BAB II
PERANCANGAN STRUKTUR

2.1 Perencanaan Awal Struktur

2.1.1. Preliminary design

Klasifikasi struktur
Bangunan Beraturan

Menurut Pawirodikromo (2012), bangunan beraturan adalah bangunan yang mempunyai 1 massa dengan bentuk denah yang sederhana dan simetris, baik 2 arah maupun 1 arah, yang berarti dapat disimpulkan memiliki massa tunggal dan bentuk bangunan yang simetris. Simetris berarti memiliki blok denah bangunan yang sumbu – sumbu koordinatnya mempunyai ukuran dan proporsi yang sama.

Gambar Denah Bangunan Beraturan dan Simetris

Bangunan beraturan lebih memudahkan perancanaan dibandingkan dengan bangunan tidak beraturan dikarenakan bangunan beraturan memiliki pusat massa dan pusat kekakuan yang berdekatan. Sehingga bangunan akan bereaksi melawan gaya gempa dengan perlawanan yang berpusat pada kekakuan saat gempa terjadi. (Rumimper, 2013)

Bangunan Tidak Beraturan

Bangunan tidak beraturan atau *set-back* diketahui dengan bangunan yang memiliki tonjolan atau loncatan bidang muka. Bangunan ini memiliki pusat massa dan pusat kekakuan yang tidak berhimpit sehingga menyebabkan terjadinya gaya torsi pada bangunan yang memungkinkan menimbulkan kelelehan yang lebih cepat karena perbedaan konsentrasi tegangan pada titik – titik tertentu.

Akan tetapi keuntungan dari bangunan *set-back* yaitu memiliki massa yang lebih rendah dibandingkan dengan lantai dibawahnya, menurunkan letak titik berat pada bagian bawah dari bangunan, hal tersebut mengakibatkan bangunan akan menjadi lebih stabil.

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Jenis struktur bangunan ini menggunakan jenis SRPMK atau Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus, jenis struktur dari salah satu dari tiga Sistem Rangka Pemikul Momen yang merupakan salah satu dari metode perencanaan struktur gedung beton bertulang tahan gempa.

Jenis struktur ini merupakan sistem rangka yang elemen – elemen struktur dan sendi – sendi bekerja dengan menahan aksi dari gaya lentur, geser dan gaya aksial. Sistem ini memenuhi syarat daktilitas dan wajib digunakan di zona resiko dengan gempa yang tinggi. Struktur ini direncanakan dengan menggunakan sistem penahan beban lateral yang memenuhi persyaratan detailing yang khusus dan mempunyai daktilitas yang penuh.

Konfigurasi Bangunan (Jurnal Halaman 67)

Bangunan yang dirancang mengacu pada denah struktur atas gedung UMKM Loop & Cultural Centre yang berlokasi di Solo Baru, Langenharjo, Kota Solo, Jawa Tengah.

Tingkat	Lantai	Elevasi Tiap Lantai (m)	Tinggi Tingkat (m)
7	Lantai atap	32.5	3
6	Lantai 5	29.5	5
5	Lantai 4	24.5	5
4	Lantai 3	19.5	5
3	Lantai 2	14.5	5
2	Lantai 1	9.5	5
1	Lantai Basement	4.5	4.5

Tabel Data Tinggi Tingkat dan Elevasi Gedung

Spesifikasi Material

Material – material yang digunakan dalam struktur gedung ini ada sebagai berikut :

1. Mutu beton, (Balok dan Pelat Lantai), *f'c* = 30 MPa
2. Mutu beton (Kolom), *f'c* = 30 Mpa
3. Mutu baja tulangan, *fy* = 400 MPA (Ulir) dan 240 Mpa (polos)

Pembebanan

Pada perancangan gedung terdapat 2 jenis pembebanan yaitu beban mati dan beban hidup. Berikut dilampirkan detail pembebanan Gedung UMKM Loop & Cultural Centre.

Beban Mati

1. Beban Mati Tambahan Pelat Lantai
   a) Spesi = 0,025 m x 16.671 kN/m^3 = 0,417 kN/m^2
   b) Pasir = 0,04 m x 15,691 kN/m^3 = 0,628 kN/m^2
   c) Tegel = 0,172 kN/m^2
   d) Ducting AC = 0,172 kN/m^2
   e) Eternit = 0,180 kN/m^2
   f) Pipa = 0,098 kN/m^2
   Total beban mati (Qd lantai) = 1,666 kN/m^2
2. Beban Mati Tambahan Pelat Atap
   a) Spesi = 0,025 m x 16,671 kN/m^3 = 0,417 kN/m^2

b) Kedap air = 0,02 m x 0,02 kN/m^3 = 0,0004 kN/m^2

c) Ducting AC = 0,172 kN/m^2

d) Eternit = 0,180 kN/m^2

e) Pipa = 0,098 kN/m^2

f) Total beban mati (Qd atap) = 0,867 kN/m^2

3. Beban Mati Dinding

Beban Dinding										
Lantai	Tinggi	Lebar	Lebar balok	Tinggi Balok	Tinggi Bersih	Lebar bersih	Tebal Dinding	Bj Dinding	Berat Dinding	
	m	m	m	m	m	m	m	kg/m2	kg/m	kN.m
Basement	4.5	12	0.7	0.5	4	11.3	0.15	250	1695	16.62
1	5	12	0.7	0.5	4.5	11.3	0.15	250	1906.875	18.7
2	5	12	0.7	0.5	4.5	11.3	0.15	250	1906.875	18.7
3	5	12	0.7	0.5	4.5	11.3	0.15	250	1906.875	18.7
4	5	12	0.7	0.5	4.5	11.3	0.15	250	1906.875	18.7
5	5	12	0.7	0.5	4.5	11.3	0.15	250	1906.875	18.7
Total									11229.38	110.12

4. Beban Hidup

Pembebanan hidup disesuaikan dengan fungsi ruang dari bangunan tersebut. Nilai atau angka pembebanan yang digunakan mengacu pada SNI 1727 – 2020.

Lantai	Fungi Ruang	Beban Hidup (kN/m2)
Basement	Parkir mobil	4.79
lantai 1	Lobi	4.79
	ballroom	4.79
	Ruang pertemuan	4.79
	koridor	4.79
Lantai 2	Lobi	4.79
	ballroom	4.79
	Ruang pertemuan	4.79
	koridor	4.79
Lantai 3	Lobi	4.79
	ballroom	4.79
	Ruang pertemuan	4.79
	koridor	4.79
Lantai 4	Lobi	4.79
	ballroom	4.79
	Ruang pertemuan	4.79
	koridor	4.79
Lantai 5	Ruang pertemuan	4.79
	koridor	4.79
Atap`	Atap	4.79

Preliminary Design (Halaman 71)

Langkah awal perancangan struktur bangunan tahan gempa adalah dengan merancang *preliminary design* atau perancangan awal dimensi elemen struktur seperti balok, pelat, dan kolom. Perancangan awal dimensi elemen struktur ini didasarkan pada acuan SNI 2847 – 2019.

***Preliminary Design* Balok**

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Tabel 9.3.1.1 dimensi balok ditentukan dari bentang panjang bangunan yang diambil dari hasil kodefikas balok bangunan tipikal. Tinggi balok diambil antara 1/12 sampai 1/16 dari panjang bentang balok bangunan, sedangkan untuk lebar diambil dari ½ sampai 1/3 dari tinggi balok.

Rekapitulasi Estimasi Dimensi Balok

No	Kode Balok	Panjang Bentang (mm)	Tinggi (mm)	T Digunakan	Lebar (mm)	L Digunakan
1	B1	12000	1000	750	500	400
2	Ba1	12000	750	600	375	350

***Preliminary Design* Pelat**

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 tabel 8.3.1.2

Perhitungan *preliminary* pelat PL - 1

Balok kiri, bki = 500 x 1000

Balok kanan, bka = 400 x 800

Balok atas, bat = 400 x 800

Balok bawah, bba= 500 x 1000

Ly = 10000

Lny = Ly – (½ x bki + ½ x bka)

= 9550

Lx = 12000

Lnx = Lx – (½ x bat + ½ x bba)

= 11550

β = Lny / Lnx

= 9550 / 11550

= 0,8268

Pengecekan jenis pelat

$\frac{Bentang\ terpanjang}{Bentang\ terpendek}$ = $\frac{12000}{10000}$ = 1,2 < 2, maka jenis pelat adalah pelat dua arah

Diasumsikan tebal pelat sebesar 150 mm

Inersia balok :

Bw = 400 mm

Ht = 700 mm

Hf = 150 mm

Hw = 550 mm

Be1 = bw + 2hw

= 1500 mm

Be2 = bw + 8hf

= 1600 mm

Dipilih yang terkecil adalah 1500 mm

Y1 = $\frac{hw}{2}$

= 275 mm

Y2 = $\frac{hw}{2} + hw$

= 625 mm

A1 = hw.bw

= 220000 mm^2

A2 = be.hf

= 225000 mm^2

Y = $\frac{A1Y1+A2Y2}{A1+A2}$

= 451,966 mm

Ib = $\frac{1}{12} b_w {h_w}^3 + A_1(y - y_1)^2 + \frac{1}{12} b_e {h_f}^3 + A_2(y_2 - y)^2$

Inersia Pelat

Ip1 = $\frac{1}{12} LyHf$^3

= 2812500000 mm^4

Ip2 = $\frac{1}{12} LxHf$^3

= 3375000000 mm^4

Rasio kekakuan pelat (α)

αfm = $\frac{\sum \alpha}{n}$

= 6,387 (αfm>2)

β = 0,828

Maka, h minimum

Hmin = $\frac{l_n\left(0{,}8+\frac{fy}{1400}\right)}{36+9\beta}$

= 243,027 mm

Hmin > h, maka h digunakan adalah 200 mm

Pelat	Bentang Panjang	Bentang Pendek	Ly/Lx	Jenis pelat	Tebal minimun	Tebal pakai
	mm	mm			mm	mm
PL - 1	12000	10000	0.833333333	2 arah	243.027	200
PL - 2	12000	6400	0.533333333	2 arah	162.35	200
PL - 3	10000	5000	0.5	2 arah	192.761	200
PL - 4	10000	5000	0.5	2 arah	127.865	200

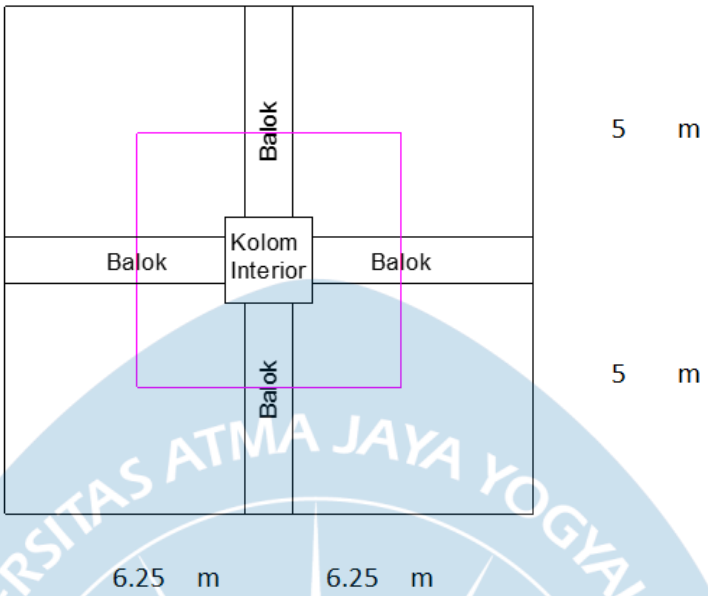
***Preliminary* design kolom**

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Pasal 18.7.2 kolom direncanakan untuk memikul beban aksial terfaktor yang bekerja di setiap lantai ataupun atap, momen maksimum dari beban terfaktor di satu bentang terdekat dari lantai.

Direncanakan :

Tebal pelat = 200 mm

Dimensi area tinjauan = 12 m x 10 m



a) Beban Mati

Pelat Atap

Beban			Rumus					Berat (Kg)
Berat atap baja		0.20	x	6.25	x	5	x	7850	49062.50
Ring Balok		0.00	x	0	x	11.25	x	2400	0.00
Balok Anak		0.60	x	0.35	x	11.25	x	2400	5670.00
Genangan air		0.10	x	6.25	x	5	x	1000	3125.00
Spesi	3 cm			6.25	x	5	x	63	1968.75
Keramik 1 cm				6.25	x	5	x	24	750.00
Plumbing				6.25	x	5	x	10	312.50
Plafon				6.25	x	5	x	11	343.75
Penggantung				6.25	x	5	x	7	218.75
Sanitasi				6.25	x	5	x	20	625.00
Mekanikal Elektrikal				6.25	x	6.25	x	20	781.25
			DL atap						**62857.50**

Pelat Lantai

Beban			Rumus					Berat (Kg)
Pelat Lantai		0.20	x	6.25	x	5	x	2400	15000.00
Balok nduk		0.75	x	0.4	x	11.25	x	2400	8100.00
Balok Anak		0.60	x	0.35	x	11.25	x	2400	5670.00
Dinding				11.25	x	5	x	200	11250.00
Spesi	3 cm			6.25	x	5	x	63	1968.75
Keramik 1 cm				6.25	x	5	x	24	750.00
Plumbing				6.25	x	5	x	10	312.50
Plafon				6.25	x	5	x	11	343.75
Penggantung				6.25	x	5	x	7	218.75
Sanitasi				6.25	x	5	x	20	625.00
Mekanikal Elektrikal				6.25	x	5	x	20	625.00
			DL Lantai						**44863.75**

Total berat pelat lantai = **n x Berat Lantai** = 1 **x** 44863.75 = **44863.75** **kg**

Total beban mati (DL)

DLtotal = **DL atap + DL lantai** = 62857.50 + 44863.75
= **107721.25** **kg** **538606.25**

b) Beban Hidup

Beban	Rumus	Berat (kg)	
Atap (Pekerja)	6.25 x 5 x 100 x 1	3125	
Lantai (Fungsi Bangunan)	6.25 x 5 x 479 x 1	14968.75	
	TOTAL (LL)	**18093.75**	**90468.75**

c) Kombinasi Beban

1. Kombinasi (1)

PU = 1,4 DL
= 1.4 x 538606
= **754048.75** **kg**
= **7540487.50** **N**

2. Kombinasi (2)

PU = 1,2 DL + 1,6 LL
=(1.2 x 538606)+(1.6 x 90469)
= **791077.50** **kg**
= **7910775.00** **N**

