,716 > \mu \text{ (tulangan yang dirancang aman)}$$

Perhitungan Tulangan Arah-y (Tumpuan dan Lapangan)

$$d = 125 - 20 - (0,5 \cdot 10)$$

$$= 100 \text{ mm}$$

$\phi = 0,8$ (diasumsikan terkendali Tarik)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{5,516 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1000 \cdot 100^2}$$

$$R_n = 0,6895 \text{ mm}$$

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

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{240} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,6895}{0,85 \cdot 25}}\right) = 0,0041$$

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

$$A_s = 0,0041 \cdot 1000 \cdot 100$$

$$A_s = 410 \text{ mm}$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$A_{s-\text{min}} = 275 \text{ mm}$$

Karena $A_s > A_{s-\text{min}}$, maka digunakan $A_s = 410 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{b \cdot A_s - \text{tulangan}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2}{290}$$

$$s = 270,69 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 2h = 2 \cdot 125 = 250 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 250$$

Digunakan Ø10-250

Cek momen nominal plat

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{b \cdot A_s - \text{tulangan}}{s}$$

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2}{200}; A_{s-\text{aktual}} = 392,5 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f'_y}{0,85 \cdot f'_c \cdot b}$$

$$a = \frac{392,5 \cdot 240}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000}; a = 4,43 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{4,43}{0,85}; c = 5,21 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003$$

$$\varepsilon_t = \frac{100-5,21}{5,21} \cdot 0,003 = 0,053$$

Karena $\varepsilon_t > 0,005$, maka penampang plat merupakan terkendali Tarik dengan $\phi = 0,9$ sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 10.3.4.

$$M_n = A_s \cdot f'_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_n = 392,5 \cdot 240 \cdot \left(100 - \frac{4,43}{2}\right)$$

$$M_n = 9211347 \text{ Nmm} \rightarrow 9,211 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 9,211$$

$$\phi M_n = 8,2899 > \mu_u \text{ (tulangan yang dirancang aman)}$$

Perhitungan tulangan susut

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot 1000 \cdot 125$$

$$A_{s-\text{min}} = 275 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{b \cdot A_s - \text{tulangan}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 10^2}{275}$$

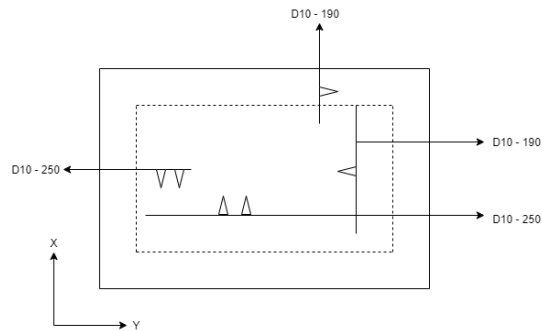
$$s = 285,45 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 2h = 2 \cdot 125 = 250 \text{ mm}$$

$$S_{\text{maks}} = 250$$

Digunakan Ø10-250

	Tumpuan		Lapangan	
	X	Y	X	Y
Diameter tulangan	Ø10-190	Ø10-250	Ø10-190	Ø10-250

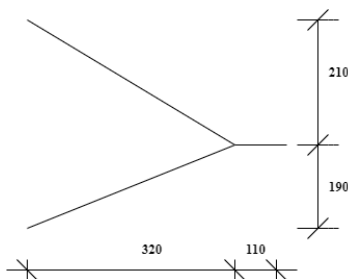


Gambar 4.4 penulangan pelat lantai dua arah

- ▲▲ = Lapisan II dari bawah
- ▼▼ = lapisan II dari atas
- ▶ = lapisan I dari atas
- ◀ = Lapisan I dari bawah

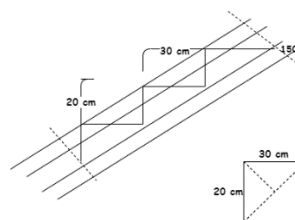
Perencanaan tangga

Data data perencanaan



Gambar 4.5 Detail tangga utama

1. Lebar anak tangga = 1,2 m
2. Tebal pelat = 0,15 m
3. Tinggi tangga = 4 m
4. Panjang bordes = 1 m
5. Tinggi bordes = 1,8 m
6. Optrade = 0,2 m
7. Antrade = 0,3 m
8. Jumlah anak tangga = $(\text{tinggi tangga/ optrede}) - 1$
 $= (4/0,2) - 1$
 $= 19$
9. Sudut (α) = 31°