- Rencana Awal (A) = $\frac{PU}{\Phi \times f'c}$ = $\frac{7910775.00 \text{ N}}{0.65 \times 40}$ = 304260.58 mm²

$b = h$ atau $A = h^2 = b^2$ Maka : $b = \sqrt{A}$

b = √ 304260.58
b = 552 mm

Dimensi Kolom Desain	b	=	700	mm	=	70	cm

- Beban yang diterima kolom = 791078 +(1.2 *(0.7 x 0.7 x 5 x 2 x 2400))
= 805189.5 **kg** = 8051895 **N**

- Luas Kolom (A) = $\frac{PU}{\Phi \times f'c}$ = $\frac{8051895 \text{ N}}{0.65 \times 40}$ = 309688.27 mm²

b = √ 309688.27
b = 556 mm < 700 mm Memenuhi

Rekapitulasi Dimensi Kolom			
Kode Kolom	Tingkat	Dimensi	
		B	H
		mm	mm
K1	Basement	700	700
K1	Lantai 1	650	650
K2	Lantai 2	600	600
K3	Lantai 3	550	550
K4	Lantai 4	500	500
K5	Lantai 5	450	450

4. DIMENSI KOLOM

- Rencana Awal (A) $= \dfrac{PU}{\Phi \times f'c} = \dfrac{8526375{,}00 \text{ N}}{0{,}65 \times 30} =$ 437250,00 mm²

A. KOLOM PERSEGI (BUJUR SANGKAR)

$b = h$ atau $A = h^2 = b^2$ Maka : $b = \sqrt{A}$

b = $\sqrt{437250{,}00}$

b = 661 mm

Dimensi Kolom Desain b = 700 mm = 70 cm

- Beban yang diterima kolom = 852638 +(1,2 *(0,7 x 0,7 x 5 x 2 x 2400))

= 866749,5 **kg** = 8667495 **N**

- Luas Kolom (A) $= \dfrac{PU}{\Phi \times f'c} = \dfrac{8667495 \text{ N}}{0{,}65 \times 30} =$ 444486,92 mm²

b = $\sqrt{444486{,}92}$

b = 667 mm < 700 mm Memenuhi

B. KOLOM BULAT (LINGKARAN)

$$D = \sqrt{\frac{14.A}{11}}$$ atau $$r = \sqrt{\frac{7.A}{22}}$$

D	=	√	556500,000		r	=	√	139125,000	
D	=		746	mm	r	=		373	mm

Dimensi Kolom Desain	D	=	300	mm	=	30	cm			

- Beban yang diterima kolom	=	852638	+(	1,2	x(	0,786	x	0,09				
		x	5	x	2	x	2400	))				
	=	854674,07	kg	=	8546740,71	N						
- Luas Kolom (A)	=	U / Φ x f'c	=	8546741 N / 0,65 x 30	=	438294,40	mm²					
	D	=	√	557829,231								
	D	=	747	mm	<	300	mm	Tidak Memenuhi				

2.1.2 Dimensi Kolom

Kolom 1

Panjang Kolom (h) = 700 mm

Lebar Kolom (b) =700 mm

Luas Kolom = h x b

= 700 x 700

= 490000 mm2

Kolom 2

Panjang Kolom (h) = 650 mm

Lebar Kolom (b) = 650 mm

Luas Kolom = h x b

= 650 x 650

= 422500 mm2

Kolom 3

Panjang Kolom (h) = 600 mm

Lebar Kolom (b) = 600 mm

Luas Kolom = h x b

= 600 x 600

= 360000 mm2

Kolom 4

Panjang Kolom (h) = 550 mm

Lebar Kolom (b) = 550 mm

Luas Kolom = h x b

= 550 x 550

= 302500 mm2

Kolom 5

Panjang Kolom (h) = 500 mm

Lebar Kolom (b) = 500 mm

Luas Kolom = h x b

= 500 x 500

= 250000 mm2

Kolom 6

Panjang Kolom (h) = 450 mm

Lebar Kolom (b) = 450 mm

Luas Kolom = h x b

= 700 x 700

= 202500 mm2

Dimensi Balok-Kolom

1. Balok Induk

Balok Induk 2

Tinggi Balok (h) = 750 mm

Lebar Balok (h) = 400 mm

Luas Balok (A) = h x b

= 750 x 400

= 300000 mm^2

3. Balok Anak

Balok Anak 1

Tinggi Balok (h) = 600 mm

Lebar Balok (h) = 350 mm

Luas Balok (A) = h x b

= 600 x 350

= 210000 mm^2

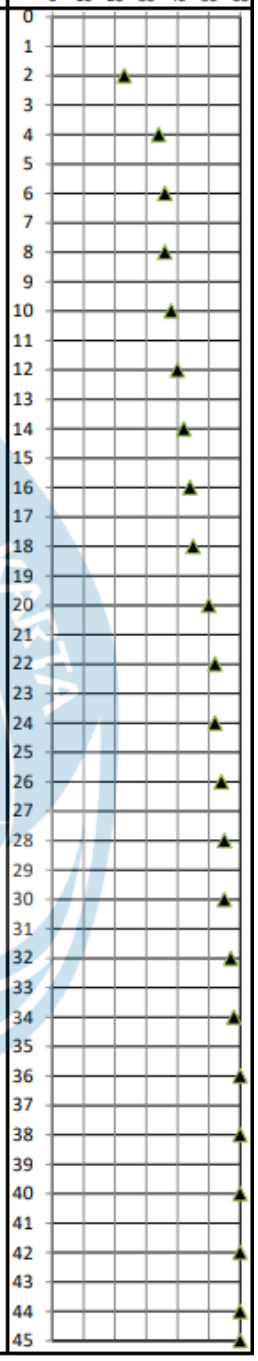
2.2 Interpretasi Data Tanah dan Penentuan Kelas Situs

2.2.1 Interpretasi Data Tanah

Dari kegiatan Survey tanah Dapat dihasilkan data berupa Bor Log yang nantinya data tersebut akan diolah atau dianalisis untuk menentukan kelas situs pada tanah. Setelah data kelas situs tanah didapatkan, data tersebut akan diolah kembali untuk menentukan respon Spektrum.

Banyak metode yang digunakan untuk melakukan survei tanah di lapangan, antara lain: Interpretasi fotografi udara dan remote sensing, metode geofisika, metode geolistrik, sumur uji (test pit) pemboran (boring) (dangkal sampai dalam), uji penetrometer (uji sondir, Cone Penetration Test –CPT), uji Vane Shear Test, Pocket Penetometer Test, California Bearing Test (CBR) dan lain lain. Penelitian ini menggunakan SPT, hasil data SPT sebagai berikut:

Depth (m)	Graph Log	Material Description (field observations)	Contact Depth (m)	Sample Number	Blow Counts (N Value) N1	N2	N3	NV	Water Level Elevation (m)
1		Pasir sedang (coklat, abu-abu)	11						
2					9	11	12	23	
3									
4					8	12	22	34	
5									
6					9	12	24	36	
7									
8					10	11	25	36	
9									
10				I	10	13	25	38	
11									
12		Pasir kasar (coklat, abu-abu)	34		12	18	22	40	
13									
14					12	19	23	42	-14.00
15									
16					14	19	25	44	
17									
18					14	21	24	45	
19									
20				II	14	23	27	50	
21									
22					16	22	30	52	
23									
24					16	20	32	52	
25									
26					16	20	34	54	
27									
28					17	24	31	55	
29									
30				III	18	22	33	55	
31									
32					18	23	34	57	
33									
34					19	25	33	58	
35									
36					19	24	36	60	
37									
38					19	23	37	60	
39									
40					21	27	33	60	
41									
42					22	26	34	60	
43									
44					22	28	32	60	
45					22	28	32	60	



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2.2.2 Menentukan kategori resiko

Berdasarkan referensi dari SNI 1726:2019 jenis pemanfaatan Kos di Yogyakarta sebagai gedung apartemen/ rumah susun maka termasuk dalam kategori risiko II.

Jenis pemanfaatan	Kategori risiko
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko rendah terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk, antara lain: - Fasilitas pertanian, perkebunan, peternakan, dan perikanan - Fasilitas sementara - Gudang penyimpanan - Rumah jaga dan struktur kecil lainnya	I
Semua gedung dan struktur lain, kecuali yang termasuk dalam kategori risiko I,III,IV, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Perumahan - Rumah toko dan rumah kantor - Pasar - Gedung perkantoran - Gedung apartemen/ rumah susun - Pusat perbelanjaan/ mall - Bangunan industri - Fasilitas manufaktur - Pabrik	II
Gedung dan nongedung yang memiliki risiko tinggi terhadap jiwa manusia pada saat terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Bioskop - Gedung pertemuan - Stadion - Fasilitas kesehatan yang tidak memiliki unit bedah dan unit gawat darurat - Fasilitas penitipan anak - Penjara - Bangunan untuk orang jompo Gedung dan nongedung, tidak termasuk kedalam kategori risiko IV, yang memiliki potensi untuk menyebabkan dampak ekonomi yang besar dan/atau gangguan massal terhadap kehidupan masyarakat sehari-hari bila terjadi kegagalan, termasuk, tapi tidak dibatasi untuk: - Pusat pembangkit listrik biasa - Fasilitas penanganan air - Fasilitas penanganan limbah - Pusat telekomunikasi Gedung dan nongedung yang tidak termasuk dalam kategori risiko IV, (termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk fasilitas manufaktur, proses, penanganan, penyimpanan, penggunaan atau tempat pembuangan bahan bakar berbahaya, bahan kimia berbahaya, limbah berbahaya, atau bahan yang mudah meledak) yang mengandung bahan beracun atau peledak di mana jumlah kandungan bahannya melebihi nilai batas yang disyaratkan oleh instansi yang berwenang dan cukup menimbulkan bahaya bagi masyarakat jika terjadi kebocoran.	III

2.2.3 Penentuan sistem struktur

Pada SNI 2847:2019, sistem struktur dibedakan menjadi beberapa sistem seperti berikut:

a. Sistem pemikul gaya seismik (*Seizmic-force-resisting system*). Sistem ini merupakan bagian struktur yang didesain agar mampu menahan gaya gempa. Pembangunan gedung umum yang dilakukan dengan menggunakan ketentuan yang sesuai dengan kombinasi beban yang legal.
b. Sistem rangka pemikul momen (*Moment frame*), merupakan rangka yang memiliki komponen balok, pelat, kolom, dan *joint* agar mampu menahan gaya lentur, geser, dan aksial.
c. Sistem rangka pemikul momen biasa (*Ordinary*

Moment Frame). Rangka balok atau rangka pelat kolom dengan cor di tempat sesuai dengan persyaratan. KDS D menjadi persyaratan desain seismik yang harus dimiliki oleh bangunan yang ditinjau.

d. Sistem rangka pemikul momen khusus atau (*Special Moment Frame*) merupakan sistem yang digunakan sebuah bangunan untuk menahan gaya lentur dan geser yang memiliki KDS D, E, dan F.

e. Sistem rangka pemikul momen menengah atau (*Intermediate Moment Frame*) merupakan sistem yang menggunakan rangka balok kolom atau rangka kolom dan pelat dua arah tanpa balok yang dicor di tempat.

Pada bangunan Gedung Pameran Seni 5 lantai dan 1 basement di Kota Solo Baru, menerapkan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (*Special Moment Frame*). Bangunan yang ditinjau menggunakan sistem rangka ini karena dirancang untuk menahan gaya lentur dan geser yang memiliki KDS D, E, dan F.

2.3 Konfigurasi Bangunan

1. Tinggi Tiap Lantai

Tingkat	Lantai	Elevasi Tiap Lantai (m)	Tinggi Tingkat (m)
7	Lantai atap	32,5	3
6	Lantai 5	29,5	5
5	Lantai 4	24,5	5
4	Lantai 3	19,5	5
3	Lantai 2	14,5	5
2	Lantai 1	9,5	5
1	Lantai Basement	4,5	4,5

2. Beban Mati Pada Dinding

Lantai	Tinggi	Lebar	Lebar balok	Tinggi Balok	Tinggi Bersih
	m	m	m	m	m
Basement	4,5	12	0,7	0,5	4
1	5	12	0,7	0,5	4,5
2	5	12	0,7	0,5	4,5
3	5	12	0,7	0,5	4,5
4	5	12	0,7	0,5	4,5
5	5	12	0,7	0,5	4,5

Lebar bersih	Tebal Dinding	Bj Dinding	Berat Dinding	
m	m	kg/m2	kg/m	kN.m
11,3	0,15	250	1695	16,62
11,3	0,15	250	1906,875	18,7
11,3	0,15	250	1906,875	18,7
11,3	0,15	250	1906,875	18,7
11,3	0,15	250	1906,875	18,7
11,3	0,15	250	1906,875	18,7

TOTAL :

11229,375 kg/m	**110,12k Nm**

3. Beban Hidup tiap lantai

Lantai	Fungi Ruang	Beban Hidup (kN/m2)
Basement	Parkir mobil	4,79
lantai 1	Lobi	4,79
	ballroom	4,79
	Ruang pertemuan	4,79
	koridor	4,79
Lantai 2	Lobi	4,79
	ballroom	4,79
	Ruang pertemuan	4,79
	koridor	4,79
Lantai 3	Lobi	4,79
	ballroom	4,79
	Ruang pertemuan	4,79
	koridor	4,79
Lantai 4	Lobi	4,79
	ballroom	4,79
	Ruang pertemuan	4,79
	koridor	4,79
Lantai 5	Ruang pertemuan	4,79
	koridor	4,79
Atap`	Atap	4,79

4. Rekaptulasi Estimasi Dimensi Balok

No	Kode Balok	Panjang Bentang (mm)	Tinggi (mm)	T Digunakan	Lebar (mm)	L Digunakan
1	B1	12000	1000	750	500	400
2	Ba1	12000	750	600	375	350

5. Estimasi Tebal Plat

Ly	**10000**
Lx	**12000**
bki	**500**
bka	**400**
bat	**400**
bba	**500**

lny	**9550**
lnx	**11550**
	0,826839827

6. Rekaptulasi Estimasi Tebal Plat

Pelat	Bentang Panjang	Bentang Pendek	Ly/Lx	Jenis pelat	Tebal minimun	Tebal pakai
	mm	mm			mm	mm
PL - 1	12000	10000	0,833333333	2 arah	243,027	200
PL - 2	12000	6400	0,533333333	2 arah	162,35	200
PL - 3	10000	5000	0,5	2 arah	192,761	200
PL - 4	10000	5000	0,5	2 arah	127,865	200

2.4 Perhitungan Beban Atap

1. Beban Gording

bentang 24 meter		
JARAK ANTAR GORDING	1,5	m
SUDUT KEMIRINGAN	5	
JARAK ANTAR KUDA2(L)	12000	mm
	12	m
MASSA ATAP Polycarbonate	0,108	Kn
MASSA PLAFON	0,2	Kn
BERAT GORDING(ASUMSI)	4,5	kg/m
fy baja	240	
tiupan angin		
E (modulus)	200000	
berat kuda-kuda	0,5	

beban gordingz;		
berat sendiri	0,0596	
berat atap	0,162	
berat plafon	0,300	
deadload (DL)(q)	0,522	
Liveload (L) (p)	1	KN
	1000	N

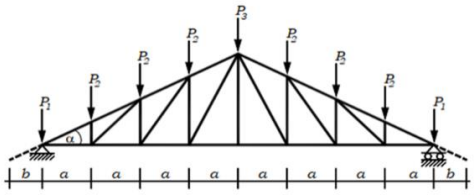
beban gording sumbu 2							
M3dead	9360740,042		m3u	13105036,059	Nmm		
M3Live	2988584,094		m3u	16014622,601	Nmm		
			m3u max	16014622,601	Nmm	16,01	KNm

beban gording sumbu 3							
M2dead	90995,404		m2u	127393,566	Nmm		
M3Live	87155,74275		m2u	248643,673	Nmm		
			m2u max	248643,673	Nmm	0,249	KNm

misal:		
C 150x65x20 ketebalan 28		
I3=Ix	2950000	mm^4
I2=Iy	480000	mm^4
W3=Zx	39400	mm^3
W2=Zy	11000	mm^3
fb	476,74	<240

2. Beban Kuda-Kuda

a	2	
b	1,5	
Beban P1 :		
berat sendiri kuda-kuda	0,5	KN
berat gording	0,72	KN
berat atap	3,249	KN
berat platfond	9	KN
	13,4638	KN



Beban P2		
berat sendiri kuda-kuda	1	KN
berat gording	0,7152	KN
berat atap	2,598841	KN
berat platfond	7,2	KN
	11,51404	KN

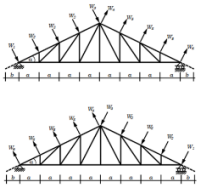
beban P3:		
berat sendiri kuda-kuda	1	KN
berat gording	1,4304	KN
berat atap	2,598841	KN
berat platfond	7,2	KN
	12,22924	KN

3. Beban Angin

Cti	0,4	
Cis	-0,6	
Qw	0,25	
beban W1	3,01146	KN
beban W2	2,409168	KN
beban W3	1,204584	KN
beban W4	-1,806876	KN
beban W5	-3,613751	KN
beban W6	-4,517189	KN

BEBAN ANGIN

- Beban W1 = $\frac{(\frac{a}{2}+b)}{\cos\alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w$ =.....kN
- Beban W2= $\frac{a}{\cos\alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w$ =.....kN
- Beban W3= $\frac{1}{2}\frac{a}{\cos\alpha} \times C_{ti} \times L \times Q_w$ =.....kN
- Beban W4= $\frac{1}{2}\frac{a}{\cos\alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w$ =.....kN
- Beban W5= $\frac{a}{\cos\alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w$ =.....kN
- Beban W6 = $\frac{(\frac{a}{2}+b)}{\cos\alpha} \times C_{is} \times L \times Q_w$ =.....kN



W1x	2,47	2466,8432	W2x	2,0		1973,4746
W1z	1,381842	1381,84	W2z	0,69		690,92
W3x	0,986737	986,73729	W4x	-1,480106		-1480,106
W3z	0,690921	690,92	W4z	-1,036381		-1036,38
W5x	-2,960212	-2960,212	W6x	-3,700265		-3700,265
W5z	-2,590953	-2590,95	W6z	0,792592		792,59

4. Elemen Kuda-kuda

Profil L 70x70x7-10	Fy=		240		
	t =	10	b=	100	
A	=	1900	mm^2		
Ix	=	Iy	=	1750000	mm^4
ix	=	iy	=	30,3	mm
cx	=	cy	=	28,2	mm
Tp	=	10	mm		
konstanta torsi		=	33333,33	mm^3	
modulus geser baja		=	77200		
	E	=	200000		
	Fy	=	240		
L	tekan	=	7	m	
L	Tarik	=	8,4	m	

	properti profil gabungan 2L 90x90x7-10				
Ag	=	3800	mm^2		
Ixg	=	3500000	mm^4		
Iyg	=	7688512	mm^4		
rxg	=	30,3	mm	0,030349	m
ryg	=	44,98103	mm		
X0	=	0	mm		
Y0	=	23,2	mm		
r_0	=	3482,585	mm^2		
H	=	0,85			

KL/rx	=	231,0231		
Fe	=	36,98443	MPa	
$4{,}71\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	=	135,966		
KL/rx	>	$4{,}71\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	sehingga Fcr diambil dari persam	
15,87229	Fcr ke 2			
Fcr	Mpa	32,43534		
dipilih yg terkecil		32,43534		

λ	=	10			
λr	=	12,990			
λ	<	λr	maka penampang non langsing		

5. Pemeriksaan Tekuk Lekuk Torsi

a=	7						
a/r =	231,0231	>	40		maka digunakan (KL/r)m		
(KL/r)m	258,2917						

Karena $\left(\frac{KL}{r}\right)_m = 161{,}266 > 4{,}71\sqrt{\frac{E}{F_y}} = 135{,}97$ maka menggunakan persamaan Fcr = 0,877Fe

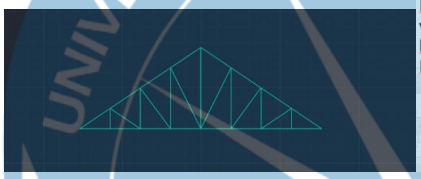
Fe=	29,58754	MPa			
Fcry =	25,94828	Mpa			
Fcrz =	194,4512	Mpa			
$F_{cr} = \left(\frac{F_{cry}+F_{crz}}{2H}\right)\left[1-\sqrt{1-\frac{4.F_{cry}.F_{crz}.H}{(F_{cry}+F_{crz})^2}}\right]$			=	25,36042	Mpa

Kekuatan desain tekan								
Fcr =	32,43534							
Fcr =	25,36042							
dipilih Fcr yang lebih kecil			=	25,36042	Mpa			
$\emptyset c\ Pn$	86732,65	N	86,73265	KN	>	gaya tekan maksimun	33,5	KN

Kondisi leleh tarik					
L	=	8,4			
λ =	276,7815		<	300	OK

pemeriksaan leleh tarik								
$\emptyset Pn$	912000	N	912	KN				
$\emptyset Pn$	=	820,8	KN	>	Pu	=	70,2	KN

6. Sambungan Atap



Hitung jumlah baut yang diperlukan oleh komponen struktur berikut yang mengalami Tarik sebesar 250 kN. Gunakan baut A325-X M20. Plat buhul yang disambung dari baja ASTM A36 (fy = 240 Mpa dan Fu = 370 Mpa)

SAMBUNGAN BAUT

- PEMERIKSAAN KERUNTUHAN TARIK PADA PENAMPANG NETTO

$A_n = [250 - 2(22+2)] \times 6 = 1212\ mm^2$

Max $A_n = 0{,}85\ A_g = 0{,}85 \times 1500 = 1275\ mm^2$

$Ae = A_n = 1212\ mm^2$

$\emptyset P_n = 0{,}75 F_u A_e$

$A_g = 6 \times 250 = 1500\ mm^2$

$\emptyset P_n = 0{,}9 F_y A_g$

Fu	370					
Fy	240		daya tarik sebesar		820,8	
tebal	10					
panjang	400					
contoh menggunakan baut A325X M20						
D baut	22	mm				
D lobang	24	(M20)				
Ag =	4000	mm^2				
	864	KN	>	820,8	KN	(aman)

An	=	3520	mm^2
Max An	=	3400	mm^2
Ae=An	3400	mm^2	

ØPn	=	943500	N				
		943,5	KN	>	820,8	KN (gaya tarik)	(aman)

Kekuatan tumpu baut			
Rn	=	195360	N
		195,36	KN

Kekuatan geser laut					
Kekuatan geser nominal dalam sambungan tipe tumpu				457	
Rn	=	287141,6	N		
		287,1416	KN		
ØRn	=	215,3562	KN		
Dipilih nilai terkecil dari kekuatan tumpu baut dan kekuatan geser baut					
Yaitu $\emptyset R_n$ =		146,52			
jumlah baut	=	5,601966	=	6	baut

2.5 Perhitungan Tulangan Kolom

1. Kolom Basement (K1)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	**P (kN)**	**M2 (kN-m)**	**M3 (kN-m)**
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	700
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	700
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	29
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	4300

Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			n *π/4 *d_b^2	mm^2	13210,4
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		2,70%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	2 * M_{nc} >= 1.2 * (M_n^- + M_n^+)		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	29
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4300
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	700,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	716,7
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	716,7

Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			n *π/4 *d_s^2	mm^2	530,929
A_{sh} 2			n *π/4 *d_s^2	mm^2	530,929
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	5,309
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	5,309
***Confinement*/Kekangan Zona Sendi Plastis**					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	b - 2c_c	mm	620
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	h - 2c_c	mm	620
Luas Penampang Kolom, A_g			b * h	mm^2	490000
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			b_c * h_c	mm^2	384400
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)	mm^2	3,406
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}	mm^2	3,720
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)	mm^2	3,406
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}	mm^2	3,720
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	b / 4	mm	175
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	6 * d_b	mm	174
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\,max}$	mm	300
$s_{max,3}$ = s_o	21.6.4.3	18.7.5.3	100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	116,667
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan f_{pr} = 1.25 f_y)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\,1}$	S21.5.4	18.7.6.1	2 * M_{pr} Kolom / Ln	N	1139063
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\,2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\,2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ h d; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	V_u / ϕ - V_c	N	1120467
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = b - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	4,2178
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ h / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5468
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 h / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5833
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	V_u / ϕ - V_c	N	1120467
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = h - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	4,2178
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5468
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5833
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
A_v Sumbu Kuat			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
***Confinement*/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	6 d_b	mm	174,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK
Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ h d; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max (V_u/ϕ - V_c; 0)		0
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = b - c_c - d_s - d_b / 2		0,0000
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,0000
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,0000
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max (V_u/ϕ - V_c; 0)		295212
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = h - c_c - d_s - d_b / 2		1,1113
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5468
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5833
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK

Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	265,465
A_v Sumbu Kuat			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	265,465
***Confinement*/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	$6\ d_b$	mm	174,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK

Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ h\ d;\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		0
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		0,0000
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,0000
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,0000
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ b\ d;\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	398283
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		295212
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$		1,1113
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5468
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5833
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D29
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D13-100
Sumbu Kuat	4D13-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D13-150
Sumbu Kuat	2D13-150

2. Kolom Lantai 1 (K2)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	**P (kN)**	**M2 (kN-m)**	**M3 (kN-m)**
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	650
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	650
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	4300

Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	9817,5
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		2,32%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	$2 * M_{nc} >= 1.2 * (M_n^- + M_n^+)$		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	650
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	650
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4300
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	650,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	716,7
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	716,7
Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	530,929
A_{sh} 2			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	530,929
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	5,309
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	5,309
***Confinement*/Kekangan Zona Sendi Plastis**					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$b - 2c_c$	mm	570
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$h - 2c_c$	mm	570
Luas Penampang Kolom, A_g			b * h	mm^2	422500
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			$b_c * h_c$	mm^2	324900
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,425
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	3,420
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,425
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	3,420
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	b / 4	mm	162,5
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$6 * d_b$	mm	150
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\,max}$	mm	300
$s_{max,3} = s_o$	21.6.4.3	18.7.5.3	100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	116,667
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan f_{pr} = 1.25 f_y)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\,1}$	S21.5.4	18.7.6.1	2 * M_{pr} Kolom / Ln	N	1139063
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\,2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\,2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ h d; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	N	341768
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	V_u / ϕ - V_c	N	1176982
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = b - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	4,7944
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ h / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5077
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 h / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5417
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	N	341768
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	V_u / ϕ - V_c	N	1176982
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = h - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	4,7944
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5077
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5417
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
A_v Sumbu Kuat			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Confinement **/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	6 d_b	mm	150,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK
Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ h d; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	N	341768
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max (V_u/ϕ - V_c; 0)		3195
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = b - c_c - d_s - d_b / 2		0,0130
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5077
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5417
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] $(f_c')^{0.5}$ b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	N	341768
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max (V_u/ϕ - V_c; 0)		351727
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	V_s / (f_{yv} * d); d = h - c_c - d_s - d_b / 2		1,4328
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	0.062 $(f_c')^{0.5}$ b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5077
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	0.35 b / f_{yv}	mm^2 / mm	0,5417
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D25
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D13-100
Sumbu Kuat	4D13-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D13-150
Sumbu Kuat	2D13-150

3. Kolom Lantai 2 (K3)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	600
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	600
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	16
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	4300

Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			n *π/4 *d_b^2	mm^2	9817,5
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		2,73%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	2 * M_{nc} >= 1,2 * (M_n^- + M_n^+)		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	600
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	600
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	16
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4300
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	600,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	716,7
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	716,7

Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			n *π/4 *d_s^2	mm^2	804,248
A_{sh} 2			n *π/4 *d_s^2	mm^2	804,248
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	8,042
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	8,042

Confinement /Kekangan Zona Sendi Plastis					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$b - 2c_c$	mm	520
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$h - 2c_c$	mm	520
Luas Penampang Kolom, A_g			$b * h$	mm^2	360000
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			$b_c * h_c$	mm^2	270400
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,446
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	3,120
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,446
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	3,120
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$b / 4$	mm	150
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$6 * d_b$	mm	150
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\ max}$	mm	300
$s_{max,3} = s_o$	21.6.4.3	18.7.5.3	$100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150$	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	116,667
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan $f_{pr} = 1.25 f_y$)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\ 1}$	S21.5.4	18.7.6.1	$2 * M_{pr}$ Kolom / Ln	N	1139063
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\ 2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\ 2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} h d$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	286873
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1231877
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	5,5184
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4687
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5000
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} b d$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	286873
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1231877
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	5,5184
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4687
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5000
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK

Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	402,124
A_v Sumbu Kuat			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	402,124
Confinement /Kekangan Luar Zona Sendi Plastis					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	$6 d_b$	mm	150,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK

Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ h\ d;\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	286873
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max ($V_u/\phi - V_c$; 0)		58090
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		0,2602
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4687
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5000
Cek A_s/s			$A_v/s >= A_v/s$ Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ b\ d;\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	286873
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max ($V_u/\phi - V_c$; 0)		406622
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$		1,8215
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4687
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,5000
Cek A_s/s			$A_v/s >= A_v/s$ Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D25
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D16-100
Sumbu Kuat	4D16-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D16-150
Sumbu Kuat	2D16-150

4. Kolom Lantai 3 (K4)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	550
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	550
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	16
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	4300

Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			n *π/4 *d_b^2	mm^2	9817,5
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		3,25%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	2 * M_{nc} >= 1.2 * (M_n^- + M_n^+)		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	550
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	550
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	16
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4300
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	550,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	716,7
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	716,7

Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	804,248
A_{sh} 2			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	804,248
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	8,042
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	8,042

Confinement/Kekangan Zona Sendi Plastis					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$b - 2c_c$	mm	470
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$h - 2c_c$	mm	470
Luas Penampang Kolom, A_g			$b * h$	mm^2	302500
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			$b_c * h_c$	mm^2	220900
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,472
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,820
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,472
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,820
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	b / 4	mm	137,5
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$6 * d_b$	mm	150
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\,max}$	mm	300
$s_{max,3} = s_o$	21.6.4.3	18.7.5.3	100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	116,667
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan f_{pr} = 1.25 f_y)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\,1}$	S21.5.4	18.7.6.1	2 * M_{pr} Kolom / Ln	N	1139063
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\,2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\,2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} h d$; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	N	238230
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1280521
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; d = b - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	6,3320
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4296
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4583
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} b d$; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	N	238230
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1280521
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; d = h - c_c - d_s - d_b / 2	mm^2 / mm	6,3320
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4296
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4583
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK

Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	402,124
A_v Sumbu Kuat			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	402,124
***Confinement*/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	$6\ d_b$	mm	150,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK

Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ h\ d;\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	238230
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		106734
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		0,5278
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4296
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4583
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ b\ d;\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	238230
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		455266
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$		2,2512
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4296
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4583
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D25
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D16-100
Sumbu Kuat	4D16-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D16-150
Sumbu Kuat	2D16-150

5. Kolom Lantai 4 (K5)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	**P (kN)**	**M2 (kN-m)**	**M3 (kN-m)**
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	500
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	19
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	4300
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	9817,5
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		3,93%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	$2 * M_{nc}$ >= $1.2 * (M_n^- + M_n^+)$		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	5000
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	500
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	19
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4300
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	500,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	716,7
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	716,7

Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	1134,115
A_{sh} 2			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	1134,115
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	11,341
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	11,341

Confinement/Kekangan Zona Sendi Plastis					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$b - 2c_c$	mm	420
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$h - 2c_c$	mm	420
Luas Penampang Kolom, A_g			$b * h$	mm^2	250000
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			$b_c * h_c$	mm^2	176400
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,505
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,520
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,505
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,520
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	b / 4	mm	125
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$6 * d_b$	mm	150
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\,max}$	mm	300
$s_{max,3} = s_o$	21.6.4.3	18.7.5.3	100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	116,667
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan f_{pr} = 1.25 f_y)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\,1}$	S21.5.4	18.7.6.1	2 * M_{pr} Kolom / Ln	N	1139063
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\,2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\,2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} h d$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	192734
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1326016
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	7,3680
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3906
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4167
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1139063
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} b d$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	192734
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1326016
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	7,3680
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3906
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4167
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK

Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	567,057
A_v Sumbu Kuat			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	567,057
***Confinement*/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	$6\ d_b$	mm	150,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK

Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ h\ d;\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	192734
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		152229
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		0,8459
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3906
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4167
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ b\ d;\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	192734
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		500761
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$		2,7825
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3906
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,4167
Cek A_s/s			A_v/s >= A_v/s Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D25
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D19-100
Sumbu Kuat	4D19-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D19-150
Sumbu Kuat	2D19-150

6. Kolom Lantai 5/Rooftop (K6)

Gaya Dalam

Aksial - Lentur			
Kondisi	**P (kN)**	**M2 (kN-m)**	**M3 (kN-m)**
P max	2102,144	151,109	58,940
P min	-4860,564	-1442,680	-374,611
M2 Max	-317,063	1457,114	358,386
M2 Min	-4454,892	-1463,256	-421,158
M3 Max	-559,185	368,750	732,465
M3 Min	-2867,932	-478,431	-748,490

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122
Lapangan	
V2 (kN)	-258,722
V3 (kN)	-520,122

Gaya Tekan Terkecil	
Nu (kN)	-0,08

Desain Longitudinal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Input	mm	4500
Sisi Pendek Kolom, b			Input	mm	450
Sisi Panjang Kolom, h			Input	mm	450
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	19
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Input	mm	700
L_n			L - hb	mm	3800
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.6.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.7.1	Pu > 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Sisi Terpendek	21.6.1.1	18.7.2.1	b >= 300 mm ?		OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	21.6.1.2	18.7.2.1	b/h >= 0.4 ?		OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n			Input		20
Luas Tulangan Longitudinal, A_s			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	9817,5
Rasio Tulangan, ρ			As / (b * h)		4,85%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}	21.6.3.1	18.7.4.1	1% <= ρ <= 6%		OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc}			Input (M_n dari kondisi P_{max} dan P_{min})	kN m	402,078
M_n^- Tumpuan Balok			Input	kN m	376,909
M_n^+ Tumpuan Balok			Input	kN m	235,860
Cek SCWB	21.6.2.2	18.7.3.2	$2 * M_{nc}$ >= $1.2 * (M_n^- + M_n^+)$		OK

Desain Transversal

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	4500
Sisi Pendek Kolom, b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	450
Sisi Panjang Kolom, h			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	450
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	19
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	28
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Longitudinal	MPa	420
Tinggi Balok, h_b			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Longitudinal	mm	3800
Panjang Zona Sendi Plastis					
l_{o1}	21.6.4.1	18.7.5.1	h	mm	450,0
l_{o2}	21.6.4.1	18.7.5.1	L_n / 6	mm	633,3
l_{o3}	21.6.4.1	18.7.5.1	450 mm	mm	450
l_o	21.6.4.1	18.7.5.1	Max (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})	mm	633,3

Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		4
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		4
Spasi, s			Input	mm	100
Spasi Kaki Terbesar, $x_{i\,max}$	S21.6.4.2	R18.7.5.2	Input	mm	300
A_{sh} 1			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	1134,115
A_{sh} 2			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	1134,115
A_{sh} / s, 1				mm^2 / mm	11,341
A_{sh} / s, 2				mm^2 / mm	11,341

Confinement/Kekangan Zona Sendi Plastis					
Lebar Penampang Inti Beton, b_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$b - 2c_c$	mm	370
Panjang Penampang Inti Beton, h_c	S21.6.4.2	R18.7.5.2	$h - 2c_c$	mm	370
Luas Penampang Kolom, A_g			$b * h$	mm^2	202500
Luas Penampang Inti Beton, A_{ch}			$b_c * h_c$	mm^2	136900
Sisi Pendek/Sumbu Lemah					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (b_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,546
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * b_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,220
Cek A_{sh}/s 1			A_{sh}/s 1 >= Ash/s min ?		OK
Sisi Panjang/Sumbu Kuat					
A_{sh}/s min, 1	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.3 (h_c * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm^2	3,546
A_{sh}/s min, 2	21.6.4.4	18.7.5.4	$0.09 * h_c * f_c' / f_{yv}$	mm^2	2,220
Cek A_{sh}/s 2			A_{sh}/s 2 >= Ash/s min ?		OK
Cek Spasi					
$s_{max,1}$	21.6.4.3	18.7.5.3	b / 4	mm	112,5
$s_{max,2}$	21.6.4.3	18.7.5.3	$6 * d_b$	mm	150
h_x	21.6.4.3	18.7.5.3	$x_{i\,max}$	mm	300
$s_{max,3} = s_o$	21.6.4.3	18.7.5.3	100 <= 100 + (350 - hx) / 3 <= 150	mm	116,667
s_{max}	21.6.4.3	18.7.5.3	Min (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})	mm	112,500
Cek Spasi					OK

Kuat Geser Zona Sendi Plastis					
Gaya Geser Desain (Perlu input dari PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll. dengan f_{pr} = 1.25 f_y)					
M_{pr} Kolom			Input, (nilai terbesar)	kN m	2448,985
$V_{u\,1}$	S21.5.4	18.7.6.1	2 * M_{pr} Kolom / Ln	N	1288939
Gaya Geser Hasil Analisis Struktur					
$V_{u\,2}$, Sumbu Lemah			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
$V_{u\,2}$, Sumbu Kuat			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1288939
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} h d$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	153221
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1565364
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	9,8469
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3515
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 h / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3750
Cek A_s/s			A_{sh}/s 1 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Max (V_{u1}, V_{u2})	N	1288939
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17 (1 + N_u/(14 A_g)] (f_c')^{0.5} b d$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	153221
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	$V_u / \phi - V_c$	N	1565364
A_s/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d)$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	mm^2 / mm	9,8469
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062 (f_c')^{0.5} b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3515
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35 b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3750
Cek A_s/s			A_{sh}/s 2 >= Max (A_s/s Perlu, A_s/s Min) ?		OK

Tulangan Transversal Luar Zona Sendi Plastis/Tumpuan					
Jumlah Kaki Sisi Pendek, n1			Input		2
Jumlah Kaki Sisi Panjang, n2			Input		2
Spasi, s			Input	mm	150
A_v Sumbu Lemah			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	567,057
A_v Sumbu Kuat			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	567,057
***Confinement*/Kekangan Luar Zona Sendi Plastis**					
Spasi max 1	21.6.4.5	18.7.5.5	$6\ d_b$	mm	150,0
Spasi max 2	21.6.4.5	18.7.5.5	150 mm	mm	150,0
Cek Spasi			Spasi <= Spasi Max ?		OK

Kuat Geser Luar Zona Sendi Plastis					
Tahanan Geser Beton Sumbu Lemah					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	258722
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ h\ d;\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$	N	153221
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		191742
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = b - c_c - d_s - d_b / 2$		1,2062
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3515
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3750
Cek A_s/s			$A_v/s >= A_v/s$ Perlu ?		OK
Tahanan Geser Beton Sumbu Kuat					
V_u			Dari Sheet Gaya Dalam	N	520122
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
V_c	11.2.1.2	22.5.6.1	$0.17\ (1 + N_u/(14\ A_g))\ (f_c')^{0.5}\ b\ d;\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	N	153221
V_s Perlu	11.1.1	22.5.10.1	Max $(V_u/\phi - V_c; 0)$		540274
A_v/s Perlu	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$V_s / (f_{yv} * d);\ d = h - c_c - d_s - d_b / 2$		3,3986
A_s/s Min 1	-	10.6.2.2	$0.062\ (f_c')^{0.5}\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3515
A_s/s Min 2	-	10.6.2.2	$0.35\ b / f_{yv}$	mm^2 / mm	0,3750
Cek A_s/s			$A_v/s >= A_v/s$ Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal	20 D25
Tulangan Transversal/Sengkang Tumpuan	
Sumbu Lemah	4D19-100
Sumbu Kuat	4D19-100
Tulangan Transversal/Sengkang Lapangan	
Sumbu Lemah	2D19-150
Sumbu Kuat	2D19-150

2.6 Perhitungan Tulangan Balok

1. Balok Induk 10 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	10000
Lebar Balok, b			Input	mm	400
Tinggi Balok, h			Input	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	22
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	689
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	9300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-739,59
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	497
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	-25,16
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	11,16
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	8,889
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	3801,327
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	898,526
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	918,667
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,38%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	156,525
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	975,077
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	187,295
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,008
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	877,570
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	739,590
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2883,283

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	8,889
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	3801,327
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	898,526
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	918,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1900,664
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,38%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	156,525
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	975,077
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	187,295
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,008
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	877,570
M_u				kN-m	497,000
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1937,549

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	8,889
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	3801,327
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	898,526
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	918,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	950,332
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,38%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	156,525
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	975,077
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	187,295
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,008
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	877,570
M_u				kN-m	25,160
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	98,086

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	8,889
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	3801,327
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	898,526
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	918,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	950,332
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,38%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	156,525
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	975,077
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	187,295
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,008
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	877,570
M_u				kN-m	11,160
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	43,507

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	689
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	9300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1,2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	3801,327
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	3801,327
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	195,657
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	195,657
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	1179799488
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	1179799488
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	253720
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	420384
Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	253720
1/2 V_e				N	210192
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** $P_u < A_g f_c' / 20$		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	235,619
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	172,25
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	132,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	681836
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	996285
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			$V_c + V_s$	N	681836
V_u				N	420384
$\phi V_n / V_u$					1,216
Cek Kapasitas			$\phi V_n / V_u$ >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	157,080
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	344,50
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	303038
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	996285
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256619
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			$V_c + V_s$		559657
V_u				N	231928,5
$\phi V_n / V_u$					1,810
Cek Kapasitas			$\phi V_n / V_u >= 1$?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	689
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	9300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	300000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	2300
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	310
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	660
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	204600
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85 A_{oh}$	mm^2	173910
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1940
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	70727652
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi T_{cr} / 4$				N mm	13261435
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	ϕ T_{cr} atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	420384
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256619
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u P_h / (1.7 A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	1,579
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	P_h / 8	mm	243
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	2,356
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,047
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,136
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan / ϕ - $V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	1,937
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan / ϕ - $V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,182
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		2,210
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,455
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,323
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,333
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	22
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2883,283
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1937,549
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	98,086
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	43,507
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	264,619
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	1378,549
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	6199,380
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	1520,142
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	209
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	209
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	9566,150
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	9566,150
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D22
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D25
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D22
Longitudinal Lapangan Atas	10 D22
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D25
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D22
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D10-100
Sengkang Lapangan	2D10-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2. Balok Induk 5 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	5000
Lebar Balok, b			Input	mm	400
Tinggi Balok, h			Input	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	4300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-439,41
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	340,21
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	-5,26
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	6,78
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	916,667
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	439,410
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1662,963

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	340,210
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1287,537

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	5,260
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	19,907

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	6,780
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	25,659

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	4300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	145,934
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	145,934
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	914748336
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	914748336
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	425464
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	592128