Tebal ekuivalen plat tangga

$$t' = \frac{\frac{1}{2} \cdot op \cdot an}{\sqrt{op^2 + an^2}}$$

$$t' = \frac{\frac{1}{2} \cdot 300 \cdot 200}{\sqrt{300^2 + 200^2}}; t = 83,205 \text{ mm}$$

$$h' = \frac{t+t'}{\cos \alpha}$$

$$h' = \frac{150 + 83,205}{\cos 30,96^\circ} h' = 271,950 \approx 271 \text{ mm}$$

perhitungan pembebanan dan momen plat tangga

beban mati

plat dan anak tangga = $0,271 \cdot 24 = 6,50 \text{ kN/m}^2$

spesi = $0,02 \cdot 21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

penutup lantai = $0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$

railing = $1,00 \text{ kN/m}^2$

QDL = $8,16 \text{ kN/m}^2$

Beban Hidup

beban hidup untuk tangga = 5 kN/m^2

QLL = 5 kN/m^2

Beban terfaktor

$W_u = 1,2 (\text{QDL}) + 1,6 (\text{QLL})$

= $1,2 \cdot 8,16 + 1,6 \cdot 5$

= $17,792 \text{ kN/m}$

Perhitungan pembebanan plat bordes

Beban Mati

Plat Bordes = $0,15 \cdot 24 = 3,60 \text{ kN/m}^2$

Spesi = $0,02 \cdot 21 = 0,42 \text{ kN/m}^2$

Penutup Lantai = $0,01 \cdot 24 = 0,24 \text{ kN/m}^2$

Railing = $1,00 \text{ kN/m}^2$

QDL = $5,26 \text{ kN/m}^2$

Beban Hidup

Menurut SNI 1727:2013 tabel 4-1

beban hidup untuk bordes = 5 kN/m^2

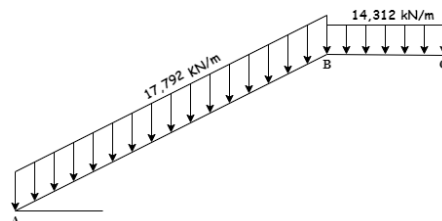
QLL = 5 kN/m^2

Beban terfaktor

$W_u = 1,2 (\text{QDL}) + 1,6 (\text{QLL})$

= $1,2 \cdot 5,26 + 1,6 \cdot 5$

= $14,312 \text{ kN/m}$



Gambar 4.7 Pembebanan Tangga

Momen Lapangan = $M_u (+) = 1/14 \cdot 17,792 \cdot 5^2 = 31,771 \text{ kNm}$.

Momen Tumpuan = $M_u (-) = 1/16 \cdot 17,792 \cdot 5^2 = 27,8 \text{ kNm}$.

Perhitungan Tulangan Tumpuan

$$D = 150 - 20 - (0,5 \cdot 12) \\ = 124 \text{ mm}$$

$$\emptyset = 0,9 \text{ (diasumsikan terkendali Tarik)}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset \cdot b \cdot d^2} = \frac{27,8 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 1000 \cdot 124^2}$$

$$P = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c}}\right)$$

$$P = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2,008}{0,85 \cdot 25}}\right) = 0,045$$

$$A_s = p \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,045 \cdot 1000 \cdot 124$$

$$A_s = 558 \text{ mm}^2$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\text{min}} = 0,0022 \cdot 1000 \cdot 150$$

$$A_{s-\text{min}} = 330 \text{ mm}^2$$

Karena $A_s > A_{s-\text{min}}$, maka digunakan $A_s = 558 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{b \cdot A_{s-\text{tulangan}}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2}{558}$$

$$s = 202,683 \text{ mm}$$

$$s_{\text{maks}} = 3h = 3 \cdot 150 = 450 \text{ mm}$$

$$s_{\text{maks}} = 450 \text{ mm}$$

Digunakan $\emptyset 12-200$

Cek momen nominal plat

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{b \cdot A_{s-\text{tulangan}}}{s}$$

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2}{200}; A_{s-\text{aktual}} = 565,486 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b}$$

$$a = \frac{565,486 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000}; a = 10,644 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{10,644}{0,85}; c = 12,522 \text{ mm}$$

$$\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003$$

$$\epsilon_t = \frac{124 - 12,522}{12,522} \cdot 0,003 = 0,0267$$

Karena $\epsilon_t > 0,005$, maka penampang plat merupakan terkendali Tarik dengan $\emptyset = 0,9$ sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 10.3.4.

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

$$M_n = 565,486 \cdot 400 \cdot \left(124 - \frac{10,644}{2}\right)$$

$$M_n = 26,844 \text{ kNm}$$

$$\emptyset M_n = 0,9 \cdot 29,832$$

$$\emptyset M_n = 26,849$$

Perhitungan Tulangan Lapangan

$$d = 150 - 20 - (0,5 \cdot 12)$$

$$= 124 \text{ mm}$$

$\phi = 0,9$ (diasumsikan terkendali Tarik)

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$R_n = \frac{31,771 \times 10^6}{0,9 \cdot 1000 \cdot 124^2}$$

$$R_n = 2,295 \text{ mm}$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c}}\right)$$

$$\rho = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 2,295}{0,85 \cdot 25}}\right) = 0,0060$$

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

$$A_s = 0,0060 \cdot 1000 \cdot 124$$

$$A_s = 744 \text{ mm}^2$$

$$A_{s-\min} = 0,0018 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\min} = 0,0018 \cdot 1000 \cdot 150$$

$$A_{s-\min} = 270 \text{ mm}^2$$

Karena $A_s > A_{s-\min}$, maka digunakan $A_s = 744 \text{ mm}^2$

$$s = \frac{b \cdot A_{s-\text{tulangan}}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 12^2}{744}$$

$$s = 152,012 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 3h = 3 \cdot 150 = 450 \text{ mm}$$

$$s_{\max} = 450 \text{ mm}$$

Digunakan $\phi 12-200$

Cek momen nominal plat

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{b \cdot A_{s-\text{tulangan}}}{s}$$

$$A_{s-\text{aktual}} = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot 12^2}{200}; A_{s-\text{aktual}} = 565,486 \text{ mm}^2$$

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c \cdot b} = \frac{565,486 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 1000} = 10,644 \text{ mm}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{10,644}{0,85} = 12,522 \text{ mm}$$

$$\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003 = \frac{124-12,522}{12,522} \cdot 0,003 = 0,0267$$

Karena $\epsilon_t > 0,005$, maka penampang plat merupakan terkendali Tarik dengan $\phi = 0,9$ sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 10.3.4.

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

$$M_n = 565,486 \cdot 400 \cdot \left(124 - \frac{10,644}{2}\right)$$

$$M_n = 26,844 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot 26,844$$

$$\phi M_n = 24,159$$

Perhitungan Tulangan Susut

Dicoba gunakan tulangan $\phi 10$ ($f_y = 240 \text{ MPa}$)

$$A_{s-\min} = 0,0022 \cdot b \cdot h$$

$$A_{s-\min} = 0,0022 \cdot 1000 \cdot 150$$

$$A_s\text{-min} = 330 \text{ mm}^2$$

$$s = \frac{b \cdot A_s\text{-tulangan}}{A_s}$$

$$s = \frac{1000 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 10^2}{330}$$

$$s = 237,999 \approx 200 \text{ mm}$$

Digunakan Ø12-200

Perencanaan Balok Bordes

Data – data perancangan balok bordes

Tinggi balok (h) = 400 mm

Selimut beton = 40 mm

Mutu beton (f'c) = 25 MPa

Tulangan longitudinal = Ø12 (fy = 400 MPa)

Tulangan geser = Ø8 (fy = 240 MPa)

Tinggi efektif (d) = 400 – 40 – 8 – (0,5.13) = 346 mm

Perhitungan pembebanan balok bordes

Berat sendiri balok = 0,2 . 0,3 . 24 . 1,2 = 1,728 kN/m²

Dinding = 1,45 . 2,5 . 1,2 = 4,35 kN/m²

Reaksi plat bordes (per (m) pnjg) = 27,492 kN/m²

Qu = 33,57 kN/m²

Perhitungan tulangan longitudinal tumpuan

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot Q_u \cdot L^2$$

$$M_u = \frac{1}{2} \cdot 33,57 \cdot 1,380^2$$

$$M_u = 3,196$$

$$\emptyset = 0,9$$

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset \cdot b \cdot d}$$

$$R_n = \frac{3,196 \times 10^6}{0,9 \cdot 400 \cdot 346} = 0,074$$

$$P = \frac{0,85 \cdot f'c}{f'y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,074}{0,8 \cdot f'c}} \right)$$