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	425464
1/2 V_e				N	296064
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	171,88
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	1149793
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	994116
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	994116
V_u				N	592128
ϕV_n / V_u					1,259
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	343,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	511019
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	994116
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	256060
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		767080
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					2,481
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	4300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	300000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	2300
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	307
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	657
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	201699
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	171444
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1928
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	70727652
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	13261435
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	592128
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256060
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u\ P_h / (1.7\ A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	2,193
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	241
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,138
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	2,734
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,184
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		3,011
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,461
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,323
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,333
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1662,963
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1287,537
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	19,907
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	25,659
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	266,765
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	1376,403
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4326,904
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	1421,969
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	208
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	208
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7634,070
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7634,070
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D25
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D25
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

3. Balok Induk 6,4 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	6400
Lebar Balok, b			Input	mm	400
Tinggi Balok, h			Input	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	5700
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-439,41
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	340,21
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	-5,26
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	6,78
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	916,667
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	439,410
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1662,963

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	340,210
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1287,537

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	5,260
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	19,907

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	11,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,03%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	116,747
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	749,177
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	139,697
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,012
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	674,259
M_u				kN-m	6,780
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	25,659

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	6400
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5700

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	145,934
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	145,934
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	914748336
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	914748336
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	320964
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	487628

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	320964
1/2 V_e				N	243814
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	171,88
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	1149793
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	994116
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	994116
V_u				N	487628
ϕV_n / V_u					1,529
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	343,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	511019
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	994116
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	256060
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		767080
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					2,481
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	6400
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5700

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	300000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	2300
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	307
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	657
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	201699
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	171444
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1928
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	70727652
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	13261435
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	487628
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256060
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u\ P_h / (1.7\ A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	1,821
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	241
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,138
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	2,252
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,184
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		2,528
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,461
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,323
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,333
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1662,963
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1287,537
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	19,907
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	25,659
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	266,765
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	$0.42 * (f_c')^{0.5} * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h$	mm^2	1376,403
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4326,904
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	1421,969
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			$(b - 2c_c - 2d_s - d_b)$ / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Tumpuan			$(h - 2c_c - 2d_s - d_b)$ / (n Vertikal - 1)	mm	208
Spasi Horizontal Lapangan			$(b - 2c_c - 2d_s - d_b)$ / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Lapangan			$(h - 2c_c - 2d_s - d_b)$ / (n Vertikal - 1)	mm	208
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7634,070
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7634,070
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D25
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D25
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

4. Balok Induk 12 Meter
Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	12000
Lebar Balok, b			Input	mm	400
Tinggi Balok, h			Input	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	25
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	11300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-739,59
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	497
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	-25,16
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	11,16
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	25
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	5,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	4908,739
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	916,667
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,78%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	202,125
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	1209,041
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	241,858
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,006
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	1088,137
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	739,590
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	3002,755

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	25
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	5,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	4908,739
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	2454,369
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,78%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	202,125
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	1209,041
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	241,858
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,006
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	1088,137
M_u				kN-m	497,000
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2017,833

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	25
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	5,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	4908,739
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1227,185
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,78%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	202,125
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	1209,041
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	241,858
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,006
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	1088,137
M_u				kN-m	25,160
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	102,150

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	25
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	5,556
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	4908,739
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	896,570
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	916,667
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1227,185
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,78%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	202,125
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	1209,041
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	241,858
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,006
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	1088,137
M_u				kN-m	11,160
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	45,310

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	12000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	11300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1,2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	4908,739
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	4908,739
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	252,656
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	252,656
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	1446189911
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	1446189911
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	255963
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	422626
Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	255963
1/2 V_e				N	211313
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** $P_u < A_g f_c' / 20$		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	235,619
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	171,88
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	150,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	680351
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	994116
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			$V_c + V_s$	N	680351
V_u				N	422626
$\phi V_n / V_u$					1,207
Cek Kapasitas			$\phi V_n / V_u$ >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			$n * \pi/4 * d_s^2$	mm^2	157,080
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	343,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	302378
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	994116
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256060
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			$V_c + V_s$		558439
V_u				N	231928,5
$\phi V_n / V_u$					1,806
Cek Kapasitas			$\phi V_n / V_u >= 1$?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	12000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	25
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	687,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	11300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	300000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	2300
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	310
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	660
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	204600
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85 A_{oh}$	mm^2	173910
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1940
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	70727652
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi T_{cr} / 4$				N mm	13261435
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	ϕ T_{cr} atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	422626
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	256060
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u P_h / (1.7 A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	1,590
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	P_h / 8	mm	243
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	2,356
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,047
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,136
A_v / s Tumpuan Perlu			(V_u Tumpuan / ϕ - V_c) / (f_{yv} * d)	mm^2/mm	1,952
A_v / s Lapangan Perlu			(V_u Lapangan / ϕ - V_c) / (f_{yv} * d)	mm^2/mm	0,184
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		2,224
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,457
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,323
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,333
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	25
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	3002,755
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2017,833
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	102,150
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	45,310
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	264,619
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	1378,549
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	6399,136
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	1526,009
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	208
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	31
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	208
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	11780,972
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	11780,972
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D25
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D25
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D25
Longitudinal Lapangan Atas	10 D25
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D25
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D25
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D10-100
Sengkang Lapangan	2D10-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

5. Balok Anak 10 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	10000
Lebar Balok, b			Input	mm	350
Tinggi Balok, h			Input	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	9300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-460,58
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	332,69
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	2,27
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	18,17
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			n *π/4 *d_b^2	mm^2	2835,287
As $_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5}$ / (4 * f_y) * b * d	mm^2	613,335
As $_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * f_y) * b * d	mm^2	627,083
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	0.75 ρ_b = 0.75 * 0.85 *β_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	460,580
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2329,330

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	332,690
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1682,541

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	2,270
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	11,480

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	18,170
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	91,893

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	9300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	166,782
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	166,782
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	675953284
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	675953284
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	145366
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	312030

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	145366
1/2 V_e				N	156015
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Iya
V_c				N	200193
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	134,38
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	898929
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	977411
V_u				N	312030
ϕV_n / V_u					2,349
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	268,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	399524
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	200193
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		599717
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					1,939
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	10000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	350
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	9300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	210000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	1900
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	257
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	507
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	130299
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	110754
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1528
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	41952665
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	7866125
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	312030
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	175169
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u\ P_h / (1.7\ A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	1,838
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	191
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,214
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,956
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,483
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		1,384
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,911
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,283
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,292
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2329,330
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1682,541
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	11,480
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	91,893
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	327,271
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	822,947
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4834,818
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	926,320
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7191,106
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7191,106
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D22
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D22
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

6. Balok Anak 5 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	5000
Lebar Balok, b			Input	mm	350
Tinggi Balok, h			Input	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	4300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-460,58
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	332,69
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	2,27
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	18,17
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			n *π/4 *d_b^2	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5}$ / (4 * f_y) * b * d	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * f_y) * b * d	mm^2	627,083
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	0.75 ρ_b = 0.75 * 0.85 *β_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	460,580
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2329,330

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	332,690
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1682,541

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	2,270
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	11,480

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			n *π/4 *d_b^2	mm^2	2835,287
As $_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0,5}$ / (4 * f_y) * b * d	mm^2	613,335
As $_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
As $_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
ρ $_{max,1}$	B.10.3		0.75 ρ_b = 0.75 * 0.85 *β_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))		2,24%
ρ $_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	18,170
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_{u\ ?}$		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	91,893

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	4300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	166,782
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	166,782
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)	N mm	675953284
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)	N mm	675953284
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n	N	314397
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	V_g + V_{pr}	N	481060

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	314397
1/2 V_e				N	240530
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	134,38
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	898929
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	777218
V_u				N	481060
ϕV_n / V_u					1,212
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	268,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	399524
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	200193
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		599717
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					1,939
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	350
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	4300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	210000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	1900
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	257
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	507
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	130299
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	110754
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1528
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	41952665
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	7866125
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	481060
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	175169
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u\ P_h / (1.7\ A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	2,677
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	191
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,214
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	2,841
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,483
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		3,270
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,911
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,283
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,292
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2329,330
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1682,541
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	11,480
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	91,893
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	327,271
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	822,947
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4834,818
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	926,320
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7191,106
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7191,106
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D22
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D22
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

7. Balok Anak 6,4 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	6400
Lebar Balok, b			Input	mm	350
Tinggi Balok, h			Input	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	5700
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-460,58
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	332,69
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	2,27
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	18,17
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			n *π/4 *d_b^2	mm^2	2835,287
As $_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5}$ / (4 * f_y) * b * d	mm^2	613,335
As $_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * f_y) * b * d	mm^2	627,083
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
ρ $_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	0.75 ρ_b = 0.75 * 0.85 *β_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))		2,24%
ρ $_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	460,580
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2329,330

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	332,690
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1682,541

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	2,270
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	11,480

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	18,170
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	91,893

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	6400
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5700

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	166,782
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	166,782
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	675953284
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	675953284
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	237177
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	403840

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	237177
1/2 V_e				N	201920
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Tidak
V_c				N	0
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	134,38
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	898929
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	777218
V_u				N	403840
ϕV_n / V_u					1,443
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	268,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	399524
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	200193
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		599717
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					1,939
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Desain Torsi

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	6400
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	350
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	5700

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	210000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	1900
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	257
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	507
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	130299
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	110754
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1528
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	41952665
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	7866125
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	403840
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	175169
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u\ P_h / (1.7\ A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	2,288
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	191
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,214
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	2,385
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,483
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		2,814
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,911
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,283
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,292
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2329,330
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1682,541
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	11,480
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	91,893
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	327,271
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	822,947
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4834,818
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	926,320
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7191,106
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7191,106
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D22
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D22
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

8. Balok Anak 12 Meter

Desain Lentur

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Input	mm	12000
Lebar Balok, b			Input	mm	350
Tinggi Balok, h			Input	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	2 * h	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Input	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Input	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Input	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Input	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Input	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Input	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Input	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (fc' - 28) / 7 <= 0.85		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Input (Sisi tegak lurus lebar balok)	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Input (Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)	mm	700
L_n			$L - c_1$	mm	11300
λ			Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1

Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan}$ (-)			Input	kN-m	-460,58
$M_{u,tumpuan}$ (+)			Input	kN-m	332,69
$M_{u,lapangan}$ (-)			Input	kN-m	2,27
$M_{u,lapangan}$ (+)			Input	kN-m	18,17
Pu			Input	kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	21.5.1.1	Tidak dipersyaratkan. Baca R18.6.1 dan 18.6.4.7	Pu <= 0.1 A_g f_c' ?		OK
Syarat Tinggi Efektif	21.5.1.2	18.6.2.1	L_n >= 4d ?		OK
Syarat Lebar 1	21.5.1.3	18.6.2.1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?		OK
Syarat Lebar 2	21.5.1.4	18.6.2.1	b <= c_2 + 2 * min (c_2, 0.75 c_1) ?		OK

Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	627,083
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3	Tidak ada	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
$M_{u,tumpuan}$ (-)				kN-m	460,580
Cek Kapasitas			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	2329,330

Tumpuan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.5 * As Tumpuan Negatif	mm^2	1417,644
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	332,690
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	1682,541

Lapangan Negatif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	2,270
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	11,480

Lapangan Positif					
n			Input		10
d_b				mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan			$(b - 2\ c_c - 2\ d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	6,000
Cek Jarak Bersih	7.6.1	25.2.1	Jarak Bersih >= d_b dan 25 mm?		TIDAK
Jumlah Lapis					2
As Pasang			$n * \pi/4 * d_b^2$	mm^2	2835,287
$As_{min,1}$	10.5.1	9.6.1.2	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm^2	613,335
$As_{min,2}$	10.5.1, 21.5.2.1	9.6.1.2	1.4 / (4 * fy) * b * d	mm^2	627,083
$As_{min,4}$	21.5.2.2	18.6.3.2	0.25 * As Tumpuan Negatif	mm^2	708,822
Cek As min			As Pasang >= As min ?		OK
ρ			As / (b * d)		1,51%
$\rho_{max,1}$	B.10.3		$0.75\ \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2,24%
$\rho_{max,2}$	21.5.2.1	18.6.3.1	2,5%		2,50%
Cek As max			ρ <= ρ max ?		OK
a	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	133,425
M_n	10.2.7.1	22.2.2.4.1	As * fy * (d - a/2)	kN-m	560,623
c	10.2.7.1	22.2.2.4.1	a / β1	mm	159,654
ε_s	10.2.2, 10.2.3	22.2.1.2, 22.2.2.1	(d - c) / c * 0.003		0,007
ϕ	S9.3.2	Tabel 21.2.2	0.65 <= 0.65 + (εs - 0.002) / 0.003 * 0.25 <= 0.9		0,900
ϕM_n			ϕ * Mn	kN-m	504,561
M_u				kN-m	18,170
Cek $\phi M_n > M_u$			$\phi M_n > M_u$?		OK
As Perlu			Mu / [fy * (d - a/2)]	mm^2	91,893

Desain Geser

Parameter	Pasal Referensi		Persamaan	Satuan	Nilai
	SNI 2847:2013	SNI 2847:2019			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	12000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	400
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	750
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	11300

Gaya Dalam					
$V_{u,tumpuan}$			Input	kN	284,5788
$V_{u,lapangan}$			Input	kN	231,9285
Tumpuan					
Gaya Desain					
V_g,tumpuan	S21.5.4	R18.6.5	Input [Kombinasi 1.2 D + L]	kN	166,6635
A_s^+ Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
As^- Tumpuan			Dari Sheet Desain Lentur	mm^2	2835,287
a_{pr}^+			1.25 a (tumpuan positif)	mm	166,782
a_{pr}^-			1.25 a (tumpuan negatif)	mm	166,782
M_{pr}^+	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^+ * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	N mm	675953284
M_{pr}^-	S21.5.4	R18.6.5	$A_s^- * (1.25\ f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	N mm	675953284
V_{sway} atau V_{pr}	21.5.4.1	18.6.5.1	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	N	119638
V_e	21.5.4.1	18.6.5.1	$V_g + V_{pr}$	N	286301

Tahanan Geser Beton					
V_{pr}				N	119638
1/2 V_e				N	143151
Pu				N	0
Ag fc' / 20				N	450000
V_c Diperhitungkan?	21.5.4.2	18.6.5.2	V_c = 0 **jika** V_{pr} >= 1/2 V_e **dan** P_u < A_g f_c' / 20		Iya
V_c				N	200193
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		3
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	398,197
Spasi			Input	mm	100
Spasi Max 1	21.5.3.2	18.6.4.4	d / 4	mm	134,38
Spasi Max 2	21.5.3.2	18.6.4.4	6 d_b	mm	114,00
Spasi Max 3	21.5.3.2	18.6.4.4	150 mm	mm	150,00
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	898929
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s	N	977411
V_u				N	286301
ϕV_n / V_u					2,560
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Lapangan					
Penulangan Geser					
Jumlah Kaki			Input		2
Av			n *π/4 *d_s^2	mm^2	265,465
Spasi			Input	mm	150
Spasi Max	21.5.3.4	18.6.4.6	d / 2	mm	268,75
Cek Spasi					OK
V_s	11.4.7.2	22.5.10.5.3	A_v * f_{yv} * d / s	N	399524
Batas V_s	11.4.7.9	22.5.1.2	0.66 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	777218
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	0.17 * $(f_c')^{0.5}$ * b * d	N	200193
ϕ	9.3.2.3	12.5.3.2, 21.2.4			0,75
V_n			V_c + V_s		599717
V_u				N	231928,5
ϕV_n / V_u					1,939
Cek Kapasitas			ϕV_n / V_u >= 1 ?		OK