$$P = \frac{0,85 \cdot 25}{400} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,074}{0,8 \cdot 25}} \right)$$

$$P = 0,0018$$

$$P_{\text{min}} = \frac{\sqrt{f'c}}{4 \cdot f'y} = \frac{\sqrt{25}}{4 \cdot 400} = 0,00135$$

$$P\text{-min} = \frac{1,4}{f'y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$A_s = p \cdot b \cdot d$$

$$A_s = 0,0035 \cdot 400 \cdot 346$$

$$= 484,4 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{484,4}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 12^2}$$

$$= 4,283 \approx 4 \text{ buah}$$

Digunakan 2 Ø13 (As = 265,46 mm²) untuk tulangan longitudinal tarik.

Cek momen nominal balok

$$a = \frac{A_s \cdot f'y}{0,85 \cdot f'c \cdot b}$$

$$= \frac{265,46 \cdot 400}{0,85 \cdot 25 \cdot 400}$$

$$= 12,492$$

$$c = \frac{\alpha}{\beta_1}$$

$$= \frac{12,492}{0,85} = 14,696$$

$$\epsilon_t = \frac{d-c}{c} \cdot 0,003$$

$$= \frac{346-14,696}{14,696} \cdot 0,003 ; \epsilon_t = 0,067$$

Karena $> 0,005$, maka penampang plat merupakan terkendali tarik dengan $\phi = 0,9$ sesuai dengan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 10.3.4.

$$M_u = A_s \cdot f_y \cdot (d)$$

$$M_u = 265,46 \cdot 400 \cdot (346-$$

$$M_u = 36,076 \text{ k N m}$$

$$\phi_{mn} = 0,9 \cdot 36,076$$

$$\phi_{mn} = 32,488 \text{ kNm} > M_u \text{ (tulangan yang dirancang aman)}$$

Perhitungan tulangan transversal

$$V_u = \frac{Q_u \cdot L}{2}$$

$$V_u = \frac{31,423 \cdot 1,380}{2}$$

$$V_u = 21,688 \text{ kN}$$

$$V_c = 0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0,17 \cdot 1 \cdot \sqrt{25} \cdot 378 \cdot 346$$

$$V_c = 111,169$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi}$$

$$= \frac{21,688}{0,75}$$

$$= 28,917 \text{ kN}$$

Kuat geser yang disediakan sengkang tidak perlu melebihi :

$$V_{s\text{-maks}} = 0,66 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

$$V_{s\text{-maks}} = 0,66 \cdot \sqrt{25} \cdot 378 \cdot 346$$

$$V_{s\text{-maks}} = 431,600 \text{ kN}$$

Dicoba gunakan sengkang 2 Ø8 ($A_v = 100,531 \text{ mm}^2$)

$$S = \frac{A_s \cdot f'_y \cdot d}{V_s}$$

$$S = \frac{100,531 \cdot 240 \cdot 346}{41,909}$$

$$S = 199,195 \text{ mm}$$

Sesuai dengan pasal 21.3.4.2 SNI 2847:2013, spasi sengkang pada kedua ujung tidak boleh melebihi yang terkecil dari :

$$S = \frac{d}{4} = \frac{346}{4} = 86,5 \text{ mm}$$

$$S = \phi 8 \text{ longitudinal} = 8 \cdot 13 = 104$$

$$S = 24 \cdot P8 = 24 \cdot 8 = 192 \text{ mm}$$

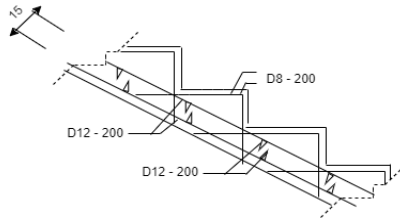
$$S = 300 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang 2 Ø8-150