Parameter	**Pasal Referensi**		**Persamaan**	**Satuan**	**Nilai**
	SNI 2847:2013	**SNI 2847:2019**			
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			Dari Sheet Desain Lentur	mm	12000
Lebar Balok, b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	350
Tinggi Balok, h			Dari Sheet Desain Lentur	mm	600
Panjang Tumpuan	21.5.3.1	18.6.4.1	Dari Sheet Desain Lentur	mm	1200
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			Dari Sheet Desain Lentur	mm	19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			Dari Sheet Desain Lentur	mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			Dari Sheet Desain Lentur	mm	13
Selimut Bersih, c_c			Dari Sheet Desain Lentur	mm	40
Tinggi Efektif Balok, d			Dari Sheet Desain Lentur	mm	537,5
Kuat Tekan Beton, f_c'			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	30
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			Dari Sheet Desain Lentur	MPa	420
β_1	10.2.7.3	Tabel 22.2.2.4.3	Dari Sheet Desain Lentur		0,8357
Panjang Kolom, c_1			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
Lebar Kolom, c_2			Dari Sheet Desain Lentur	mm	700
L_n			Dari Sheet Desain Lentur	mm	11300

Parameter Geometri Penampang untuk Perhitungan Torsi					
A_{cp}			b * h	mm^2	210000
P_{cp}			2 * (b + h)	mm	1900
x_o			$b - 2c_c - d_s$	mm	257
y_o			$h - 2c_c - d_s$	mm	507
A_{oh}		R22.7.6.1.1	$x_o * y_o$	mm^2	130299
A_o	11.5.3.6	22.7.6.1.1	$0.85\ A_{oh}$	mm^2	110754
P_h		22.7.6.1	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1528
Gaya Dalam					
T_u			Input	kN m	14,9446
Pengecekan Kebutuhan Tulangan Torsi					
T_{cr}			$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	N mm	41952665
ϕ	9.3.2.3	Tabel 21.2.1			0,75
$\phi\ T_{cr} / 4$				N mm	7866125
Perlu Tulangan Torsi?	11.5.1	Tabel 22.7.4.1	$T_u > \phi\ T_{cr} / 4$?		Iya

Pengecekan Kecukupan Dimensi Penampang					
Jenis Torsi			Statis Tertentu = Kesetimbangan, Statis Tak Tentu = Kompatibilitas		Kompatibilitas
T_u Pakai	11.5.2.2	22.7.3.2, 22.7.5	$\phi\ T_{cr}$ atau T_u	N mm	14944600
V_u			Dari Sheet Desain Geser	N	286301
V_c	11.2.1.1	22.5.5.1	$0.17 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	175169
Tegangan Utimate Geser+Torsi	11.5.3.1	22.7.7.1	$\{ [V_u / b*d]^2 + [T_u P_h / (1.7 A_{oh}^2)]^2 \}^{0.5}$	MPa	1,715
Kapasitas Tegangan Beton	11.5.3.1	22.7.7.1	$\phi * \{ [V_c / (b * d)] + 0.66 * (f_c')^{0.5} \}$	MPa	3,410
Cek Dimensi Penampang	11.5.3.1	22.7.7.1	Ruas Kiri <= Ruas Kanan ?		OK
Parameter Umum Lainnya					
f_y / f_{yt}			Kuat Leleh Baja Tulangan Torsi = Kuat Leleh Baja Tulangan Lentur dan Geser		1
θ	11.5.3.6	22.7.6.1.2	θ diambil untuk balok komponen struktur non prategang	°	45

Penulangan Transversal Torsi					
n kaki Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser		3
n kaki Lapangan			Dari Sheet Desain Geser		2
s Tumpuan			Dari Sheet Desain Geser	mm	100
s Lapangan			Dari Sheet Desain Geser	mm	150
s max 1	11.5.6.1	9.7.6.3.3	$P_h / 8$	mm	191
s max 2	11.5.6.1	9.7.6.3.3	300 mm	mm	300
Cek Spasi Tumpuan			s Tumpuan >= s max ?		OK
Cek Spasi Lapangan			s Lapangan >= s max ?		OK
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	3,982
A_{v+t} / s Tumpuan Pasang			$n * \pi/4 * d_s^2 / s$	mm^2/mm	1,770
A_t / s	11.5.3.6	22.7.6.1	$T_u / (2 * \phi * A_o * f_{yv})$	mm^2/mm	0,214
A_v / s Tumpuan Perlu			$(V_u$ Tumpuan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,804
A_v / s Lapangan Perlu			$(V_u$ Lapangan $/ \phi - V_c) / (f_{yv} * d)$	mm^2/mm	0,483
A_{v+t} / s Tumpuan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		1,233
A_{v+t} / s Lapangan Perlu	11.5.5.2	R9.5.4.3	$2 * A_t / s + A_v / s$		0,911
A_{v+t} / s min 1	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.062 * (f_c')^{0.5} * b / f_{yv}$		0,283
A_{v+t} / s min 2	11.5.5.2	9.6.4.2	$0.35 * b / f_{yv}$		0,292
Cek Geser + Torsi Tumpuan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK
Cek Geser + Torsi Lapangan			A_{v+t} / s Pasang >= A_{v+t} / s Perlu dan min ?		OK

Penulangan Longitudinal Torsi					
d_b atau d_{bt}				mm	19
d_b, min	11.5.6.2	9.7.5.2	0.042 s	mm	6,3
Cek d_b			d_b >= d_b min ?		OK
As Perlu Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	2329,330
As Perlu Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	1682,541
As Perlu Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	11,480
As Perlu Lapangan Bawah			Dari Sheet Desain Geser	mm^2	91,893
A_l	11.5.3.7	22.7.6.1	A_t / s * P_h	mm^2	327,271
A_l min	11.5.5.3	9.6.4.3	0.42 * $(f_c')^{0.5}$ * A_{cp} / f_y - (A_t/s) * P_h	mm^2	822,947
A_s + A_l Perlu Tumpuan				mm^2	4834,818
A_s + A_l Perlu Lapangan				mm^2	926,320
n Tumpuan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Tumpuan Bawah			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Lapangan Tengah			Input (Disarankan Kelipatan 2)		4
n Lapangan Atas			Dari Sheet Desain Lentur		10
n Tumpuan Vertikal			2 + n Tengah / 2		4
Spasi Horizontal Tumpuan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Tumpuan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Spasi Horizontal Lapangan			(b - 2c_c - 2d_s - d_b) / [min(n atas, n bawah) - 1]	mm	25
Spasi Vertikal Lapangan			(h - 2c_c - 2d_s - d_b) / (n Vertikal - 1)	mm	158
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Tumpuan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
Cek Spasi Tulangan Longitudinal Lapangan	11.5.6.2		Spasi >= 300 mm ?		OK
A_s + A_l Pasang Tumpuan				mm^2	7191,106
A_s + A_l Pasang Lapangan				mm^2	7191,106
Cek Lentur + Torsi Tumpuan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK
Cek Lentur + Torsi Lapangan			A_s + A_l Pasang >= A_s + A_l Perlu ?		OK

Kesimpulan

Kesimpulan	
Syarat Gaya dan Geometri	OK
Kapasitas Lentur	OK
Kapasitas Geser	OK
Kapasitas Torsi	OK
Tulangan Longitudinal	
Longitudinal Tumpuan Atas	10 D19
Longitudinal Tumpuan Tengah	4 D22
Longitudinal Tumpuan Bawah	10 D19
Longitudinal Lapangan Atas	10 D19
Longitudinal Lapangan Tengah	4 D22
Longitudinal Lapangan Bawah	10 D19
Tulangan Transversal/Sengkang	
Sengkang Tumpuan	3D13-100
Sengkang Lapangan	2D13-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2.7 Hubungan Balok Kolom (HBK)

Tampak Join Atas

Perhitungan HBK

Parameter	Pasal Referensi SNI 2847:2019	Persamaan	Satuan	Nilai
Properti Material dan Penampang				
Lebar Y Kolom, b		Input	mm	700
Lebar X Kolom, h		Input	mm	700
Panjang Kolom, L		Input	mm	5000
Kuat Tekan Beton, f_c'		Input	MPa	30
Kuat Leleh Baja Tulangan, f_y		Input	MPa	420
Faktor Beton Ringan, λ				1
Tinggi Balok Terbesar, h_b		Input	mm	700
Panjang Bersih Kolom, L_n		$L - h_b$	mm	4300

Data Lebar dan Eksentrisitas Balok				
Lebar Balok 1, bb1		Gambar	mm	400
Lebar Balok 2, bb2		Gambar	mm	400
Lebar Balok 3, bb3		Gambar	mm	400
Lebar Balok 4, bb4		Gambar	mm	400
x1a	R18.8.4	Input [default: (h-bb1)/2]	mm	150
x1b	R18.8.4	Input [default: (h-bb1)/2]	mm	150
Cek Lebar Sisi Kolom 1		bb1+x1a+x1b	mm	700
x2a	R18.8.4	Input [default: (h-bb2)/2]	mm	150
x2b	R18.8.4	Input [default: (h-bb2)/2]	mm	150
Cek Lebar Sisi Kolom 1		bb2+x2a+x2b	mm	700
x3a	R18.8.4	Input [default: (b-bb3)/2]	mm	150
x3b	R18.8.4	Input [default: (b-bb3)/2]	mm	150
Cek Lebar Sisi Kolom 1		bb3+x3a+x3b	mm	700
x4a	R18.8.4	Input [default: (b-bb4)/2]	mm	150
x4b	R18.8.4	Input [default: (b-bb4)/2]	mm	150
Cek Lebar Sisi Kolom 1		bb4+x4a+x4b	mm	700

Dimensi Joint				
x terkecil sisi 1, x1		MIN (x1a, x1b)	mm	150
x terkecil sisi 2, x2		MIN (x2a, x2b)	mm	150
x terkecil sisi 3, x3		MIN (x3a, x3b)	mm	150
x terkecil sisi 4, x4		MIN (x4a, x4b)	mm	150
Lebar Joint Sisi 1, bj1	18.8.4.3	MIN (bb1+h, bb1+2*x1)	mm	700
Lebar Joint Sisi 2, bj2	18.8.4.3	MIN (bb2+h, bb2+2*x2)	mm	700
Lebar Joint Sisi 3, bj3	18.8.4.3	MIN (bb3+h, bb3+2*x3)	mm	700
Lebar Joint Sisi 4, bj4	18.8.4.3	MIN (bb4+h, bb4+2*x4)	mm	700
Lebar Efektif Joint Y, b_j		MIN (bj1, bj2)	mm	700
Lebar Efektif Joint X, h_j		MIN (bj3, bj4)	mm	700
Luas Efektif Joint Gempa X, A_{jX}	18.8.4.3	b_j * h	mm^2	490000
Luas Efektif Joint Gempa Y, A_{jY}	18.8.4.3	b * h_j	mm^2	490000
Cek Tinggi Joint	18.8.2.4	h_j >= 1/2 h_b ?		OK

Data dan Gaya Tulangan Balok				
Diameter Tulangan Utama Balok, d_b		Input		25
Cek Dimensi Kolom	18.8.2.3	b >= 20 * db ?		OK
Tulangan Atas Balok 1, A_s^-1		Gambar	mm^2	2454,369
Tulangan Bawah Balok 1, A_s^+1		Gambar	mm^2	1472,622
Tulangan Atas Balok 2, A_s^-2		Gambar	mm^2	2454,369
Tulangan Bawah Balok 2, A_s^+2		Gambar	mm^2	1472,622
Tulangan Atas Balok 3, A_s^-3		Gambar	mm^2	2454,369
Tulangan Bawah Balok 3, A_s^+3		Gambar	mm^2	1472,622
Tulangan Atas Balok 4, A_s^-4		Gambar	mm^2	2454,369
Tulangan Bawah Balok 4, A_s^+4		Gambar	mm^2	1472,622
Tegangan Probable Tulangan, f_{pr}	18.8.2.1	1.25 * f_y	MPa	525
Gaya Tulangan Atas Balok 1, F_s^-1	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	1288544
Gaya Tulangan Bawah Balok 1, F_s^+1	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	773126
Gaya Tulangan Atas Balok 2, F_s^-2	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	1288544
Gaya Tulangan Bawah Balok 2, F_s^+2	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	773126
Gaya Tulangan Atas Balok 3, F_s^-3	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	1288544
Gaya Tulangan Bawah Balok 3, F_s^+3	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	773126
Gaya Tulangan Atas Balok 4, F_s^-4	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	1288544
Gaya Tulangan Bawah Balok 4, F_s^+4	18.8.2.1	A_s * f_{pr}	N	773126

Gaya Geser Akibat Balok				
Geser Ketika Arah Gempa X-		F_s^-3 + C4 = F_s^-3 + F_s^+4	N	2061670
Geser Ketika Arah Gempa X+		F_s^-4 + C3 = F_s^-4 + F_s^+3	N	2061670
Geser Ketika Arah Gempa Y-		F_s^-1 + C2 = F_s^-1 + F_s^+2	N	2061670
Geser Ketika Arah Gempa Y+		F_s^-2 + C1 = F_s^-2 + F_s^+1	N	2061670

Gaya Geser Kolom (Column Hinging)				
M_{pr}^{-} Balok 1		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	458487714
M_{pr}^{+} Balok 1		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	290271292
M_{pr}^{-} Balok 2		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	458487714
M_{pr}^{+} Balok 2		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	290271292
M_{pr}^{-} Balok 3		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	458487714
M_{pr}^{+} Balok 3		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	290271292
M_{pr}^{-} Balok 4		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	458487714
M_{pr}^{+} Balok 4		Input [Excel Desain Balok]	Nmm	290271292
V_e Balok 1		Input [Excel Desain Balok]	N	206966
V_e Balok 2		Input [Excel Desain Balok]	N	206966
V_e Balok 3		Input [Excel Desain Balok]	N	206966
V_e Balok 4		Input [Excel Desain Balok]	N	206966
Geser Kolom Ketika Arah Gempa X-		$[(M_{pr}^{+}4+M_{pr}^{-}3)+(V_e3+V_e4)*h/2]/L_n$	N	207822
Geser Kolom Ketika Arah Gempa X+		$[(M_{pr}^{+}3+M_{pr}4)+(V_e3+V_e4)*h/2]/L_n$	N	207822
Geser Kolom Ketika Arah Gempa Y-		$[(M_{pr}^{+}2+M_{pr}^{-}1)+(V_e1+V_e2)*h/2]/L_n$	N	207822
Geser Kolom Ketika Arah Gempa Y+		$[(M_{pr}^{+}1+M_{pr}^{-}2)+(V_e1+V_e2)*h/2]/L_n$	N	207822

Gaya Geser Total Joint				
Geser Joint Ketika Arah Gempa X-		$F_s + C - V_{col}$	N	1853848
Geser Joint Ketika Arah Gempa X+		$F_s + C - V_{col}$	N	1853848
Geser Joint Ketika Arah Gempa Y-		$F_s + C - V_{col}$	N	1853848
Geser Joint Ketika Arah Gempa Y+		$F_s + C - V_{col}$	N	1853848
Kuat Geser Joint				
Konfigurasi Joint	18.8.4.1			3
Faktor Pengali Kuat Geser, c	18.8.4.1			1
Kuat Geser Nominal Joint Gempa X, V_{nX}	18.8.4.1	$c * \lambda * \sqrt{f_c'} * A_{jX}$	N	2683841
Kuat Geser Nominal Joint Gempa Y, V_{nY}	18.8.4.1	$c * \lambda * \sqrt{f_c'} * A_{jY}$	N	2683841
Faktor Reduksi, Φ	21.2.4.3			0,85
Kuat Geser Joint Gempa X, ΦV_{nX}	18.8.4.1	$\Phi * V_{nX}$	N	2281264
Kuat Geser Joint Gempa X, ΦV_{nY}	18.8.4.1	$\Phi * V_{nY}$	N	2281264
Gaya Geser Joint Gempa X, V_{uX}		MAX (Geser Joint Gempa X)	N	1853848
Gaya Geser Joint Gempa Y, V_{uY}		MAX (Geser Joint Gempa Y)	N	1853848
Faktor Keamanan Gempa X, SF_X		$\Phi V_{nX} / V_{uX}$		1,231
Faktor Keamanan Gempa Y, SF_Y		$\Phi V_{nY} / V_{uY}$		1,231
Cek Kuat Geser Joint		SF >= 1 ?		OK

Tulangan Transversal				
Tulangan transversal joint	18.8.3.2	digunakan confinement = tumpuan kolom		
Panjang Penyaluran Tarik				
l_{dh} hitung	18.8.5.1	$f_y * d_b / (5.4 * \lambda * \sqrt{f_c'})$	mm	355,005
l_{dh} pakai	18.8.5.1	MAX(ldh, 8 db, 150)	mm	355,005

2.7 Perhitungan Plat Lantai

Plat 1 Arah

Diketahui:			
Ly=	6,5	m	
Lx=	5	m	
h=	200	mm	
f'c=	30	Mpa	
fy=	420	MPa	
Dimensi balok	400	x	700
LL=	1,92	kN/m	
DL	4,79	kN/m	
Tulangan lentur=		D	12
Tulangan susut=		P	10
Selimut beton=		20	mm
bw	1000	mm	
β1	0,835714286		

1. Menentukan jenis pelat

$$\frac{L_y}{L_x} \leq 2$$

(untuk pelat dua arah)

1,3 <=2 Pelat Dua Arah

2. Menetapkan tebal pelat (h) dan periksa dengan ketebalan minimum

Kondisi tumpuan	$h^{[1]}$ Minimum
Tumpuan sederhana	$\ell/20$
Satu ujung menerus	$\ell/24$
Kedua ujung menerus	$\ell/28$
Kantilever	$\ell/10$

L= 5 m = 5000 mm

$$h_{min} = \frac{l}{24}$$

h_{min} = 208,3333333 mm

hmin > h, maka gunakan nilai hmin

3. Analisis Pembebanan

DL= 4,79 kN/m

LL= 1,92 kNm

Kombinasi Beban 1

$q_u = 1,4DL$

qu= 6,706 kN/m

Kombinasi Beban 2

$q_u = 1,2DL + 1,6LL$

qu= 8,82 kN/m

qu diambil 8,82 kN/m

Cek syarat-syarat metode pendekatan

1. Komponen struktur prismatik ---> OK

2. Beban terdistribusi merata --> OK

3. Beban hidup tak terfaktor tidak melebihi 3 kali beban mati tak terfaktor $(L \leq 3D)$ --> **0,400835 OK**

4. Terdapat 2 bentang atau lebih --> OK

5. Rasio bentang panjang terhadap bentang pendek, pada dua bentang yang bersebelahan, tidak lebih dari 1,20 -->

Koefisien momen dan geser

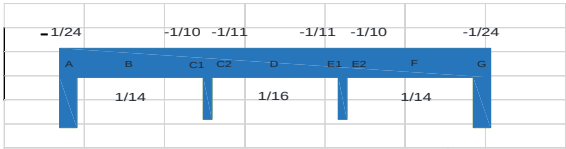
Gaya/Letak	A	B	C1	C2	D	E1	E2	F	G
Momen	-0,04	0,07	-0,10	-0,09	0,06	-0,09	-0,10	0,07	-0,04
Geser	1	0	1,15	1	0	1	1,15	0	1

Pehitungan momen dan gaya geser ultimit

$$M_u = C_m q_u l_n^2 \qquad V_u = C_v \frac{q_u l_n}{2}$$

Ln 4,6 m

Gaya/Letak	A	B	C1	C2	D	E1	E2	F
Momen	-7,4652	13,0642	-18,6631	-16,7968	11,1979	-16,7968	-18,6631	13,0642
Geser	20,286	0	23,3289	20,286	0	20,286	23,3289	0



Mu(+)=	**13,064**	**kNm**	**=**	**13.064.000,0**	**Nmm**
Mu(-)=	**-18,663**	**kNm**	**=**	**-18.663.000,0**	**Nmm**
Vu diambil yang terbesar=	**23,329**	**kN**	**=**	**23329**	**N**

4. Menghitung kekuatan geser beton (Vc)

$$d = h - selimut\ beton - \frac{D12}{2}$$

d= 174 mm

$$\emptyset V_c = \emptyset 0,17\lambda\sqrt{f'_c}b_w d$$ = 121512,249 N

ØVc > Vu...OK

5. Koefisien tahanan lentur

$$k = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{M_u}{\emptyset bd^2}$$

k= 0,685 (Balok Tumpuan)

k= 0,479 (Balok Lapangan)

6. Rasio Penulangan (pelat tumpuan)

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

$\rho =$` 0,001653

$$\rho_{maks} = 0,36\frac{f'_c\beta_1}{f_y}$$

$\rho_{maks} =$ 0,02149

$\rho < \rho maks$.....OK

kebutuhan luas tulangan tarik (pelat tumpuan)

$$A_{s.req} = \rho bd$$

$A_{s.req} =$ 287,622 mm^2

$$A_{s.min} = 0,002A_g$$

$A_{s.min} =$ 400 mm^2

Tipe tulangan	f_y, MPa	$A_{s,min}$	
Batang ulir	< 420	$0,0020A_g$	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:	$\frac{0,0018 \times 420}{f_y}A_g$
			$0,0014A_g$

$As.min > As.req$..maka digunakan As.min= **400** mm^2

Tulangan lentur terpasang dan cek spasi maksimum tulangan (pelat tumpuan)

$$s = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{As}$$

s= 282,743 mm

Cek spasi maksimum: (SNI 2847:2019 ps. 7.7.2.3)

$$s < 3h\ dan\ 450\ mm$$

3h= 600 mm

s < smaks.....OK --> $s_{req} =$ **282,743 mm**

Maka digunakan D12 - 350

Tulangan susut dan suhu terpasang dan cek spasi maksimum tulangan (pelat tumpuan)

$$A_{sh.req} = A_{sh.min} = 0,0020A_g$$

$A_{sh.req} =$ 400 mm^2

$$s = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{sh.req}}$$

s= 196,429 mm

Cek spasi maksimum: (SNI 2847:2019)

$$s < 5h\ dan\ 450\ mm$$

5h= 1000 mm

s < smaks.....OK --> $s_{req} =$ **196,429 mm**

Maka digunakan D10 - 300

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

7. Menghitung Rasio Penulangan (pelat lapangan)

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

$\rho =$ 0,001151

$$\rho_{maks} = 0,36\frac{0,85f'_c\beta_1}{f_y}$$

$\rho_{maks=}$ 0,0215

$\rho < \rho maks$.....OK

Kebutuhan tulangan tarik (pelat lapangan)

$$A_{s.req} = \rho bd$$

$A_{s.req} =$ 200,274 mm^2

$$A_{s.min} = 0,002A_g$$

$A_{s.min=}$ 400 mm^2

$As.min > As.req$..maka digunakan As.min= **400** mm^2

Tulangan lentur terpasang dan cek spasi maksimum tulangan (pelat lapangan)

$$s = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2 b}{A_{s.req}}$$

s= 282,857 mm

Cek spasi maksimum: (SNI 2847:2019)

3h= 600 mm 450

s > smaks.....OK --> $s_{req} =$ **282,857** mm

Maka digunakan D12 - 350

Plat Lantai Utama

Diketahui:					
Ly=	6,5	m	lny=	6150	mm
Lx=	5	m	lnx=	4650	mm
h=	200	mm			
b=	1000	mm			
f'c=	30	Mpa			
fy=	420	MPa			
Dimensi balok	350	x	700	mm	
LL=	4,79	kN/m			
DL	1,92	kN/m			
Tulangan lentur=	D	12			
Tulangan susut=	P	10			
Selimut beton=	20	mm			

1. Menentukan jenis pelat

$$\frac{L_y}{L_x} \leq 2$$ (untuk pelat dua arah)

1,3 <=2 Pelat Dua Arah

2. Menetapkan tebal pelat (h)

Inersia balok

bw= 350 mm

ht= 700 mm

hf= 200 mm

hw= 500 mm

$b_{e1=b_w+2h_w}$

$b_{e1=}$ 1350 mm

$b_{e2=b_w+8h_f}$

$b_{e2=}$ 1950 mm

Dipilih yang terkecil= **1350 mm**

$$y_1 = \frac{h_w}{2}$$

$y_1 =$ 250 mm

$$y_2 = \frac{h_f}{2} + h_w$$

$y_2 =$ 600 mm

$A_1 = h_w b_w$

$A_1 =$ 175000 mm^2

$A_2 = b_e h_f$

$A_2 =$ 270000 mm^2

$$y = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2}$$

y= 462,360 mm

$$I_b = \frac{1}{12}b_w h_w^3 + A_1(y - y_1)^2 + \frac{1}{12}b_e h_f^3 + A_2(y_2 - y)^2$$

$I_b =$ 17552855805 mm^4

Inersia pelat

$$I_{p1} = \frac{1}{12}L_y h_f^3$$

$I_{p1} =$ 4333333333 mm^4

$$I_{p2} = \frac{1}{12}L_x h_f^3$$

$I_{p2} =$ 3333333333 mm^4

Rasio kekauan pelat (α)

$$\alpha = \frac{I_b}{I_{p1}}$$

$\alpha =$ 4,051

$$\alpha = \frac{I_b}{I_{p2}}$$

$\alpha =$ 5,266

Rata-rata rasio kekakuan pelat

$$\alpha_{fm} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$\alpha_{fm} =$ 4,659 (αfm>2)

$\beta =$ 1,323

Maka h minimum:

$$h_{min} = \frac{l_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$$

$h_{min} =$ 141,211 mm

α_{fm} [1]	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(h)[2],[3]
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$	(d)[2],[3]
		90	(e)

h > hmin, Maka gunakan h = 140 mm --> **h= 140 mm**

3. Analisis Pembebanan

DL= 1,92 kN/m

LL= 4,79 kNm

Kombinasi Beban 1

$q_u = 1,4DL$

qu= 2,688 kN/m

Kombinasi Beban 2

$q_u = 1,2DL + 1,6LL$

qu= 9,968 kN/m

qu 9,968 kN/m

Keofisien (Interpolasi)

L_y/L_x	kMlx	kMly	kMtx	kMty
1,3	31	19	69	57
1,4	34	18	73	57
1,3	**31**	**19**	**69**	**57**

$$M_u = 0,001 q_u l_x^2 k$$

Mlx= 9,1 kNm

Mly= 9,1 kNm

Mtx= 22,8 kNm

Mty= 22,9 kNm

4. Menghitung gaya geser

$$V_u = \frac{1,15 q_u l_n}{2}$$

Vu 26,65194 kN Vu= 35,24934 kN

Vu 26651,94 N Vu= 35249 N

Menghitung kuat geser

$$d_x = h - selimut\ beton - \frac{D12}{2}$$

dx= 114 mm

$$\emptyset V_c = \emptyset 0,17\lambda\sqrt{f'_c} b_w d_x$$

$\emptyset Vc =$ 79611,474 N

ØVc > Vu...OK

5. Koefisien tahanan lentur

$$k = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{M_u}{\emptyset bd^2}$$

$k_{lx} =$ 2,22291

$k_{ly} =$ 2,77671

$k_{tx} =$ 5,56948 dx 114 mm

$k_{ty} =$ 6,98754 dy= 102 mm

6. Rasio penulangan

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

ρ_{lx} =	0,005545939
ρ_{ly} =	0,007016668
ρ_{tx} =	0,015151135
ρ_{tx} =	0,019897410

$$\rho_{maks} = 0,36\frac{f'_c\beta_1}{f_y}$$

ρ_{maks} =	0,021600

ρlx < $\rho maks$.....OK
ρly < $\rho maks$.....OK
ρtx < $\rho maks$.....OK
ρty < $\rho maks$.....OK

7. Hitung kebutuhan luas tulangan tarik As.req

Asreq lx	$A_{s.req-lx} = \rho_{lx} bd_x =$	632,237	mm2
Asreq ly	$A_{s.req-ly} = \rho_{ly} bd_y =$	715,700	mm2
Asreq tx	$A_{s.req-tx} = \rho_{tx} bd_x =$	1727,229	mm2
Asreq ty	$A_{s.req-ty} = \rho_{ty} bd_y =$	2029,536	mm2