Sedangkan untuk daerah di luar sendi plastis tidak boleh melebihi :

$$S = \frac{d}{2} = \frac{346}{2} = 173 \text{ mm}$$

Digunakan sengkang 2 Ø8-200



Gambar 4.8 Penulangan tangga

**Rencana Anggaran Biaya
(Rab)**

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	Pek. Struktur				
A	Lantai 2				
1	Pelat Lantai				
	Beton	32.68	m3	1,637,997.96	53,529,773.39
	besi tulangan	11,846,560	kg	11,290.94	133,758,839,747.8
	Bekisting	217,870	m2	589,800.62	128,497,894.4
Jumlah					303,649,859.05
2	Tangga				
	pembesian balok bordes	893.68	kg	11,290.94	10,090,526.53
	Pembesian tangga	3,267.79	kg	11,290.94	36,896,389.84
	pekerjaan beton plat tangga dan bordes	62.26	m3	1,637,997.96	101,981,753.10
	bekisting plat tangga dan bordes	37.56	m2	589,800.62	22,155,742.21
Jumlah					171,124,411.68
Jumlah total lantai 2					377,195,670.78
B	Lantai 3				
1	Pelat Lantai				
	Beton	26.14	m3	1,637,997.96	42,817,266.72
	besi tulangan	9,792.90	kg	11,290.94	110,571,096.27
	Bekisting	217.87	m2	589,800.62	128,497,894.40
Jumlah					281,886,257.39
2	Tangga				
	pembesian balok bordes	893.68	kg	11,290.94	10,592,899.82
	Pembesian tangga	3,297.20	kg	11,290.94	37,228,462.81
	pekerjaan beton plat tangga dan bordes	4.66	m3	1,637,997.96	7,635,756.82
	bekisting plat tangga dan bordes	36.84	m2	589,800.62	21,731,085.77
Jumlah					77,188,205.22
Jumlah total lantai 3					359,074,462.61
II	Pek. Akhir				
1	Pembongkaran	1.00	Is	5,000,000.00	5,000,000.00
Jumlah					5,000,000.00

Rekapitulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH	
		(Rp)	
I.	Pek. Plat Lantai 2	303,649,859.05	
II.	Pek. Tangga lt 2	171,124,411.68	
III.	Pek. Plat Lantai 3	281,886,257.39	
IV.	Pek. Tangga lt 3	77,188,205.22	
V.	Pek Akhir	Rp 5,000,000	
		JUMLAH	838,848,733.34
		PPn 11%	92,273,360.67
		TOTAL	Rp 931,122,094
	Terbilang :	<i>SEMBILAN RATUS TIGA PULUH SATU JUTA SERATUS DUA PULUH DUA RIBU SEMBILAN PULUH EMPAT RUPIAH</i>	

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Perhitungan desain Pelat dan Tangga serta Rencana Anggaran Biaya pada bangunan gedung gereja lahairoi diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Tebal Pelat lantai digunakan tebal pelat 125 mm dengan penulangan sebagai berikut:

- a. tulangan tumpuan pelat lantai arah x : D10 - 190, tulangan tumpuan pelat lantai arah y : D10 - 190, tulangan lapangan pelat lantai arah x : D10 - 250 dan tulangan lapangan pelat lantai arah y : D10 - 250
- b. untuk tebal pelat tangga dan bordes digunakan tebal 150 mm dengan tulangan tumpuan dan lapangan pelat tangga arah x dan y: Ø12-200

Rencana Anggaran Biaya yang didapatkan: Rp 931,129,367.

DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, Ali, 2010. Balok Dan Pelat Beton Bertulang, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Badan Standardisasi Nasional, 2008. Tata Cara Perhitungan Satuan Pekerjaan Beton Untuk Kontruksi Bangunan Gedung dan Perumahan (SNI 7394:2008). Jakarta.
- Cahyo, Gesang Hadi., 2010, "Perhitungan perencanaan Struktur Gedung Beton bertulang Di Jalan Ahmad Yani Pontianak", Universitas Tanjungpura, Pontianak.
- Diphusodo. 1999. Manajemen Proyek dan Kontruksi, <http://eprints.ums.ac.id>. diakses tanggal 02 Agustus 2022.
- Fauzi Rahmanullah, Struktur dan konstruksi bangunan, konstruksi tangga.
- Standar Nasional Indonesia, SK SNI 03 - xxxx - 2002, "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung", Badan Standard Nasional.
- Sukri Herwanto Tarmizi, "perencanaan perhitungan struktur rumah 2 lantai kelurahan pelang kenidai" Sekolah Tinggi Teknologi Pagar Alam
- Supribadi, I Ketut, 1986, "Ilmu Bangunan Gedung", Armico: Bandung.
- Syahrendi. 2019. Perhitungan Struktur Gedung Perkuliahan Widya arma Kota Pontianak. Pontianak: Universitas Tanjungpura.