8. Periksa batasan minimum tulangan As.min

Tipe tulangan	f_y, MPa	$A_{s,min}$	
Batang ulir	< 420	$0,0020A_g$	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:	$\frac{0,0018 \times 420}{f_y}A_g$
			$0,0014A_g$

As.min=	280 mm2	
$As.min$-lx < $As.req$, maka digunakan As.req=		632,237
$As.min$-ly < $As.req$, maka digunakan As.req=		715,7
$As.min$-tx < $As.req$, maka digunakan As.req=		1727,229
$As.min$-ty < $As.req$, maka digunakan As.req=		2029,536

9. Menentukan tulangan lentur terpasang dan cek spasi maksimum tulangan

$$s_{lx} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-lx}}$$ = 178,884

$$s_{ly} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-ly}}$$ = 158,023

$$s_{tx} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-tx}}$$ = 65,479

$$s_{ty} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-ty}}$$ = 55,726

Cek spasi maksimum: (SNI 2847:2019 PS. 8.7.2.3)				
3h=	600		450	**s < smaks.....OK**
maka				
Dlx	**D12**	**50**	**mm**	
Dly	**D12**	**100**	**mm**	
Dtx	**D12**	**50**	**mm**	
Dty	**D12**	**100**	**mm**	

10. Menentukan tulangan susut dan suhu terpasang dan cek spasi maksimum tulangan

$$A_{sh.req} = A_{sh.min} = 0,0020A_g$$

$A_{sh.req}$ =	280

$$s = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{sh.req}}$$

s=	280,499	mm
Cek spasi maksimum (SNI 2847:2019)		
5h=	700	mm
s > smaks.....OK		
Maka digunakan P10-250		

Plat Lantai Balcon

Diketahui:					
Ly=	12,3	m	lny=	11950	mm
Lx=	5	m	lnx=	4650	mm
h=	130	mm			
b=	1000	mm			
f'c=	30	Mpa			
fy=	420	MPa			
Dimensi balok	350	x	700	mm	
LL=	1,92	kN/m			
DL	4,79	kN/m			
Tulangan lentur=	D	12			
Tulangan susut=	P	10			
Selimut beton=	20	mm			

1. Menentukan jenis pelat

$$\frac{L_y}{L_x} \leq 2$$ (untuk pelat dua arah)

2,46 > 2 Pelat Satu Arah

2. Menetapkan tebal pelat (h)

Inersia balok		
bw=	350	mm
ht=	700	mm
hf=	130	mm
hw=	570	mm

$b_{e1=b_w+2h_w}$

$b_{e1=}$ 1490 mm

$b_{e2=b_w+8h_f}$

$b_{e2=}$ 1390 mm

Dipilih yang terkecil= 1390

$$y_1 = \frac{h_w}{2}$$

$y_1 =$ 285 mm

$$y_2 = \frac{h_f}{2} + h_w$$

$y_2 =$ 635 mm

$A_1 = h_w b_w$

$A_1 =$ 199500 mm^2

$A_2 = b_e h_f$

$A_2 =$ 180700 mm^2

$$y = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2}{A_1 + A_2}$$

y= 451,347 mm

$$I_b = \frac{1}{12} b_w {h_w}^3 + A_1 (y - y_1)^2 + \frac{1}{12} b_e {h_f}^3 + A_2 (y_2 - y)^2$$

$I_b =$ 17271103844 mm^4

Inersia pelat

$$I_{p1} = \frac{1}{12} L_y {h_f}^3$$

$I_{p1} =$ 2251925000 mm^4

$$I_{p2} = \frac{1}{12} L_x {h_f}^3$$

$I_{p2} =$ 915416666,7 mm^4

Rasio kekauan pelat (α)

$$\alpha = \frac{I_b}{I_{p1}}$$

$\alpha =$ 7,669

$$\alpha = \frac{I_b}{I_{p2}}$$

$\alpha =$ 18,867

Rata-rata rasio kekakuan pelat

$$\alpha_{fm} = \frac{\sum \alpha}{n}$$

$\alpha_{fm} =$ 13,268 (αfm>2)

$\beta =$ 2,570

Maka h minimum:

$$h_{min} = \frac{l_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$$

$h_{min} =$ 222,307 mm

α_{fm} [1]	h minimum, mm		
$\alpha_{fm} \le 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} < 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b)[2],[3]
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{\ell_n\left(0,8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta}$	(d)[2],[3]
		90	(e)

hmin > h, Maka gunakan h --> h= 140 mm

3. Analisis Pembebanan

DL= 4,79 kN/m

LL= 1,92 kNm

Kombinasi Beban 1

$q_u = 1,4DL$

qu= 6,706 kN/m

Kombinasi Beban 2

$q_u = 1,2DL + 1,6LL$

qu= 8,82 kN/m

qu 8,82 kN/m

Keofisien (Interpolasi)

L_y/L_x	kMlx	kMly	kMtx	kMty
1,3	31	19	69	57
1,4	34	18	73	57
2,46	**65,8**	**7,4**	**115,4**	**57**

$M_u = 0,001 q_u l_x^2 k$

Mlx= 18,8 kNm

Mly= 18,8 kNm

Mtx= 8,5 kNm

Mty= 8,5 kNm

4. Menghitung gaya geser

$$V_u = \frac{1,15 q_u l_n}{2}$$

Vu 23,582475 kN

Vu 23582,475 N

Vu= 60,60443 kN

Vu= 60604 N

Menghitung kuat geser

$d_x = h - selimut\ beton - \frac{D12}{2}$

dx= 114 mm

$\emptyset V_c = \emptyset 0,17\lambda\sqrt{f'_c} b_w d_x$

$\emptyset Vc =$ 79611,474 N

ØVc > Vu...OK

5. Koefisien tahanan lentur

$$k = \frac{M_n}{bd^2} = \frac{M_u}{\emptyset bd^2}$$

dx 114 mm

dy= 102 mm

$k_{lx} =$ 4,59238

$k_{ly} =$ 5,73650

$k_{tx} =$ 2,07634

$k_{ty} =$ 2,59363

6. Rasio penulangan

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

$\rho_{lx} =$ 0,012149941

$\rho_{ly} =$ 0,015684156

$\rho_{tx} =$ 0,005163209

$\rho_{tx} =$ 0,006526045

$$\rho_{maks} = 0,36\frac{f'_c \beta_1}{f_y}$$

$\rho_{maks} =$ 0,021600

ρlx < ρmaks.....OK

ρly < ρmaks.....OK

ρtx < ρmaks.....OK

ρty < ρmaks.....OK

7. Hitung kebutuhan luas tulangan tarik As.req

Asreq lx	$A_{s.req-lx} = \rho_{lx} b d_x =$	1385,093	mm2
Asreq ly	$A_{s.req-ly} = \rho_{ly} b d_y =$	1599,784	mm2
Asreq tx	$A_{s.req-tx} = \rho_{tx} b d_x =$	588,606	mm2
Asreq ty	$A_{s.req-ty} = \rho_{ty} b d_{y=}$	665,657	mm2

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

8. Periksa batasan minimum tulangan As.min

Tipe tulangan	f_y, MPa	$A_{s,min}$	
Batang ulir	< 420	$0{,}0020A_g$	
Batang ulir atau kawat las	≥ 420	Terbesar dari:	$\frac{0{,}0018 \times 420}{f_y} A_g$
			$0{,}0014A_g$

As.min=	280	mm2	
$As.min$-lx < $As.req$, maka digunakan As.req=			1385,093
$As.min$-ly < $As.req$, maka digunakan As.req=			1599,784
$As.min$-tx < $As.req$, maka digunakan As.req=			588,606
$As.min$-ty < $As.req$, maka digunakan As.req=			665,657

9. Menentukan tulangan lentur terpasang dan cek spasi maksimum tulangan

$$s_{lx} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-lx}} \quad 81{,}653$$

$$s_{ly} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-ly}} \quad 70{,}695$$

$$s_{tx} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-tx}} \quad 192{,}144$$

$$s_{ty} = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{s.req-ty}} \quad 169{,}903$$

Cek spasi maksimum: (SNI 2847:2019 PS. 8.7.2.3)

3h=	390	450	**s < smaks.....OK**
maka			
Dlx	**D12**	**50**	**mm**
Dly	**D12**	**100**	**mm**
Dtx	**D12**	**50**	**mm**
Dty	**D12**	**100**	**mm**

10. Menentukan tulangan susut dan suhu terpasang dan cek spasi maksimum tulangan

$$A_{sh.req} = A_{sh.min} = 0{,}0020A_g$$

$$A_{sh.req} = 280$$

$$s = \frac{1}{4}\frac{\pi D^2 b}{A_{sh.req}}$$

s= 280,499 mm

Cek spasi maksimum (SNI 2847:2019)

5h= 700 mm

s > smaks.....OK

Maka digunakan P10-250

2.8. Klasifikasi Tanah

Tabel 6 – Koefisien situs, F_a

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda pendek, T = 0,2 detik, S_s					
	$S_s \le 0{,}25$	$S_s = 0{,}5$	$S_s = 0{,}75$	$S_s = 1{,}0$	$S_s = 1{,}25$	$S_s \ge 1{,}5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	SS[b]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Tabel 7 – Koefisien situs, F_v

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget (MCE_R) terpetakan pada perioda 1 detik, S_1					
	$S_1 \le 0{,}1$	$S_1 = 0{,}2$	$S_1 = 0{,}3$	$S_1 = 0{,}4$	$S_1 = 0{,}5$	$S_1 \ge 0{,}6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,2	2,0
SF	SS[b]					

CATATAN:
(a) SS= Situs yang memerlukan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respons situs-spesifik, lihat 6.10.1

Kedalaman dari permukaan			NV	Kedalaman	di	di/Ni
0	sd	2	0	0		
2	sd	4	15	2	2	0,1333
4	sd	6	27,5	4	2	0,0727
6	sd	8	34	6	2	0,0588
8	sd	10	36	8	2	0,0556
10	sd	12	38,5	10	2	0,0519
12	sd	14	40,5	12	2	0,0494
14	sd	16	45,5	14	2	0,0440
16	sd	18	44,5	16	2	0,0449
18	sd	20	49	18	2	0,0408
20	sd	22	51	20	2	0,0392
22	sd	24	51	22	2	0,0392
24	sd	26	52,5	24	2	0,0381
26	sd	28	53	26	2	0,0377
28	sd	30	54	28	2	0,0370
30	sd	32	55	30	2	0,0364
32	sd	34	56	32	2	0,0357
34	sd	36	57,5	34	2	0,0348
36	sd	38	60	36	2	0,0333
38	sd	40	60	38	2	0,0333
38,0000		0,9163	N	41,47052998	SD(Tanah Sedang)	

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2.9 Perhitungan Tangga

Penetapan Dimensi Awal

Lebar L_1 = 5000 mm

Lebar bordes = 0,5 x L_1

= 2500 mm

Tinggi optrade (O) = 200 mm

Antrede (A) = 300 mm

Sudut kemiringan tangga = $\tan^{-1}\left(\frac{O}{A}\right)$

= 33,69◦

Tebal pelat tangga (h_{tg}) = 0,15 mm

Tinggi antar lantai (h_{et}) = 5000 mm

Jumlah anak tangga (n) = $\frac{\text{het}}{O}$

= 25 buah

L_{tg} $= \left(\frac{1}{2} \times \frac{H_{et}}{O} - 1\right) A$

L_{tg} = 3450 mm

2.2.2 Beban Tangga

Beban qtg

$$berat\ sendiri\ tangga = \frac{h_{tg}}{\cos\alpha} \times berat\ volume\ beton$$

Berat sendiri = 4,327 kN/m2

$$berat\ anak\ tangga\ = \frac{1}{2} \times O \times berat\ volume\ beton$$

Berat anak tangga = 2,4 kN/m2

$$berat\ ubin\ \&\ spesi\ = 0{,}05 \times berat\ volume\ ubin$$

Berat ubin dan spesi = 1,05 kN/m2

Berat railing diperkirakan = 1 kN/m2

Berat total qtg = 8,777 kN/m2

Beban qbd

Berat sendiri tangga	= 0,15 x 24
	= 3,6 kN/m2
Berat ubin dan spesi	= 0,05 x 21
	= 1,05 kN/m2
Berat railing diperkirakan	= 1 kN/m2
Berat total qbd	= 5,65 kN/m2
Beban hidup	= 4,79 kN/m2

Pembebanan

MDL	= 25,56 kNm
MLL	= 15,98 kNm
VDL	= 25,18 kNm
VLL	= 15,93 kNm

Kombinasi

Mu1	= 1,4 x 25,56
	= 35,784 kNm
Mu2	= 1,2 x 25,56 + 1,6 x 15,98
	= 56,24 kNm
Vu1	= 1,4 x 25,18
	= 35,252 kNm
Vu2	= 1,2 x 25,18 + 1,6 x 15,93
	= 55,704 kNm

Dipilih:

Mur	= 56, 24 kNm
Vur	= 55, 704 kNm

Rencana Penulangan Tangga Tumpuan

Mux	= 0,5 x 56,24
	= 28,12 kNm

Direncanakan

Tulangan pokok = 16

As = 0,25 x π x 162

= 201,062 mm2

Tulangan susut = 8

As = 0,25 x π x 82

= 50,2655 mm2

Fy tulangan pokok = 380 Mpa

Fy tulangan susut = 280 Mpa

F'c = 20 Mpa

B = 1000 m

Selimut beton = 20 mm

htg = 0,15 x 1000

= 150 mm

B1 = 0,85

$$d_s = h_{tg} - selimut\ beton - \frac{D_{tul.pokok}}{2}$$

ds = 122 mm

$$\rho = \frac{0{,}85\ f'_c}{f_y}\left[1 - \sqrt{1 - \frac{4\ M_u}{1{,}7\ \emptyset\ f'_c\ b\ d^2}}\right]$$

ρ = 0,00592

As min = 0,002 x 1000 x 150

= 300 mm2

As perlu = 0,00592 x 1000 x 122

= 722,24 mm2

$$S = \frac{0{,}25\ \pi\ d^2\ b}{A_s}$$

S = 278,387

Digunakan D16-250

Cek Gaya Geser

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

V_c = 92,7521 kN

$\emptyset\ V_c$ $= 0{,}75\ V_c$

$\emptyset\ V_c$ = 69,564 > Vur = 55,704 (aman)

Tulangan susut

As min = 300 mm2

S $= \dfrac{0{,}25\ \pi\ d^2\ b}{A_s}$

S = 167,552

Digunakan P8-150

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA