

LAMPIRAN 5

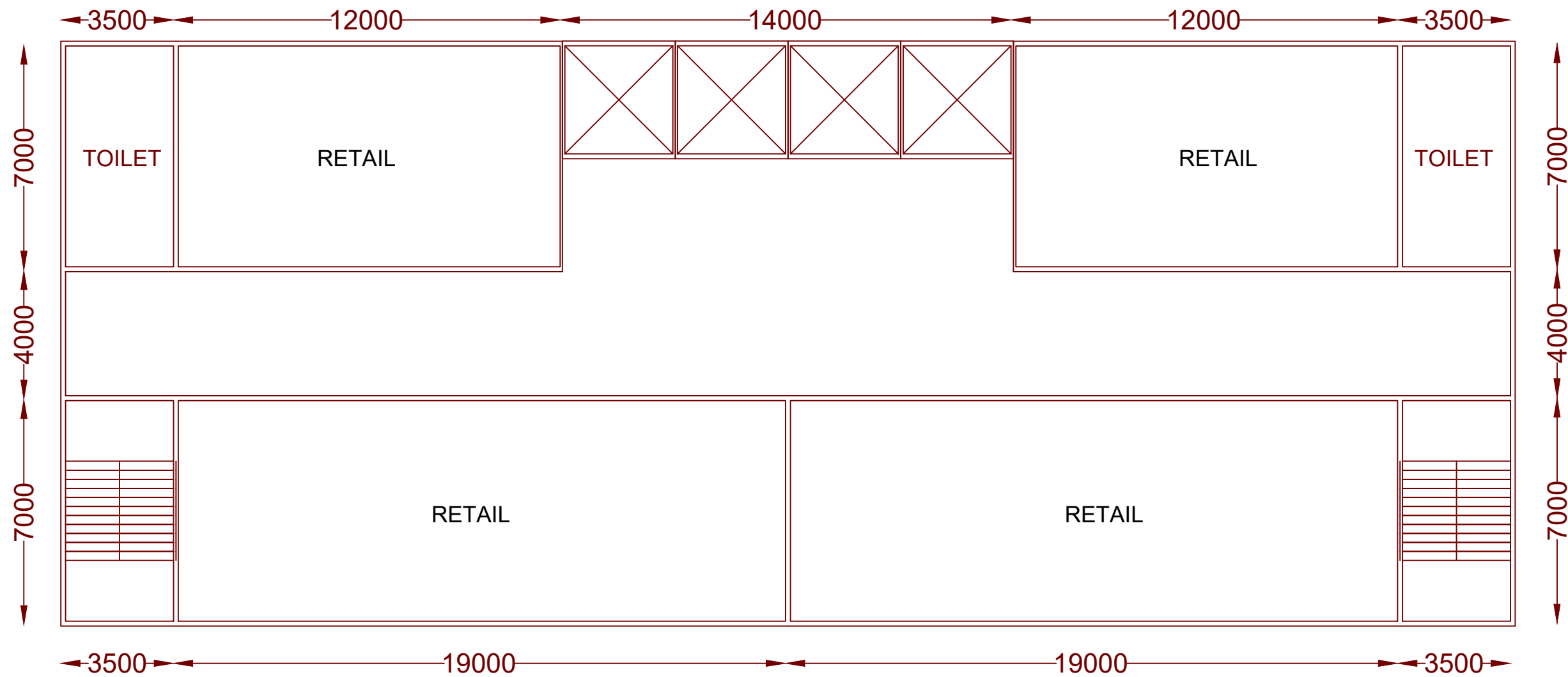


INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH LT 1 RETAIL

DENAH LT 1



SKALA 1:150

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH LT 1

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

LAMPIRAN 6



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH LT 2 RUANG PERTEMUAN

SKALA 1:150

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH LT 2

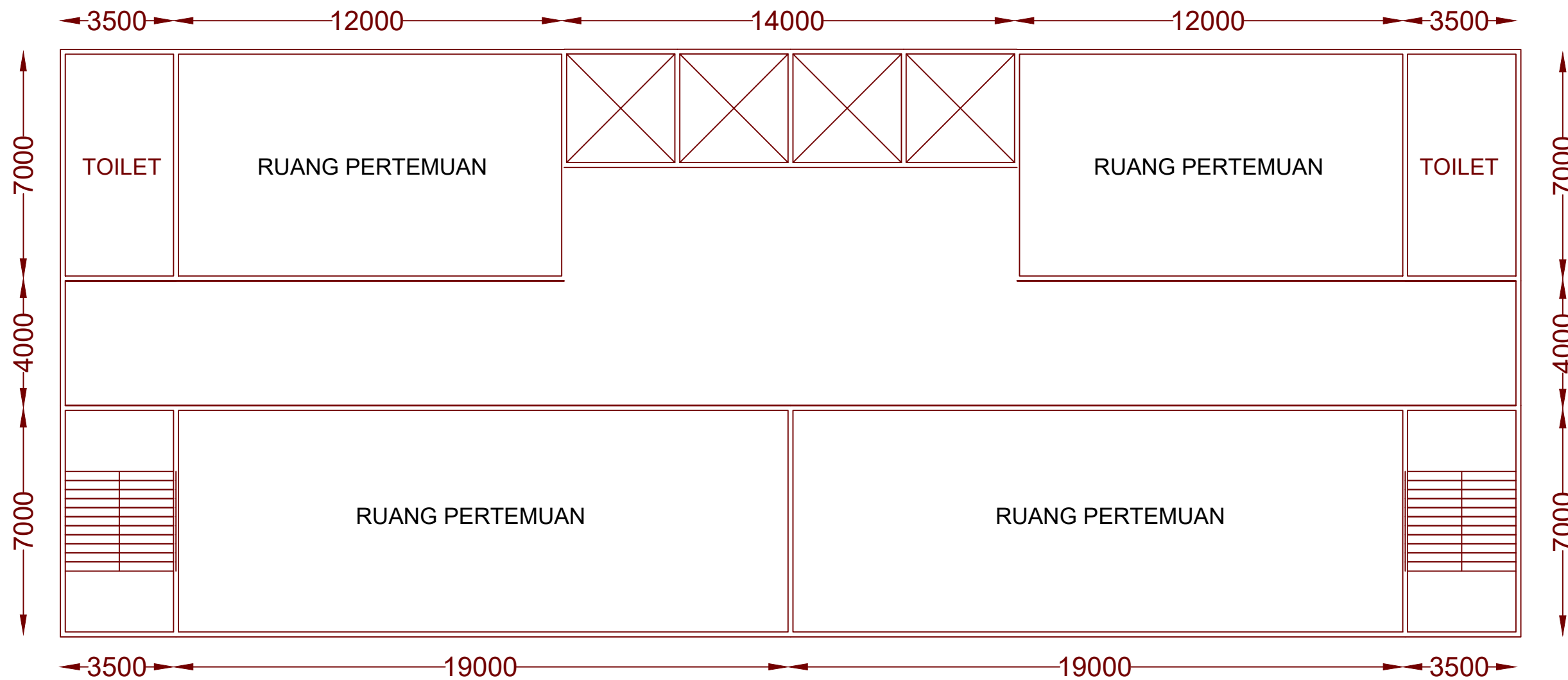
NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

DENAH LT 2



LAMPIRAN 7



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH LT 3 - 14
APARTEMEN

SKALA 1:150

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH LT 3-14

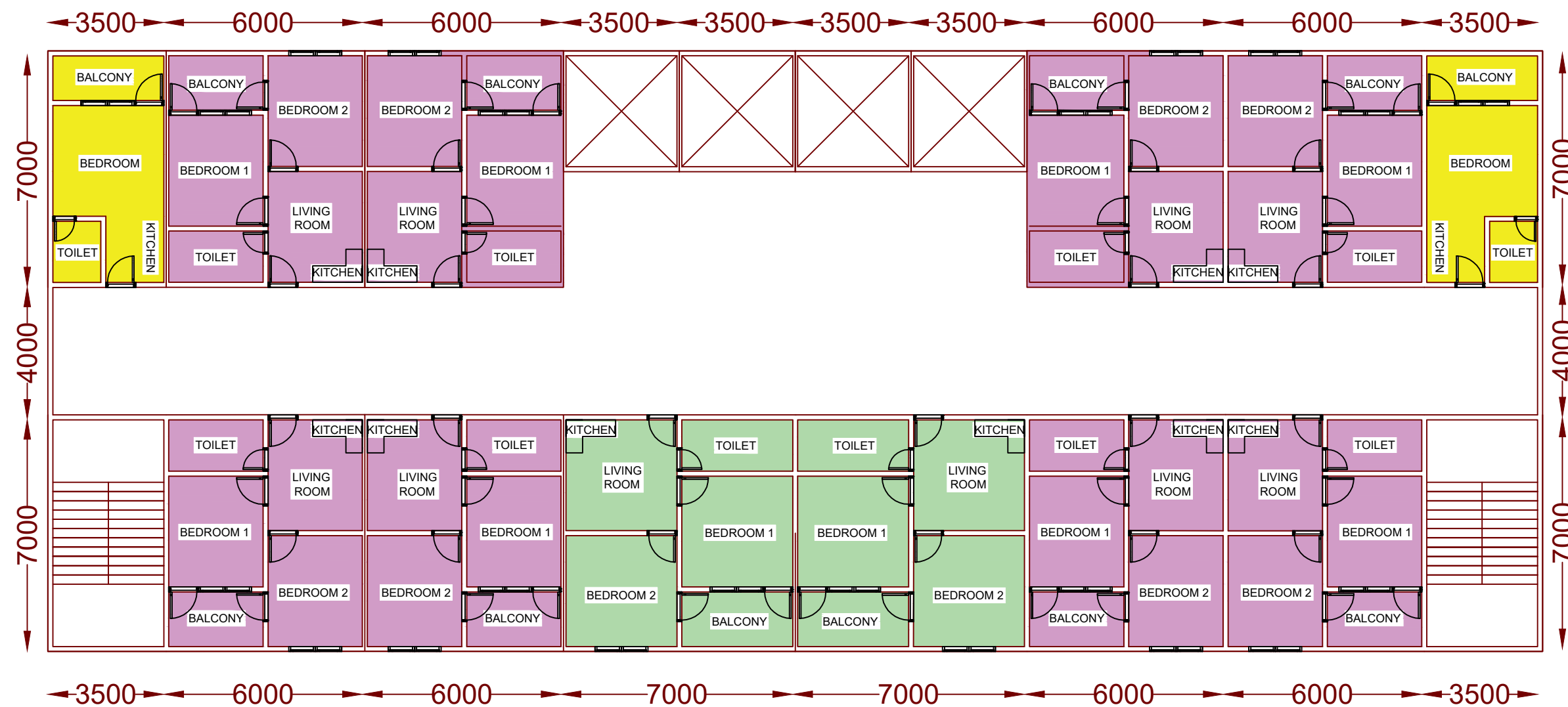
NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

DENAH LT 3-14



LAMPIRAN 8



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH ATAP TAMAN

SKALA 1:150

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DENAH ATAP

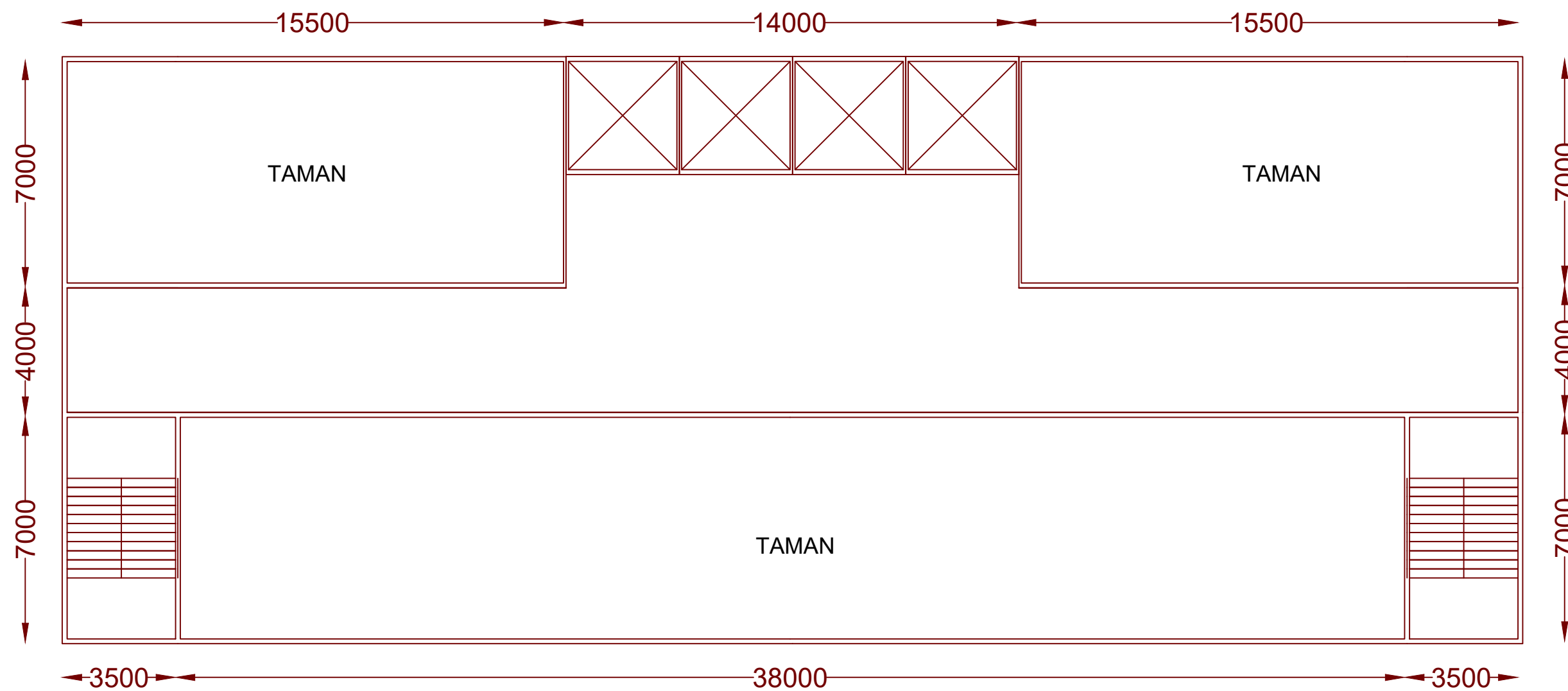
NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

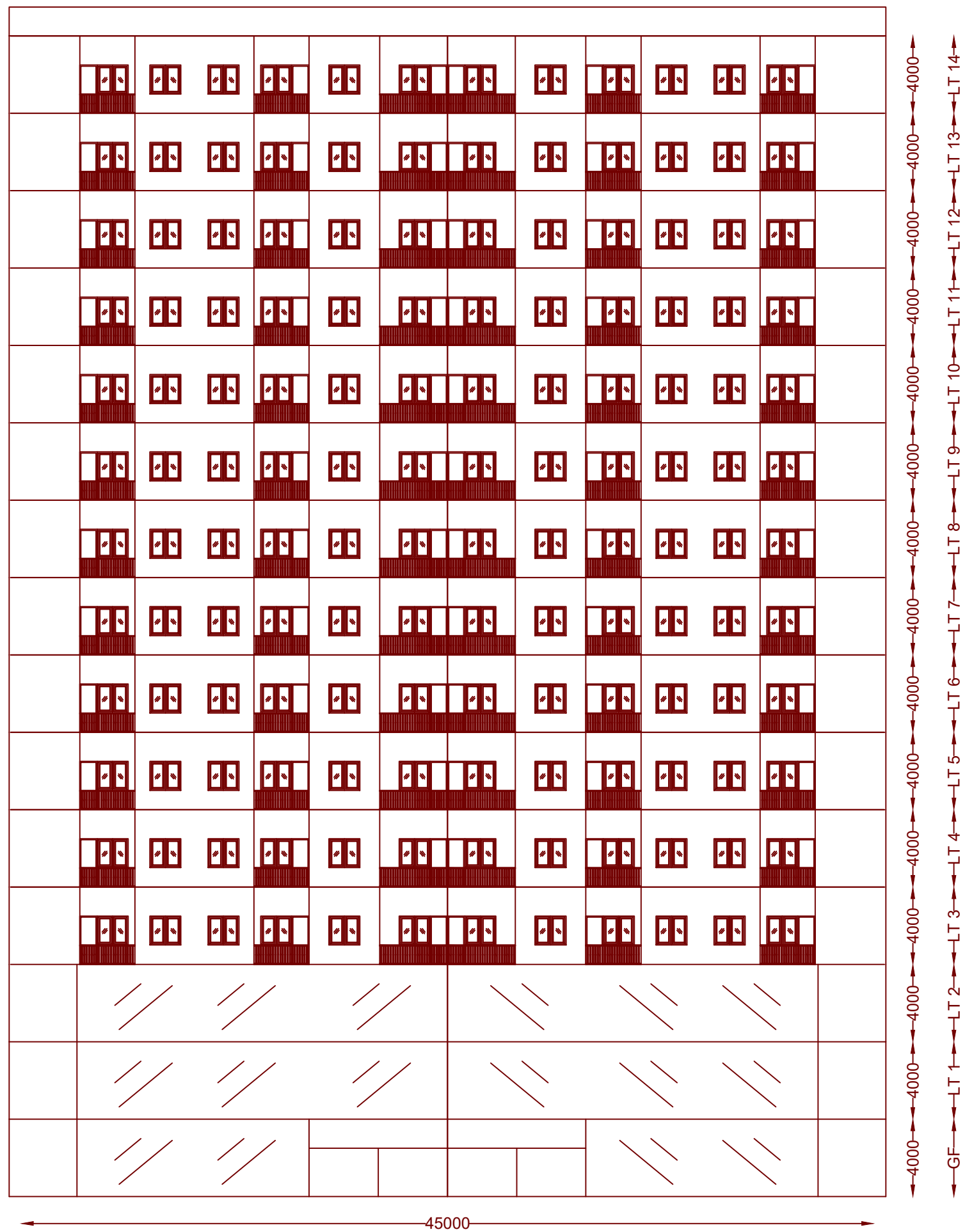
DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

DENAH ATAP



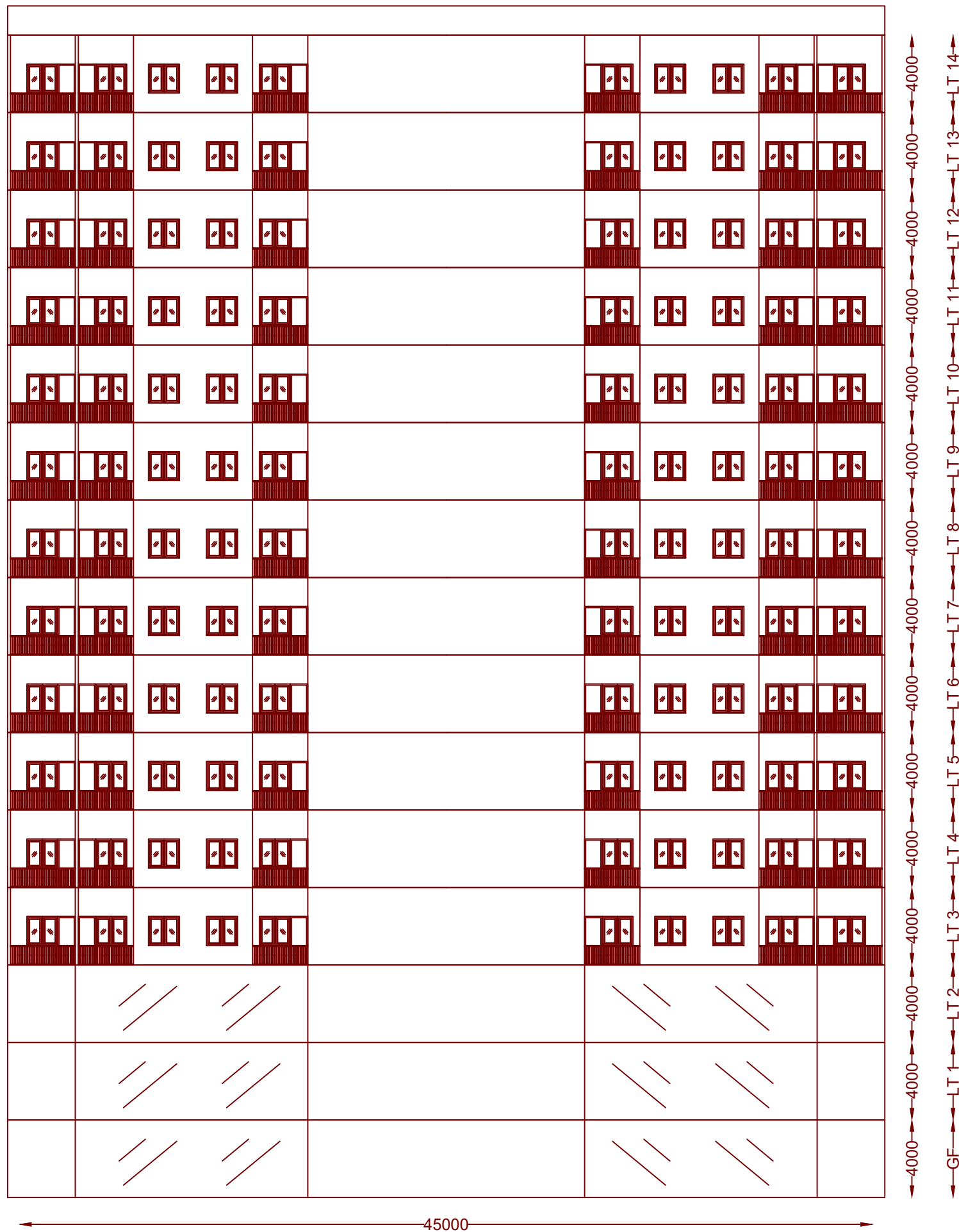
LAMPIRAN 9




TAMPAK DEPAN

	PERUNTUKAN	JUDUL GAMBAR	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
 <p data-bbox="73 2884 483 2914">INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA</p>	TUGAS AKHIR	TAMPAK DEPAN SKALA 1:250	Sienko Eka Putra 121200019	Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

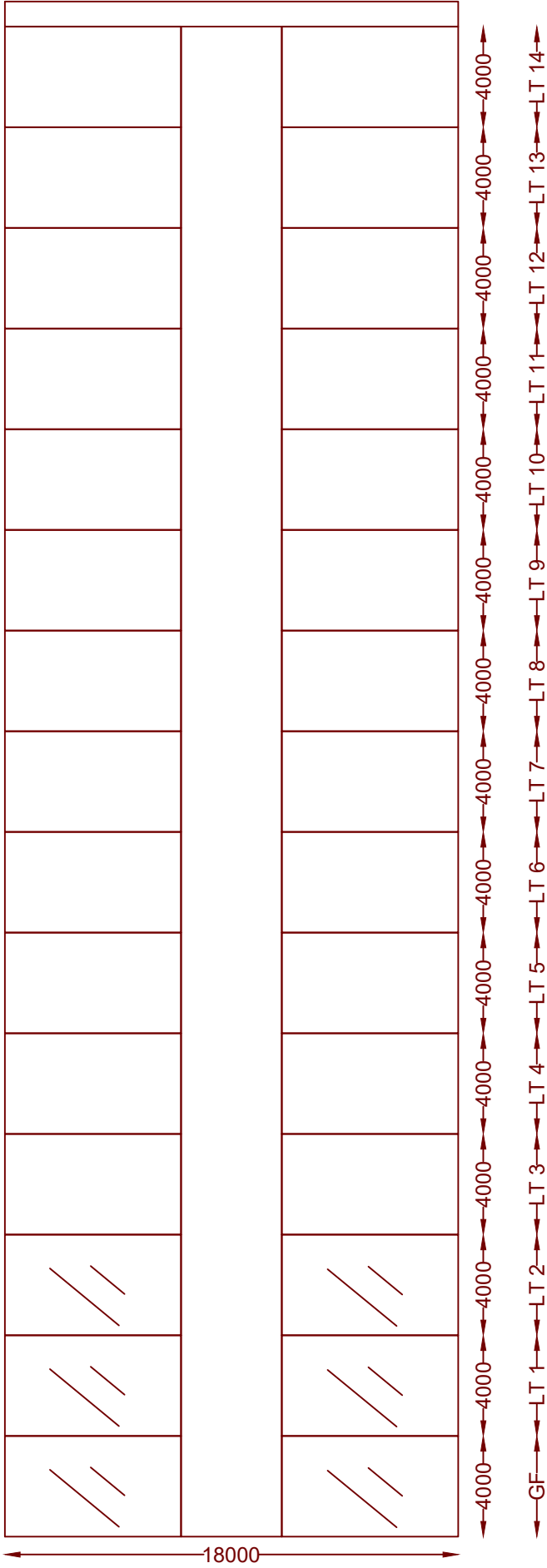
LAMPIRAN 10




TAMPAK BELAKANG

	PERUNTUKAN	JUDUL GAMBAR	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
 <p>INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA</p>	TUGAS AKHIR	TAMPAK BELAKANG SKALA 1:250	Sienko Eka Putra 121200019	Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

LAMPIRAN 11



TAMPAK SAMPING

 INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA	PERUNTUKAN	JUDUL GAMBAR	NAMA MAHASISWA	DOSEN PEMBIMBING
	TUGAS AKHIR	TAMPAK SAMPING SKALA 1:250	Sienko Eka Putra 1212000019	<u>Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM</u>

LAMPIRAN 12



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH BALOK & SHEARWALL

SKALA 1:175

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

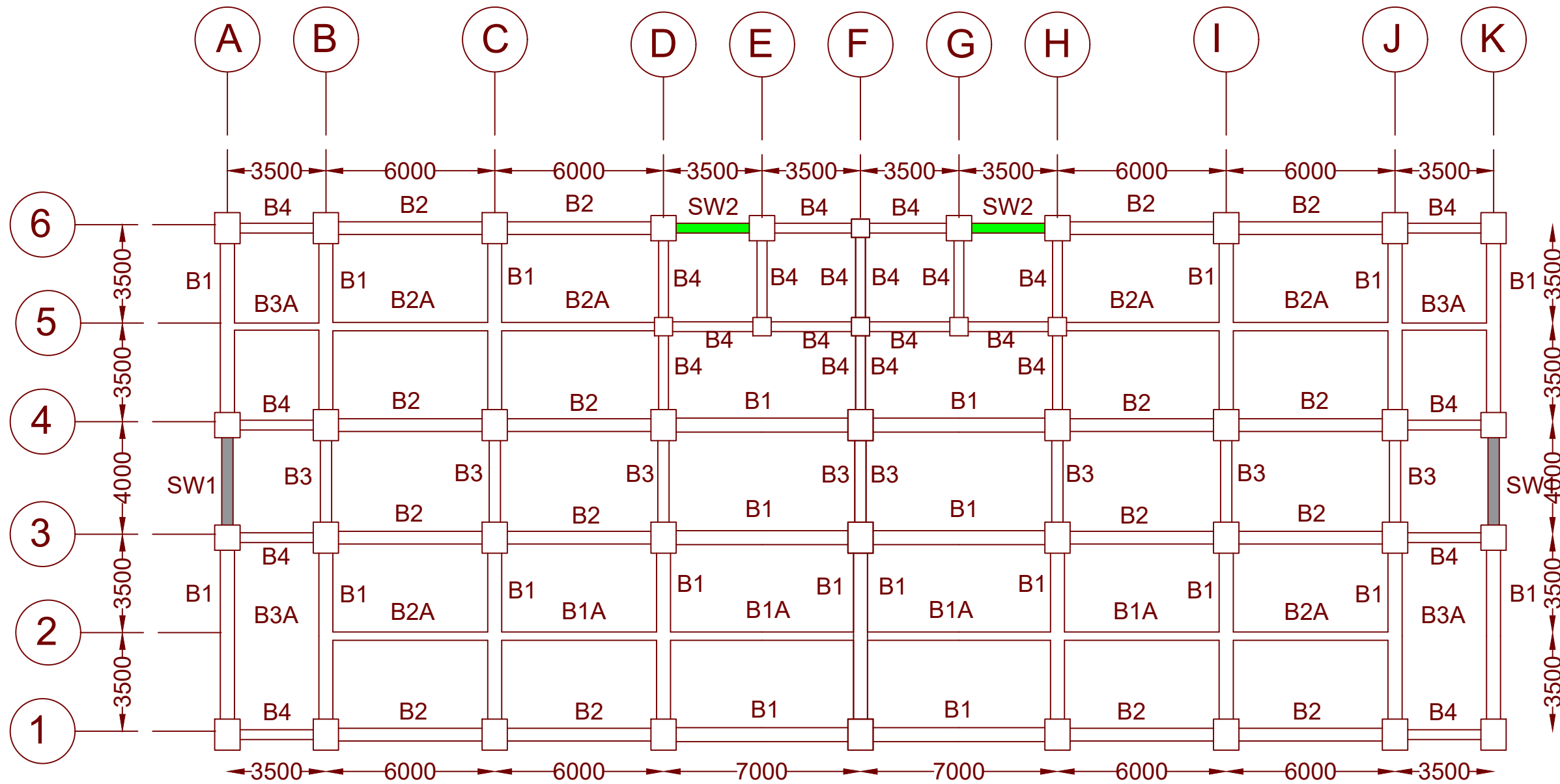
DENAH BALOK & SHEARWALL

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 13



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

Denah Pelat
 S1 :Slab 1
 S2 :Slab 2
 S3 :Slab 3
 S4 :Slab 4
 S5 :Slab 5
 S6 :Slab 6

SKALA 1:175

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

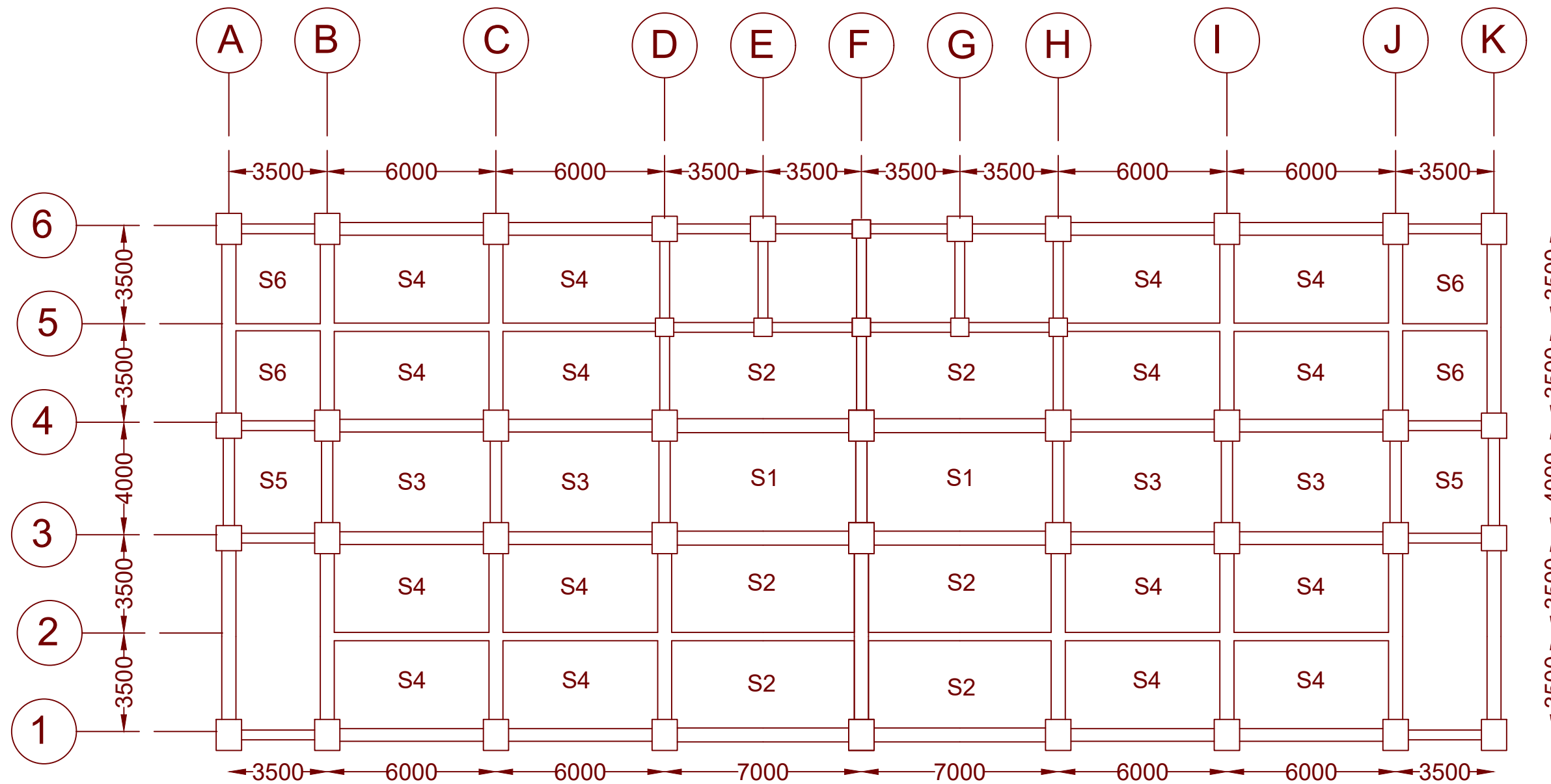
DENAH PELAT LANTAI

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
 1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 14



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH KOLOM K1
LT GF - LT 5

SKALA 1:175

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

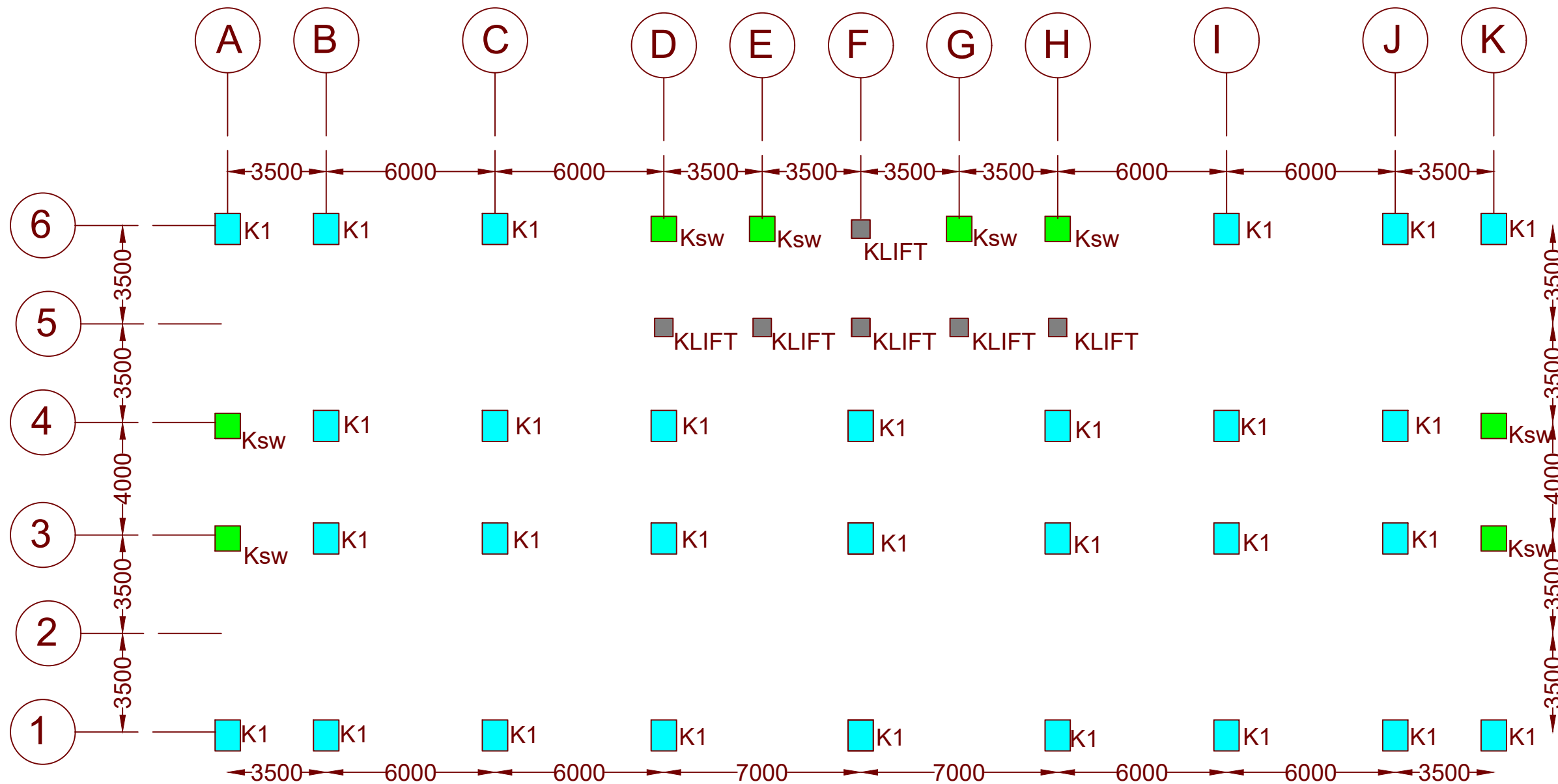
DENAH KOLOM K1

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 15



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH KOLOM K2
LT 6 - LT 10

SKALA 1:175

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

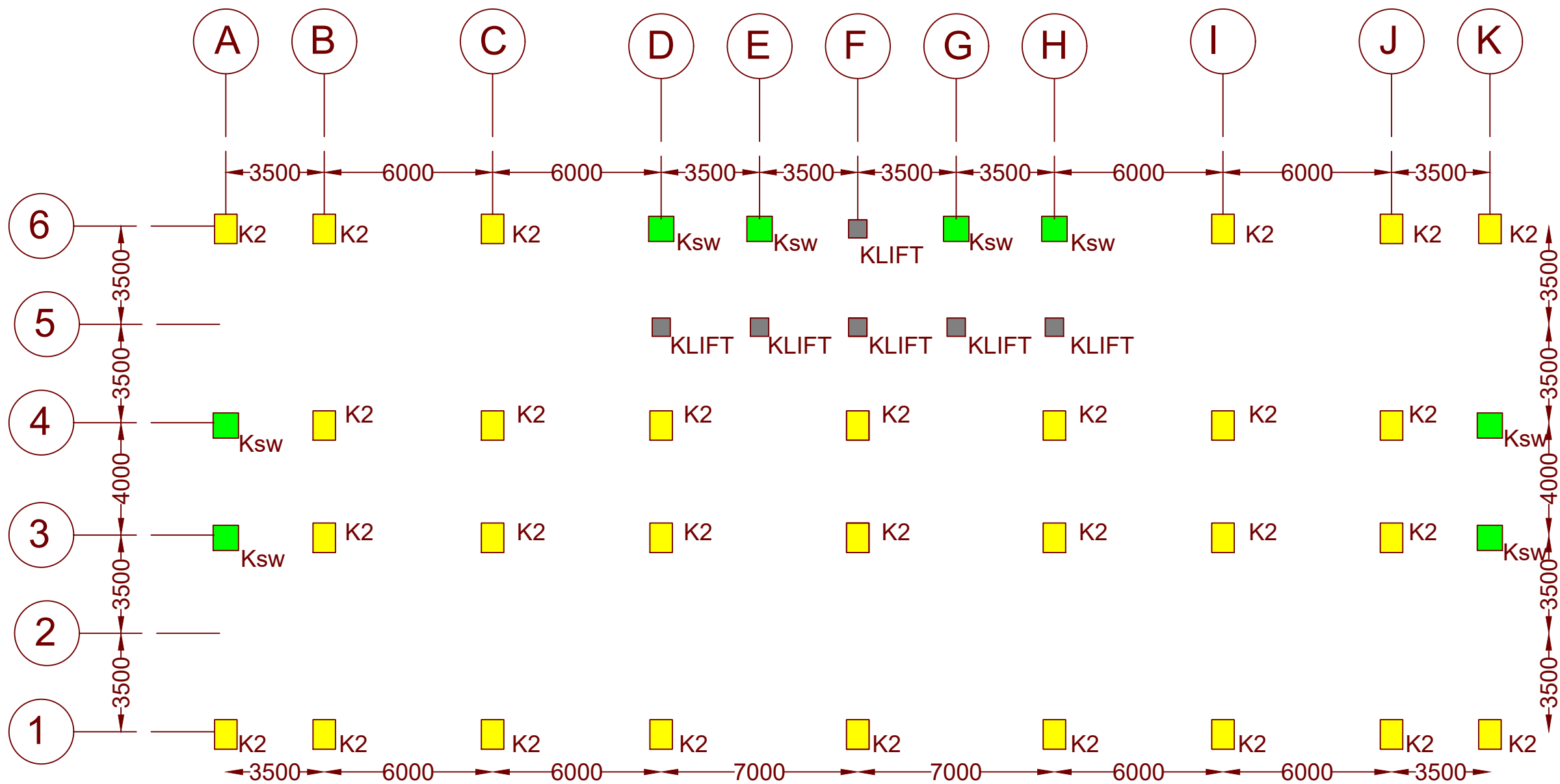
DENAH KOLOM K2

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 16



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH KOLOM K3
LT 11 - LT ATAP

SKALA 1:175

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

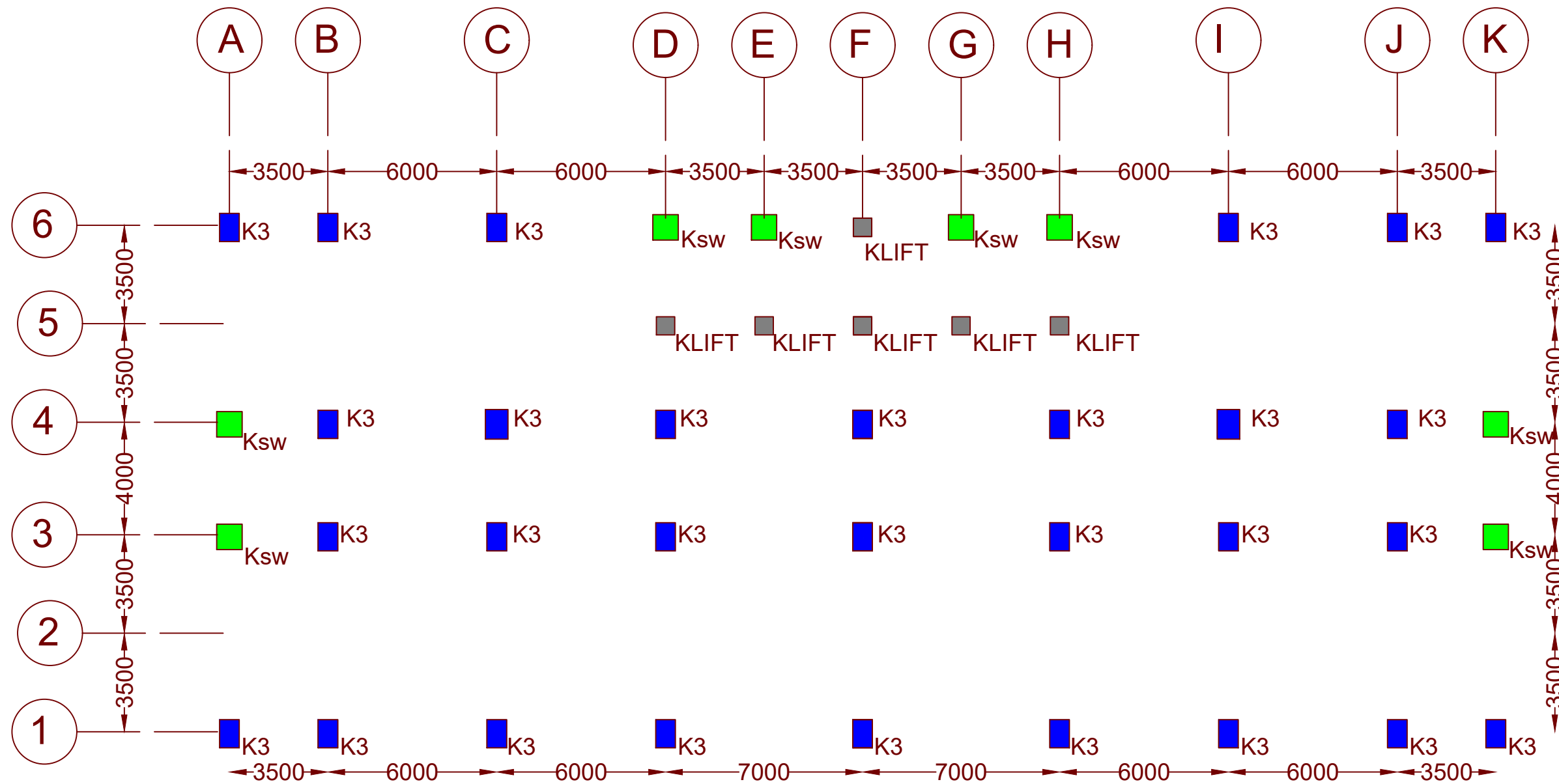
DENAH KOLOM K3

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 17



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

TYPE BALOK	B1		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	500 x 900	500 x 900	500 x 900
TULANGAN ATAS	11 D 22	5 D 22	11 D 22
TULANGAN BAWAH	9 D 22	6 D 22	9 D 22
SENGKANG	4D13 - 100	2D13 - 150	4D13 - 100
TUL. PEMINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

TYPE BALOK	B2		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	450 x 850	450 x 850	450 x 850
TULANGAN ATAS	8 D 22	4 D 22	8 D 22
TULANGAN BAWAH	6 D 22	4 D 22	6 D 22
SENGKANG	4D13 - 100	4D13 - 150	4D13 - 100
TUL. PEMINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

TYPE BALOK	B3		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	400 x 750	400 x 750	400 x 750
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22
TULANGAN BAWAH	5 D 22	4 D 22	5 D 22
SENGKANG	3D13 - 100	2D13 - 150	3D13 - 100
TUL. PEMINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

TYPE BALOK	B4		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	350 x 650	350 x 650	350 x 650
TULANGAN ATAS	7 D 22	4 D 22	7 D 22
TULANGAN BAWAH	4 D 22	4 D 22	4 D 22
SENGKANG	3D13 - 100	2D13 - 150	3D13 - 100
TUL. PEMINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

KETERANGAN

DETAIL BALOK INDUK

SKALA 1:30

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DETAIL BALOK INDUK

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

LAMPIRAN 18



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

TYPE BALOK	B1a		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	300x 550	300x 550	300x 550
TULANGAN ATAS	5 D 22	3 D 22	5 D 22
TULANGAN BAWAH	3 D 22	3 D 22	3 D 22
SENGKANG	2D13 - 100	2D13 - 150	2D13 - 100
TUL. PEMINGGANG			

TYPE BALOK	B2a		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	300 x 500	300 x 500	300 x 500
TULANGAN ATAS	4 D 22	2 D 22	4 D 22
TULANGAN BAWAH	2 D 22	2 D 22	2 D 22
SENGKANG	2D13 - 100	2D13 - 150	2D13 - 100
TUL. PEMINGGANG			

TYPE BALOK	B3a		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	250 x 450	250 x 450	250 x 450
TULANGAN ATAS	2 D 22	2 D 22	2 D 22
TULANGAN BAWAH	2 D 22	2 D 22	2 D 22
SENGKANG	2D13 - 100	2D13 - 150	2D13 - 100
TUL. PEMINGGANG			

TYPE BALOK	B Tangga		
LETAK POTONGAN	TUMPUAN KIRI	LAPANGAN	TUMPUAN KANAN
POTONGAN			
UKURAN	350 x 600	350 x 600	350 x 600
TULANGAN ATAS	5 D 22	2 D 22	5 D 22
TULANGAN BAWAH	5 D 22	2 D 22	5 D 22
SENGKANG	2D13 - 80	2D13 - 150	2D13 - 80
TUL. PEMINGGANG	2 D 13	2 D 13	2 D 13

KETERANGAN

DETAIL BALOK ANAK

SKALA 1:30

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DETAIL BALOK ANAK

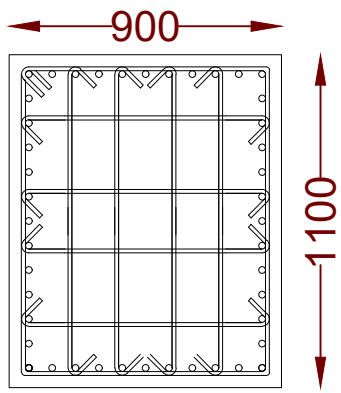
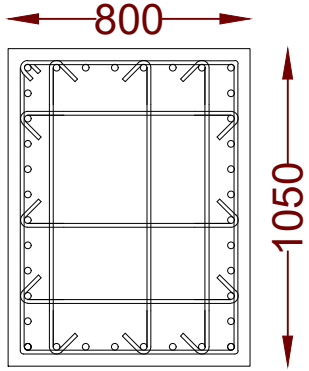
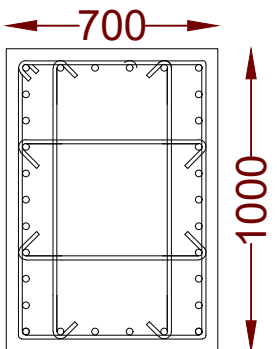
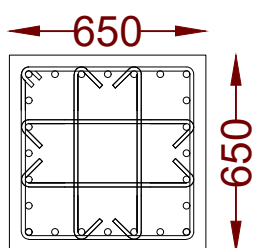
NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

LAMPIRAN 19

KOLOM K1		KOLOM K2	
			
TULANGAN UTAMA	44 D 22	TULANGAN UTAMA	36 D 22
SENGKANG :	6D13-100 6D13-120	SENGKANG :	5D13-100 5D13-120
SELIMUT BETON	40 40	SELIMUT BETON	40 40
POSISI :	TUMPUAN LAPANGAN	POSISI :	TUMPUAN LAPANGAN
KOLOM K3		KOLOM Klift	
			
TULANGAN UTAMA	30 D 22	TULANGAN UTAMA	24 D 22
SENGKANG :	4D13-100 4D13-120	SENGKANG :	4D13-100 4D13-120
SELIMUT BETON	40 40	SELIMUT BETON	40 40
POSISI :	TUMPUAN LAPANGAN	POSISI :	TUMPUAN LAPANGAN



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DETAIL KOLOM

SKALA 1:25

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DETAIL KOLOM

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

LAMPIRAN 20



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DETAIL PELAT

- S1 :Slab 1
- S2 :Slab 2
- S3 :Slab 3
- S4 :Slab 4
- S5 :Slab 5
- S6 :Slab 6

SKALA 1:20

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

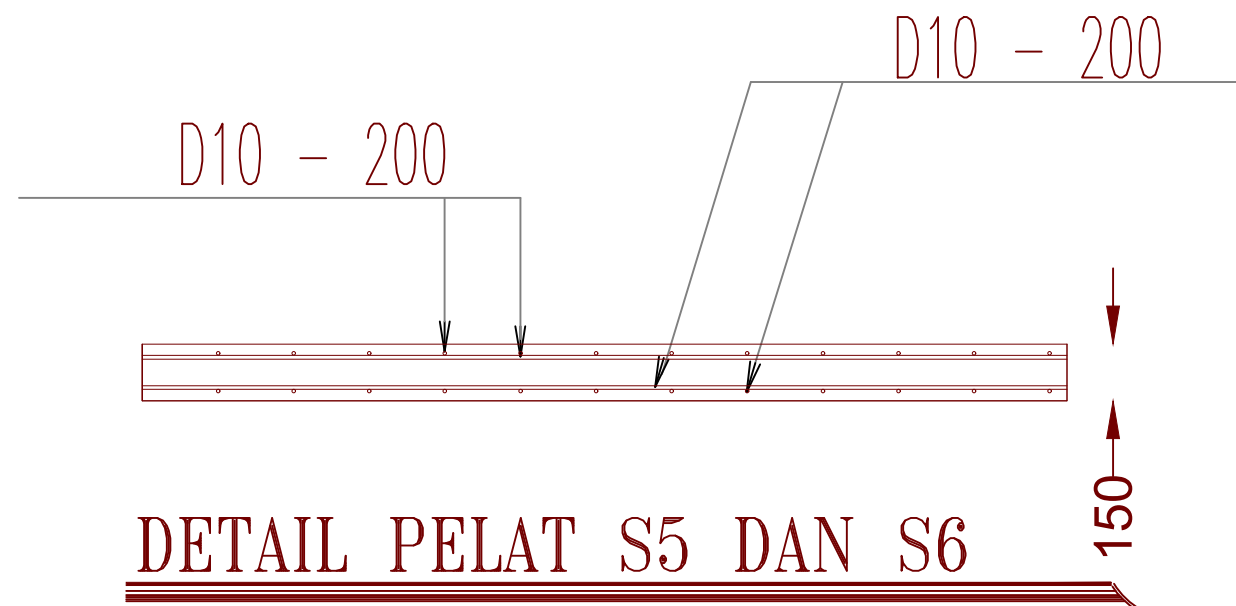
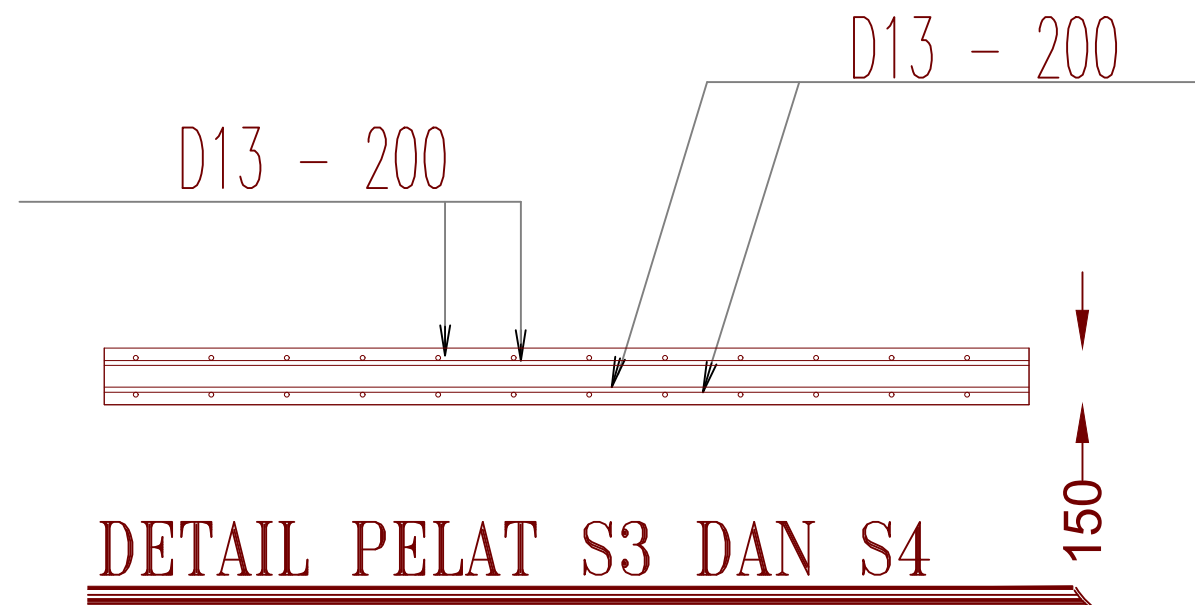
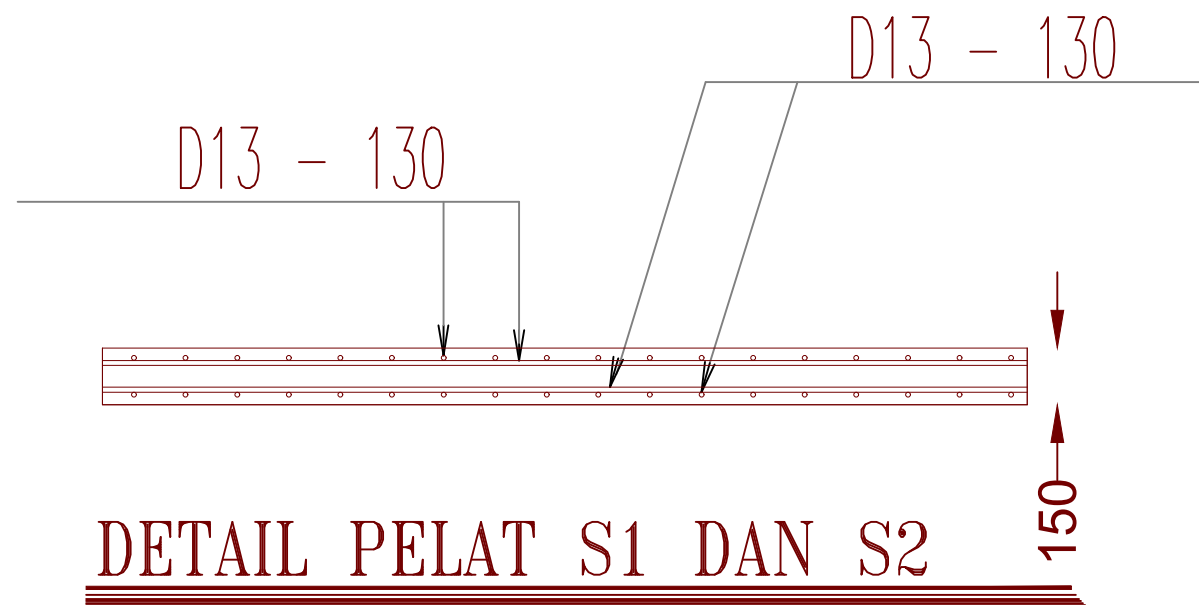
DETAIL PELAT

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 21



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DENAH TANGGA

SKALA 1:25

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

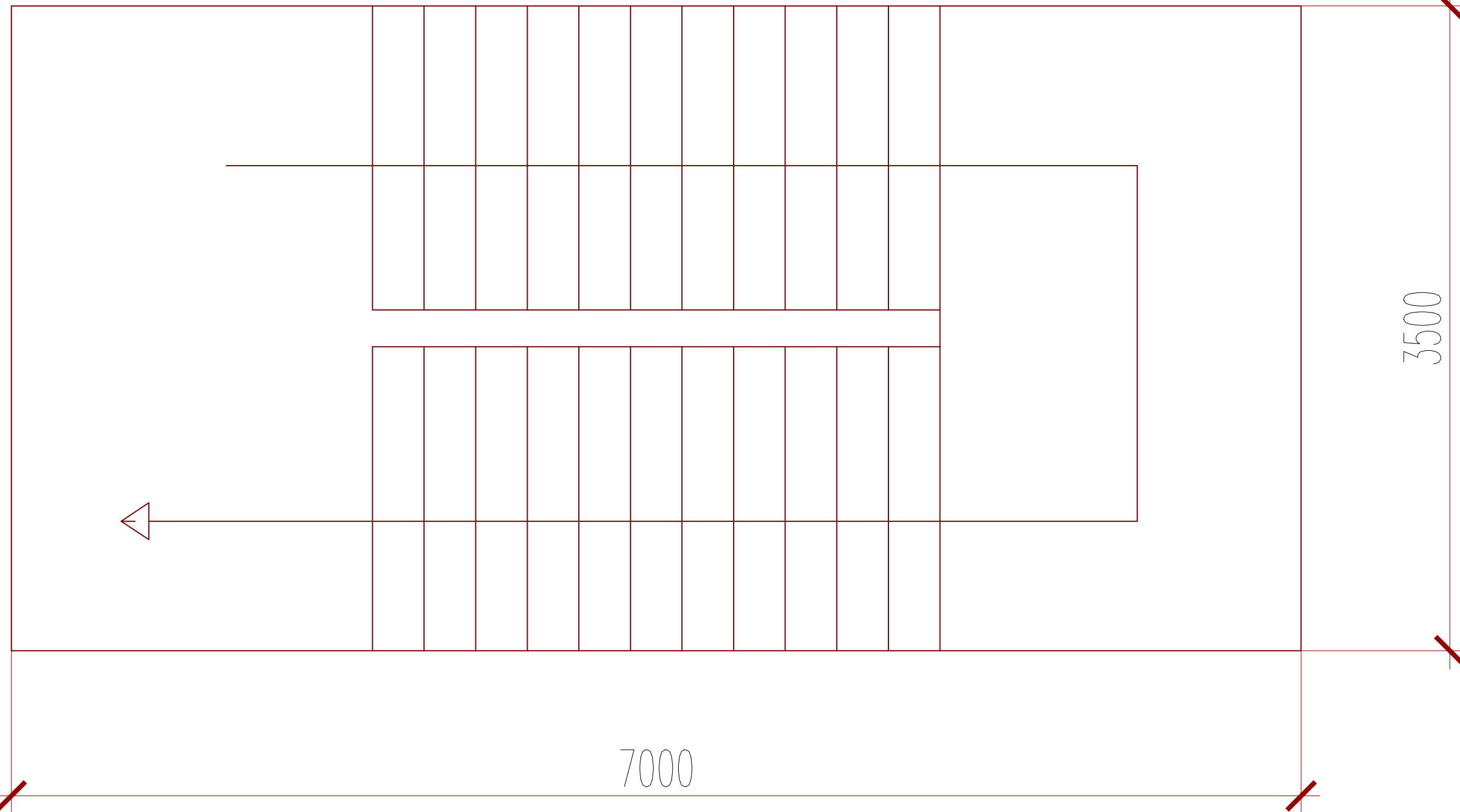
DENAH TANGGA

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 22



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DETAIL PELAT TANGGA

SKALA 1:25

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

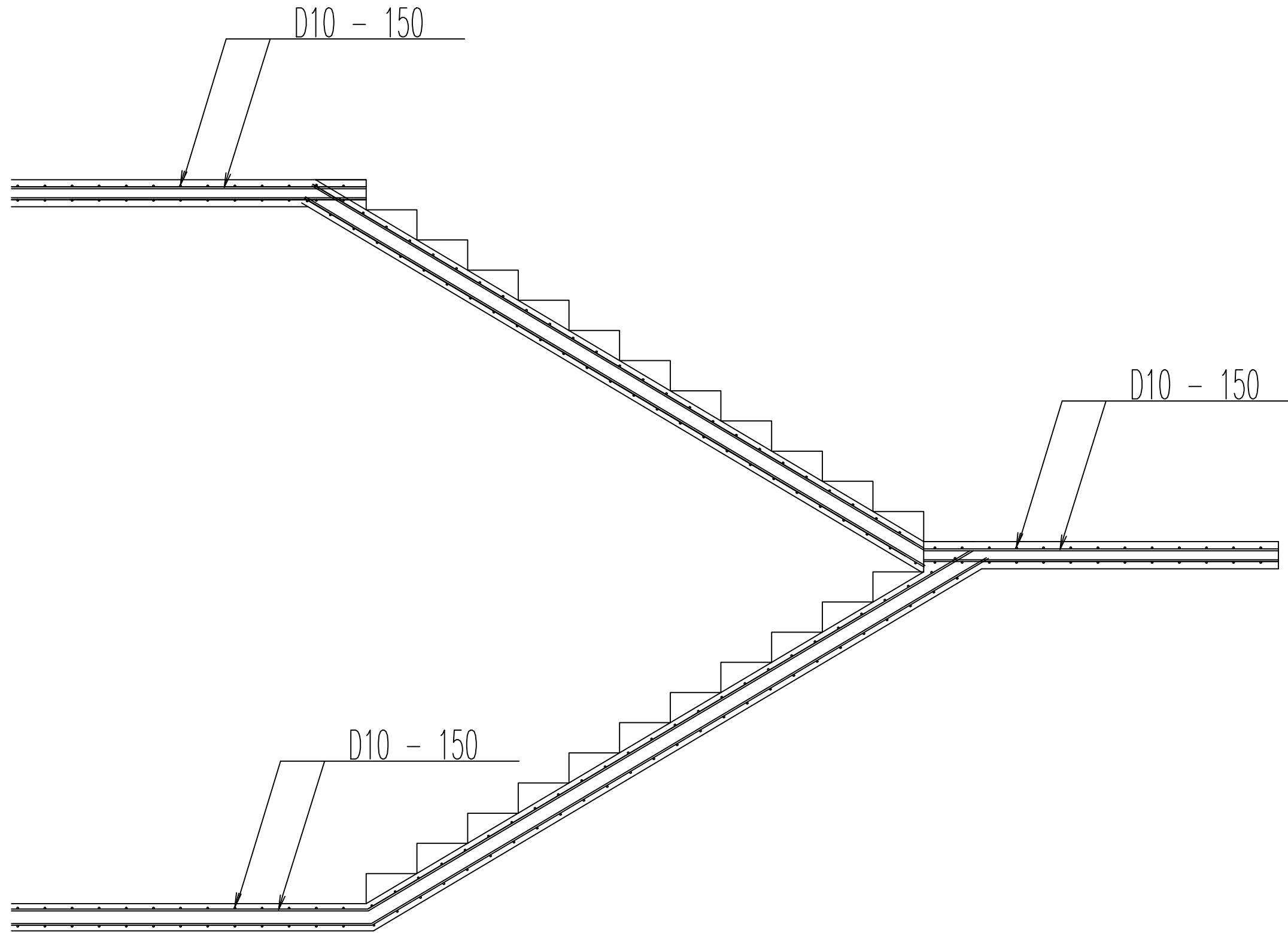
DETAIL PELAT TANGGA

NAMA MAHASISWA

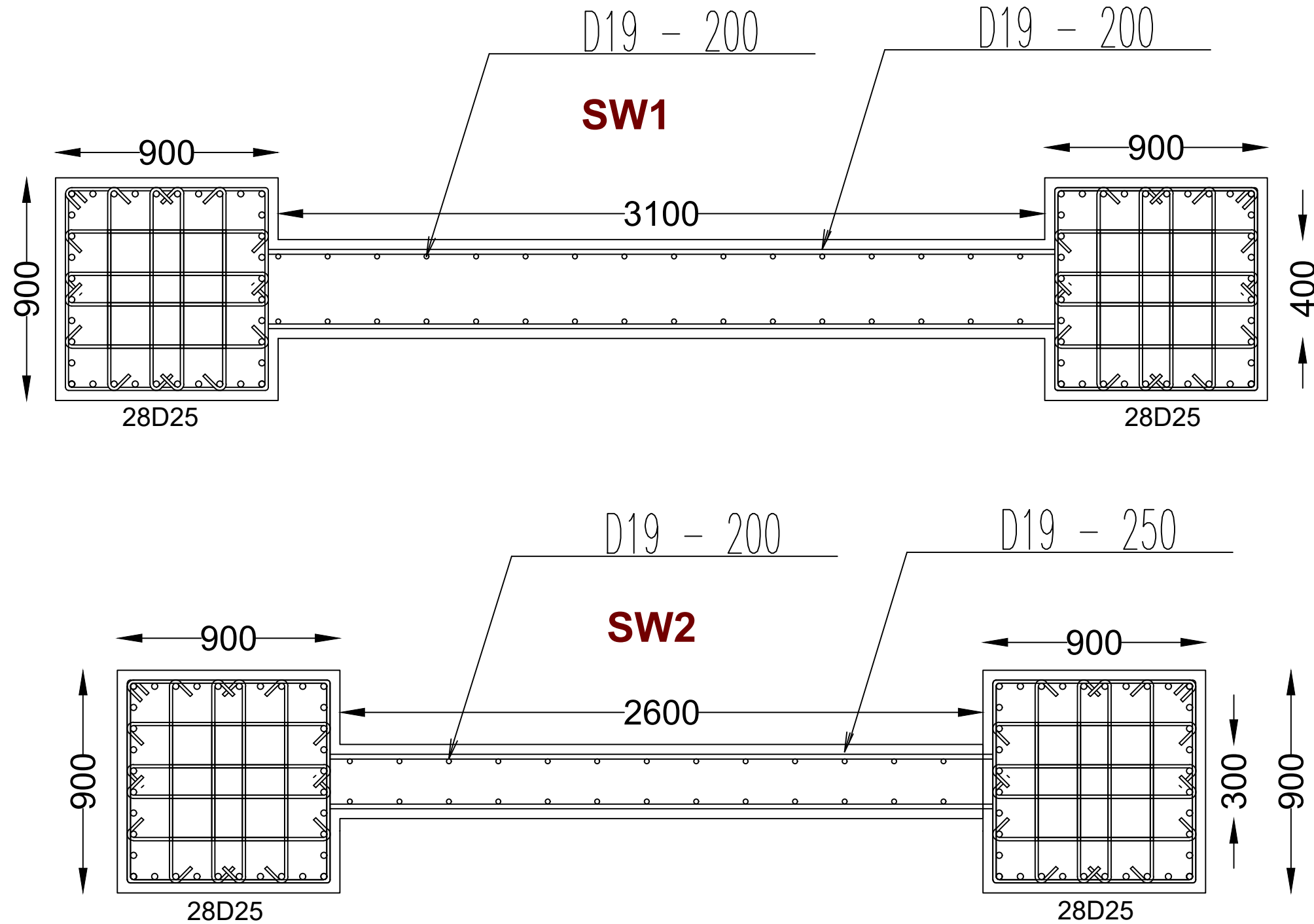
Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM



LAMPIRAN 23



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

KETERANGAN

DETAIL SHEARWALL

SKALA 1:20

PERUNTUKAN

TUGAS AKHIR

JUDUL GAMBAR

DETAIL SHEARWALL

NAMA MAHASISWA

Sienko Eka Putra
1212000019

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Dr. Sc-Ing Ir. Riana Herlina L., MT., IPM

Lampiran 24 Penentuan jenis tanah pada lokasi perancangan

Data NSPT dan kedalaman Tanah Kabupaten Bogor			
d	di	Ni	di/Ni
d1	2.5	7	0.36
d2	2	8	0.25
d3	2	9	0.22
d4	2	7	0.29
d5	2	5	0.40
d6	2	4	0.50
d7	2	6	0.33
d8	2	12	0.17
d9	2	18	0.11
d10	2	51	0.04
d11	2	57	0.04
d12	2	60	0.03
d13	2	59	0.03
d14	2	53	0.04
d15	2	25	0.08
Σ	30.5		2.89
	10.6	Tanah lunak	

Lampiran 25 Preliminary Balok

Type Balok	Bentang ℓ (mm)	hmin (mm)	bmin (mm)	Dimensi terpilih	
	$\ell/16$	0.3h atau 250 mm		h	b
B1	7000	437.50	131.25	900	500
B2	6000	375.00	112.50	850	450
B3	4000	250.00	75.00	750	400
B4	3500	250.00	75.00	650	350

Type Balok	Bentang ℓ (mm)	hmin (mm)	bmin (mm)	Dimensi terpilih	
	$\ell/21$	0.3h atau 250 mm		h	b
B1a	7000	333.33	100.00	550	300
B2a	6000	285.71	85.71	500	300
B3a	3500	250.00	75.00	450	250
Btangga	3500	250.00	75.00	600	350

Lampiran 26 Preliminary Pelat

Mutu baja fy	420	mpa	$\alpha_f = \frac{4700 \sqrt{f_c} \times \frac{1}{12} \times b_{balok} \times h_{balok}^3}{4700 \sqrt{f_c} \times \frac{1}{12} \times \ell_{pelat} \times h_{pelat}^3}$	t : tebal pelat							
Mutu Beton fc	35	mpa	$\alpha_{fm} = \frac{E_{cb} I_b}{E_{cp} I_p}$	b : tebal balok							
Tebal pelat rcn	155	mm	$t_{min} \text{ jika } \alpha_{fm} > 2 = \frac{\ell_y (0,8 + (\frac{f_y}{1400}))}{36 + (9 \times \beta)}$	h : tinggi balok							
			$\beta = \ell_y / \ell_x$	ℓ : panjang bentang							
				α_f : rasio kekakuan balok terhadap pelat							
				α_{fm} : rata-rata α_f							
				β : rasio dimensi panjang terhadap pendek							
Pelat1 as D-F,3-4			Pelat 2 as D-F,2-23			Pelat 3 as B-C,3-4					
ℓ_y	7000	mm	ℓ_y	7000	mm	ℓ_y	6000	mm			
ℓ_x	4000	mm	ℓ_x	3500	mm	ℓ_x	4000	mm			
β	1.75		β	2.00		β	1.50				
Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B2	h	b	ℓ
	900	500	7000		900	500	7000		850	450	6000
α_{f1}	13.98			α_{f1}	13.98			α_{f1}	12.37		
Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B2	h	b	ℓ
	900	500	7000		900	500	7000		850	450	3500
α_{f2}	13.98			α_{f2}	13.98			α_{f2}	21.20		
Sisi B3	h	b	ℓ	Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B3	h	b	ℓ
	750	400	4000		900	500	3500		750	400	3500
α_{f3}	11.33			α_{f3}	27.97			α_{f3}	12.95		
Sisi B3	h	b	ℓ	Sisi B1a	h	b	ℓ	Sisi B3	h	b	ℓ
	750	400	4000		550	300	3500		750	400	6000
α_{f4}	11.33			α_{f4}	3.83			α_{f4}	7.55		
α_{fm}	12.66	>2		α_{fm}	14.48	>2		α_{fm}	12.00	>2	
t_{min}	148.79	mm		t_{min}	142.593	mm		t_{min}	133.333	mm	
Pelat 4 as B-C,4-5			Pelat 5 as A-B,3-4			Pelat 6 as A-B,5-6					
ℓ_y	6000	mm	ℓ_y	4000	mm	ℓ_y	3500	mm			
ℓ_x	3500	mm	ℓ_x	3500	mm	ℓ_x	3500	mm			
β	1.71		β	1.14		β	1.00				
Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B3	h	b	ℓ	Sisi B1	h	b	ℓ
	900	500	3500		750	400	4000		900	500	3500
α_{f1}	27.97			α_{f1}	11.33			α_{f1}	27.97		
Sisi B1	h	b	ℓ	Sisi B4	h	b	ℓ	Sisi B1'	h	b	ℓ
	900	500	3500		650	350	3500		900	500	3500
α_{f2}	27.97			α_{f2}	7.37			α_{f2}	27.97		
Sisi B2	h	b	ℓ	Sisi B4	h	b	ℓ	Sisi B4	h	b	ℓ
	850	450	6000		650	350	3500		650	350	3500
α_{f3}	12.37			α_{f3}	7.37			α_{f3}	7.37		
Sisi B2a	h	b	ℓ					Sisi B3a	h	b	ℓ
	500	300	6000						450	250	3500
α_{f4}	1.68							α_{f4}	1.75		
α_{fm}	17.50	>2		α_{fm}	8.69	>2		α_{fm}	16.26	>2	
t_{min}	128.33	mm		t_{min}	95.0617	mm		t_{min}	90	mm	

Lampiran 27 Preliminary Kolom K1

K1 lantai dasar-atap						
Berat jenis beton	:	2.4				kn/m3
Jumlah lantai (n)	:	16				Lantai
Jumlah lantai retail (n1)	:	2				Lantai
Jumlah lantai ruang pertemuan (n2)	:	1				Lantai
Jumlah lantai hunian (n3)	:	12				Lantai
Tebal Pelat (t)	:	0.15				m
Tinggi lantai 1-21	:	4				m
Dimensi plat (p x l)	:	7	5.5			m
luas tributari (AT)	:	38.5				m2
Faktor elemen beban hidup (KLL)	:	4				m2
KLL AT	:	154				m2
Berat Sendiri Struktur [p l t × n lantai × bj beton] atau [b h l × n lantai × bj beton]						
Keterangan		p	l	t	Dead Load (DL)	
Plat lantai	:	7	5.5	0.15	221.8	kN
		b	h	l		
B1 (1.5)	:	0.9	0.5	7	181.4	kN
B1a (1)	:	0.55	0.3	7	44.4	kN
B3 (1/2)	:	0.75	0.4	4	23	kN
Total berat sendiri struktur					470.6	kN
Beban mati tambahan [AT × SIDL ₀ × n lantai]						
Keterangan		SIDL ₀			Super Dead Load (SIDL)	
Plafon gypsum board 15mm	:	0.12	kn/m2		97.0	kN
keramik (19mm) + Mortar (25mm)	:	1.1	kn/m2		889.4	kN
Mechanical Electrical	:	0.19	kn/m2		153.6	kN
Dinding tembok	:	1.87	kn/m2		1413.7	kN
Dinding kaca	:	0.38	kn/m2		91.8	kN
Total beban mati tambahan					2645.5	kN
Beban Hidup [AT × LL ₀ × n lantai]						
Keterangan		LL ₀			Live Load (LL)	
Beban hidup LT 3-14	:	2.64	kn/m2		1219.7	kN
Beban hidup atap	:	4.79	kn/m2		184.4	kN
Beban hidup retail LT dasar	:	4.79	kn/m2		184.4	kN
Beban hidup retail LT 2	:	4.31	kn/m2		165.9	kN
Beban hidup ruang pertemuan	:	4.79	kn/m2		184.4	kN
Karena KLL AT > 37,6m2 maka beban hidup dapat direduksi						
Reduksi Beban hidup	jika	$LL_0 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) \geq 0,4 LL_0$				
Reduksi Beban hidup atap	jika	$0,58 \text{ kN/m}^2 \leq L_r \leq 0,96 \text{ kN/m}^2$ Lr : LL ₀ .R1.R2 R1 : (1,2 - (0,011 AT)) R2 : 1				
Ruang pertemuan tidak diperbolehkan direduksi						
L LT 3-14	:	1.6	kn/m2	≥	1.056	kn/m2
LL tereduksi	:	754.1	kN			
L Retail LT dasar	:	3.0	kn/m2	≥	1.916	kn/m2
LL tereduksi	:	114.0	kN			
L Retail LT 2	:	2.7	kn/m2	≥	1.724	kn/m2
LL tereduksi	:	102.6	kN			
Load roof (Lr atap)	:	3.72	kn/m2	Tidak direduksi	>0,96 kN/m2	
Total beban hidup tereduksi dan beban hidup ruang pertemuan (kecuali atap)	:	1155.1	kN			
Qu = 1,2 DL + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 Lr	=	5679.7	kn			
A Perlu = (Qu kolom × 1000)/(0,3 × fc')	=	473304.5	mm2			
Digunakan kolom	=	1100 x 900	mm			
A digunakan	=	990000	mm2			

A : Luas penampang
 p : Panjang pelat
 l : Lebar pelat
 t : Tebal pelat
 b : tebal balok
 h : tinggi balok
 l : Bentang balok
 Qu : Daya dukung kolom
 s : Sisi kolom

Lampiran 28 Preliminary Kolom K2

K2 lantai 6 - atap						
Berat jenis beton	:	2.4		kn/m3		
Jumlah lantai (n)	:	10		Lantai		
Jumlah lantai hunian (n3)	:	9		Lantai		
Tebal Pelat (t)	:	0.15		m		
Tinggi lantai 1-21	:	4		m		
Dimensi plat (p x l)	:	7	5.5	m		
luas tributari (AT)	:	38.5		m2		
Faktor elemen beban hidup (KLL)	:	4		m2		
KLL AT	:	154		m2		
Berat Sendiri Struktur [p l t × n lantai × bj beton] atau [b h l × n lantai × bj beton]						
Keterangan		p	l	t	Dead Load (DL)	
Plat lantai	:	7	5.5	0.15	138.6	kN
		b	h	l		
B1 (1/2)	:	0.9	0.5	7	37.8	kN
B2 (1)	:	0.55	0.3	7	27.7	kN
B3 (1/2)	:	0.75	0.4	4	14.4	kN
Total berat sendiri struktur					218.5	kN
Beban mati tambahan [AT × SIDL₀ × n lantai]						
Keterangan		SIDL₀			Super Dead Load (SIDL)	
Plafon gypsum board 15mm	:	0.12	kn/m2		41.6	kN
keramik (19mm) + Mortar (25mm)	:	1.1	kn/m2		381.2	kN
Mechanical Electrical	:	0.19	kn/m2		65.8	kN
Dinding	:	1.87	kn/m2		706.9	kN
Total beban mati tambahan					1195.4	kN
Beban Hidup [AT × LL₀ × n lantai]						
Keterangan		LL₀			Live Load (LL)	
Beban hidup LT 6-11	:	1.92	kn/m2		665.3	kN
Beban hidup atap	:	4.79	kn/m2		184.4	kN
Karena KLL AT > 37,6m2 maka beban hidup dapat direduksi						
Reduksi Beban hidup	jika	$LL_0 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} AT}} \right) \geq 0,4 LL_0$				
Reduksi Beban hidup atap	jika	0,58 kN/m2 ≤ Lr ≤ 0,96 kN/m2				
		Lr	:	LL ₀ .R1.R2		
		R1	:	(1,2 - (0,011 AT))		
		R2	:	1		
Ruang pertemuan tidak diperbolehkan direduksi						
L LT 6-10	:	1.2	kn/m2	≥	0.768	kn/m2
LL tereduksi	:	411.3	kN			
Load roof (Lr atap)	:	3.72	kN/m2	Tidak dapat direduksi	>0,96 kN/m2	
Qu = 1,2 DL + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 Lr	=	2447.0	kN			
A = (Qu_kolom × 1000)/(0,3 × fc')	=	233052.2	mm2			
s = √A	=	482.8	mm			
Digunakan kolom	=	1050 x 800	mm			
A digunakan	=	840000	mm2			

Lampiran 29 Preliminary Kolom K3

K3 lantai 11 - atap						
Berat jenis beton	:	2.4		kn/m3		
Jumlah lantai (n)	:	5		Lantai		
Jumlah lantai hunian (n3)	:	4		Lantai		
Tebal Pelat (t)	:	0.15		m		
Tinggi lantai 1-21	:	4		m		
Dimensi plat (p x l)	:	7	5.5	m		
luas tributari (AT)	:	38.5		m2		
Faktor elemen beban hidup (KLL)	:	4		m2		
KLL AT	:	154		m2		
Berat Sendiri Struktur [p l t × n lantai × bj beton] atau [b h l × n lantai × bj beton]						
Keterangan		p	l	t	Dead Load (DL)	
Plat lantai	:	7	5.5	0.15	69.3	kN
		b	h	l		
B1 (1/2)	:	0.9	0.5	7	18.9	kN
B2 (1)	:	0.55	0.3	7	6.9	kN
B3 (1/2)	:	0.75	0.4	4	7.2	kN
Total berat sendiri struktur					102.3	kN
Beban mati tambahan [AT × SIDL₀ × n lantai]						
Keterangan		SIDL₀			Super Dead Load (SIDL)	
Plafon gypsum board 15mm	:	0.12	kn/m2		18.5	kN
keramik (19mm) + Mortar (25mm)	:	1.1	kn/m2		169.4	kN
Mechanical Electrical	:	0.19	kn/m2		29.3	kN
Dinding	:	1.882	kn/m2		632.4	kN
Total beban mati tambahan					849.5	kN
Beban Hidup [AT × LL₀ × n lantai]						
Keterangan		LL₀			Live Load (LL)	
Beban hidup LT 11-14	:	1.92	kn/m2		295.7	kN
Beban hidup atap	:	4.79	kn/m2		184.4	kN
Karena KLL AT > 37,6m2 maka beban hidup dapat direduksi						
Reduksi Beban hidup	jika	$LL_0 \left(0,25 + \frac{4,57}{\sqrt{K_{LL} A_T}} \right) \geq 0,4 LL_0$				
Reduksi Beban hidup atap	jika	$0,58 \text{ kN/m}^2 \leq L_r \leq 0,96 \text{ kN/m}^2$ Lr : LL ₀ .R1.R2 R1 : (1,2 - (0,011 AT)) R2 : 1				
Ruang pertemuan tidak diperbolehkan direduksi						
L LT 11-14	:	1.2	kn/m2	≥	0.768	kn/m2
LL tereduksi	:	182.8	kN			
Load roof (Lr atap)	:	3.72	kn/m2	Tidak dapat direduksi		>0,96 kn/m2
Qu = 1,2 DL + 1,2 SIDL + 1,6 LL + 0,5 Lr	=				1526.9	kN
A = (Qu kolom × 1000)/(0,3 × fc')	=				145417.7	mm2
s = √A	=				381.3	mm
Digunakan kolom	=				1000 x 700	mm
A digunakan	=				700000	mm2

Lampiran 30 Penulangan Balok B1

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			mm	7000	
Lebar Balok, b			mm	500	
Tinggi Balok, h			mm	900	
Panjang Tumpuan		$2 * h$	mm	3500	
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			mm	22	
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			mm	13	
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			mm	13	
Selimut Bersih, c_c			mm	40	
Jarak lapis 1 dan lapis 2			mm	50	
Tinggi Efektif Balok, d		$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	836	
Lokasi tulangan Lapis 2, d2		d-jarak lapis 1 & 2	mm	786	
Kuat Tekan Beton, f_c'			MPa	35	
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			MPa	420	
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			MPa	280	
β_1		$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$		0.8000	
Panjang Kolom, c_1			mm	1100	
Lebar Kolom, c_2			mm	900	
L_n		$L - c_1$	mm	5900	
λ		Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1	
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan (-)}$		-	kN-m	1067.9681	
$M_{u,tumpuan (+)}$		-	kN-m	938.44	
$M_{u,lapangan (-)}$		-	kN-m	479.101	
$M_{u,lapangan (+)}$		-	kN-m	553.2629	
P_u		-	kN	307.2109	
Syarat Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	5900	>	3344	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	500	>	270	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	500	<	2550	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n_1					6
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n_2					5
d_b			mm	22	
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 1		$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.400	
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 2		$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	71.000	
Cek Jarak Bersih lapis 1		Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?			AMAN
Cek Jarak Bersih lapis 2		Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?			AMAN
As lapis 1		$(n_1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	2280.796267	
As lapis 2		$(n_2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.663555	
As Pasang		$(n_1+n_2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	4181.460	
$AS_{\min,1}$		$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1471.977	
$AS_{\min,2}$		$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1393.333	
Cek As min		As Pasang \geq As min ?			OK
ρ		$As / (b * d)$			1.00%
$\rho_{\max,1}$		$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$			2.50%
$\rho_{\max,2}$		2.5%			2.50%

Lampiran 31 Penulangan Balok B1 (Lanjutan 1)

Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	118.065
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	1324.607
c	a / β_1	mm	147.581
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.014
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	1192.146
$M_{u,tumpuan (-)}$		kN-m	1067.968
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	3272.699
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Positif Tumpuan, n1			5
Jumlah Tulangan Positif Tumpuan, n2			4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 1	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	71.000
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 2	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	102.000
Cek Jarak Bersih lapis 1	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		AMAN
Cek Jarak Bersih lapis 2	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		AMAN
As lapis 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.663555
As lapis 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	3421.194
$AS_{\text{min},1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1471.977
$AS_{\text{min},2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1393.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.82%
$\rho_{\text{max},1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{\text{max},2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	96.598
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	1099.917
c	a / β_1	mm	120.748
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.018
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	989.926
$M_{u,tumpuan (+)}$		kN-m	938.440
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	2836.586
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Lapangan, n1	-		3
Jumlah Tulangan Negatif Lapangan, n2	-		2
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 1	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	164.000
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 2	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	350.000
Cek Jarak Bersih lapis 1	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		AMAN
Cek Jarak Bersih lapis 2	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		AMAN
As lapis 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1140.398133

Lampiran 32 Penulangan Balok B1 (Lanjutan 2)

As lapis 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.664
AS _{min,1}	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1471.977
AS _{min,2}	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1393.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.45%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	53.666
M _n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	629.975
c	a / β_1	mm	67.082
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.034
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	566.978
M _{u,Lapangan (-)}		kN-m	479.101
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1409.742
Lapangan Positif			
Jumlah Tulangan Positif Lapangan, n1	-		4
Jumlah Tulangan Positif Lapangan, n2	-		2
d _b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 1	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	102.000
Jarak Bersih Antar Tulangan lapis 2	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	350.000
Cek Jarak Bersih lapis 1	Jarak Bersih \geq d _b dan 25 mm?		AMAN
Cek Jarak Bersih lapis 2	Jarak Bersih \geq d _b dan 25 mm?		AMAN
As lapis 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As lapis 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	2280.796
AS _{min,1}	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1471.977
AS _{min,2}	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1393.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.55%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	64.399
M _n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	754.023
c	a / β_1	mm	80.499
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.028
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	678.620
M _{u,Lapangan (+)}		kN-m	553.263
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1638.830

Lampiran 33 Penulangan Balok B1 (Lanjutan 3)

Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	629.0325
$V_{u,lapangan}$	-	kN	574.0809
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	120.748
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	147.581
f_{pr}	1.25 * f_y		350
M_{pr}^+	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	886
M_{pr}^-	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	1082
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	333.61
V_g			283.4675
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	617
Vu Geser Pakai	MAX(V_u tumpuan; V_e)	kN	629
$V_c = 0$ jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		$V_c=0$
	$P_u < A_g f_c' / 20$		$V_c=0$
Jumlah Kaki	-		4
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	530.929
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	d / 4	mm	209.00
Spasi Max 2	6 d_b	mm	132.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		420.3966294
	0		0
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	1243
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	1632
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c+V_s)$		932
	$\phi (V_c+V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	d / 4	mm	418.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		420.3966294
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	414
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	1632
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c+V_s)$		736
	$\phi (V_c+V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
T_u		kN m	14.7427
A_{cp}	b * h	mm ²	450000
P_{cp}	2 * (b + h)	mm	2800
T_{cr}	$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	141
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	26
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4$?		Tidak

Lampiran 34 Penulangan Balok B2

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			mm	6000	
Lebar Balok, b			mm	450	
Tinggi Balok, h			mm	850	
Panjang Tumpuan	2 * h		mm	3000	
Diameter Tulangan Longitudinal, d _b			mm	22	
Diameter Tulangan Pinggang, d _{bt}			mm	13	
Diameter Tulangan Sengkang, d _s			mm	13	
Selimut Bersih, c _c			mm	40	
Jarak lapis 1 dan lapis 2			mm	50	
Tinggi Efektif Balok, d	h - c _c - d _s - d _b /2		mm	786	
Lokasi tulangan Lapis 2, d2	d-jarak lapis 1 & 2		mm	736	
Kuat Tekan Beton, f _c '			MPa	35	
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f _y			MPa	420	
Kuat Leleh Tul. Transversal, f _{yv}			MPa	280	
β ₁	0.65 <= 0.85 - 0.05 * (f _c ' - 28) / 7 <= 0.85				0.8000
Panjang Kolom, c ₁	(Sisi tegak lurus lebar balok)			mm	900
Lebar Kolom, c ₂	(Sisi yang ditempel balok/sejajar lebar balok)			mm	1100
L _n	L - c ₁			mm	5100
λ	Asumsi tidak menggunakan beton ringan				1
Gaya Dalam					
M _{u,tumpuan} (-)	-			kN-m	766.1165
M _{u,tumpuan} (+)	-			kN-m	624.8915
M _{u,lapangan} (-)	-			kN-m	403.1794
M _{u,lapangan} (+)	-			kN-m	404.3638
P _u	-			kN	0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	L _n >= 4d ?	5100	>	3144	OK
Syarat Lebar 1	b >= min(0.3h, 250 mm) ?	450	>	255	OK
Syarat Lebar 2	b <= c ₂ + 2 * min (c ₂ , 0.75 c ₁) ?	450	<	2450	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				5
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				3
d _b			mm	22	
Jarak Bersih Antar Tulangan	(b - 2 c _c - 2 d _s - n * d _b) / (n - 1)		mm	58.500	
Jarak Bersih Antar Tulangan	(b - 2 c _c - 2 d _s - n * d _b) / (n - 1)		mm	139.000	
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih >= d _b dan 25 mm?				IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih >= d _b dan 25 mm?				IYA
As 1	(n1) * π/4 * d _b ²		mm ²	1900.663555	
As 2	(n2) * π/4 * d _b ²		mm ²	1140.398133	
As Pasang	(n1+n2) * π/4 * d _b ²		mm ²	3041.062	
AS _{min,1}	(f _c ') ^{0.5} / (4 * f _y) * b * d		mm ²	1245.546	
AS _{min,2}	1.4 / (4 * f _y) * b * d		mm ²	1179.000	
Cek As min	As Pasang >= As min ?				OK
ρ	As / (b * d)			0.86%	
ρ _{max,1}	0.75 ρ _b = 0.75 * 0.85 * β ₁ * f _c ' / f _y * (600/(600 + f _y))				2.50%
ρ _{max,2}	2.5%				2.50%

Lampiran 35 Penulangan Balok B2 (Lanjutan 1)

Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	95.406
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	919.039
c	a / β_1	mm	119.257
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.017
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	827.135
$M_{u,tumpuan (-)}$		kN-m	766.117
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	2470.668
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	85.333
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	300.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	2280.796
$AS_{\text{min},1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1245.546
$AS_{\text{min},2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1179.000
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.64%
$\rho_{\text{max},1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{\text{max},2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	71.554
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	702.699
c	a / β_1	mm	89.443
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.023
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	632.429
$M_{u,tumpuan (+)}$		kN-m	624.892
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1983.193
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	85.333
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531

Lampiran 36 Penulangan Balok B2 (Lanjutan 2)

AS _{min,1}	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1245.546
AS _{min,2}	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1179.000
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.43%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	47.703
M _n	As * fy * (d - a/2)	kN-m	486.726
c	a / β_1	mm	59.629
ϵ_s	(d - c) / c * 0.003		0.037
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	438.053
M _{u,Lapangan (-)}		kN-m	403.179
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	Mu / [fy * (d - a/2)]	mm ²	1259.533
Lapangan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d _b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	85.333
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih \geq d _b dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
AS _{min,1}	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1245.546
AS _{min,2}	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	1179.000
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.43%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	As * fy / (0.85 * fc' * b)	mm	47.703
M _n	As * fy * (d - a/2)	kN-m	486.726
c	a / β_1	mm	59.629
ϵ_s	(d - c) / c * 0.003		0.037
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	438.053
M _{u,Lapangan (-)}		kN-m	404.364
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	Mu / [fy * (d - a/2)]	mm ²	1263.233

Lampiran 37 Penulangan Balok B2 (Lanjutan 3)

Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	371.4619
$V_{u,lapangan}$	-	kN	324.0733
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	89.443
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	119.257
f_{pr}	$1.25 * f_y$		350
M_{pr}^+	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	567
M_{pr}^-	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	753
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	258.77
V_g			135.3309
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	394
Vu Geser Pakai	MAX(Vu tumpuan;Ve)	kN	394
Vc = 0 jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		OK
	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		4
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	530.929
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	d / 4	mm	196.50
Spasi Max 2	6 d _b	mm	132.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
Vc	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		355.7279613
	0		0
Vs	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	1168
Batas V _s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	1381
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		876
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	d / 4	mm	393.00
Cek Spasi			OK
Vc	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		355.7279613
Vs	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	389
Batas V _s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	1381
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		623
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
T_u	-	kN m	9.1892
A_{cp}	b * h	mm ²	382500
P_{cp}	2 * (b + h)	mm	2600
T_{cr}	$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	110
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	21
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4$?		Tidak

Lampiran 38 Penulangan Balok B3

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L		mm	4000		
Lebar Balok, b		mm	400		
Tinggi Balok, h		mm	750		
Panjang Tumpuan	$2 * h$	mm	2000		
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		mm	22		
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}		mm	13		
Diameter Tulangan Sengkang, d_s		mm	13		
Selimit Bersih, c_c		mm	40		
Jarak lapis 1 dan lapis 2		mm	50		
Tinggi Efektif Balok, d	$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	686		
Lokasi tulangan Lapis 2, d2	d-jarak lapis 1 & 2	mm	636		
Kuat Tekan Beton, f_c'		MPa	35		
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		MPa	420		
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		MPa	280		
β_1	$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$		0.8000		
Panjang Kolom, c_1		mm	1100		
Lebar Kolom, c_2		mm	900		
L_n	$L - c_1$	mm	2900		
λ	Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1		
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	451.6305		
$M_{u,tumpuan} (+)$		kN-m	415.2296		
$M_{u,lapangan} (-)$		kN-m	294.043		
$M_{u,lapangan} (+)$		kN-m	294.9339		
P_u		kN	0		
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	5900	>	3344	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	500	>	270	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	500	<	2550	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				5
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				2
d_b		mm	22		
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	46.000		
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	250.000		
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA		
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA		
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.663555		
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222		
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	2660.929		
$As_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	966.293		
$As_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	914.667		
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK		
ρ	$As / (b * d)$		0.97%		
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%		
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%		

Lampiran 39 Penulangan Balok B3 (Lanjutan 1)

Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	93.915
M_n	$A_s * f_y * (d - a/2)$	kN-m	698.222
c	a / β_1	mm	117.394
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.015
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	628.400
$M_{u,tumpuan (-)}$		kN-m	451.631
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1682.691
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		3
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	114.000
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	250.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1140.398133
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.664
$A_{s \text{ min},1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	966.293
$A_{s \text{ min},2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	914.667
Cek As min	As Pasang $\geq A_{s \text{ min}} ?$		OK
ρ	$A_s / (b * d)$		0.69%
$\rho_{\text{ max},1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600/(600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{\text{ max},2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	67.082
M_n	$A_s * f_y * (d - a/2)$	kN-m	504.878
c	a / β_1	mm	83.853
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.022
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	454.391
$M_{u,tumpuan (+)}$		kN-m	415.230
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1515.256
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	68.667
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$A_{s \text{ min},1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	966.293
$A_{s \text{ min},2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	914.667
Cek As min	As Pasang $\geq A_{s \text{ min}} ?$		OK
ρ	$A_s / (b * d)$		0.55%

Lampiran 40 Penulangan Balok B3 (Lanjutan 2)

$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y *$ $(600/(600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	53.666
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	420.959
c	a / β_1	mm	67.082
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.028
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	378.863
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	294.043
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1062.102
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	68.667
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$As_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	966.293
$As_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	914.667
Cek As min	As Pasang $\geq As_{min} ?$		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.55%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y *$ $(600/(600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	53.666
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	420.959
c	a / β_1	mm	67.082
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.028
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	378.863
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	294.934
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1065.320
Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	344.2016
$V_{u,lapangan}$	-	kN	339.9344
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	83.853
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	117.394
f_{pr}	1.25 * f_y		350
M_{pr}^+	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	404
M_{pr}^-	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	571
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	336.18
V_g			90.871
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	427
Vu Geser Pakai	MAX(V_u tumpuan; V_e)	kN	427
$V_c = 0$ jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		OK

Lampiran 41 Penulangan Balok B3 (Lanjutan 3)

	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		3
A_v	$n * \pi / 4 * d_s^2$	mm ²	398.197
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	171.50
Spasi Max 2	$6 d_b$	mm	132.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0,5} b d$		275.9732897
	0		0
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	765
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0,5} * b * d$	N	1071
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		574
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi / 4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	343.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0,5} b d$		275.9732897
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	340
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0,5} * b * d$	N	1071
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		483
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
T_u	-	kN m	2.6148
A_{cp}	$b * h$	mm ²	300000
P_{cp}	$2 * (b + h)$	mm	2300
T_{cr}	$0.33 * (f_c')^{0,5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	76
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	14
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4 ?$		Tidak

Lampiran 42 Penulangan Balok B4

Parameter	Persamaan	Satuan	Nilai		
Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L		mm	3500		
Lebar Balok, b		mm	350		
Tinggi Balok, h		mm	650		
Panjang Tumpuan	$2 * h$	mm	1750		
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		mm	22		
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}		mm	13		
Diameter Tulangan Sengkang, d_s		mm	13		
Selimit Bersih, c_c		mm	40		
Jarak lapis 1 dan lapis 2		mm	50		
Tinggi Efektif Balok, d	$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm	586		
Lokasi tulangan Lapis 2, d2	d-jarak lapis 1 & 2	mm	536		
Kuat Tekan Beton, f_c'		MPa	35		
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		MPa	420		
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		MPa	280		
β_1	$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$		0.8000		
Panjang Kolom, c_1		mm	900		
Lebar Kolom, c_2		mm	1100		
L_n	$L - c_1$	mm	2600		
λ	Asumsi tidak menggunakan beton ringan		1		
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan} (-)$	-	kN-m	391.7751		
$M_{u,tumpuan} (+)$	-	kN-m	371.3652		
$M_{u,lapangan} (-)$	-	kN-m	256.0146		
$M_{u,lapangan} (+)$	-	kN-m	252.7303		
P_u	-	kN	62.4864		
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	2600	>	2344	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	350	>	195	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	350	<	2450	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				5
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				2
d_b		mm			22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm			33.500
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm			200.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?				IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?				IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²			1900.663555
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²			760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²			2660.929
$AS_{\min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²			722.255
$AS_{\min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²			683.667
Cek As min	As Pasang $\geq AS_{\min} ?$				OK
ρ	$As / (b * d)$				1.30%
$\rho_{\max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$				2.50%

Lampiran 43 Penulangan Balok B4 (Lanjutan 1)

$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	107.332
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	578.966
c	a / β_1	mm	134.164
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.010
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	521.069
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	391.775
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1752.279
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		3
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	89.000
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	200.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1140.398133
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1900.664
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	722.255
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	683.667
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.93%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	76.665
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	421.226
c	a / β_1	mm	95.832
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.015
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	379.103
$M_{u,tumpuan} (+)$		kN-m	371.365
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1614.489
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	722.255
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	683.667
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.74%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%

Lampiran 44 Penulangan Balok B4 (Lanjutan 2)

$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	61.332
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	354.649
c	a / β_1	mm	76.665
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.020
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	319.184
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	256.015
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1097.644
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	722.255
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	683.667
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.74%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	61.332
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	354.649
c	a / β_1	mm	76.665
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.020
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	319.184
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	252.730
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1083.562
Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	302.8365
$V_{u,lapangan}$	-	kN	295.0082
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	95.832
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	134.164
f_{pr}	$1.25 * f_y$		350
M_{pr}^+	$As^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	332
M_{pr}^-	$As^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	470
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	308.41
V_g			88.3692
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	397
V_u Geser Pakai	MAX(V_u tumpuan; V_e)	kN	397
$V_c = 0$ jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		OK
	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		3
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	398.197

Lampiran 45 Penulangan Balok B4 (Lanjutan 3)

Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	146.50
Spasi Max 2	$6 d_b$	mm	132.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} bd$		206.2759538
	0		0
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	653
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	801
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c+V_s)$		490
	$\phi (V_c+V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	293.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} bd$		206.2759538
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	290
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	801
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c+V_s)$		361
	$\phi (V_c+V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
T_u	-	kN m	4.2819
A_{cp}	$b * h$	mm ²	227500
P_{cp}	$2 * (b + h)$	mm	2000
T_{cr}	$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	51
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	9
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4 ?$		Tidak

Lampiran 46 Penulangan Balok B1a

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			mm		7000
Lebar Balok, b			mm		300
Tinggi Balok, h			mm		550
Panjang Tumpuan		$2 * h$	mm		3500
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			mm		19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			mm		13
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			mm		13
Selimut Bersih, c_c			mm		40
Jarak lapis 1 dan lapis 2			mm		50
Tinggi Efektif Balok, d		$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm		487.5
Lokasi tulangan Lapis 2, d2		d-jarak lapis 1 & 2	mm		437.5
Kuat Tekan Beton, f_c'			MPa		35
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			MPa		420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			MPa		280
β_1		$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$			0.8000
Panjang Kolom, c_1			mm		500
Lebar Kolom, c_2			mm		500
L_n		$L - c_1$	mm		6500
λ					1
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan (-)}$		-	kN-m		210.1118
$M_{u,tumpuan (+)}$		-	kN-m		36.0177
$M_{u,lapangan (-)}$		-	kN-m		8.7831
$M_{u,lapangan (+)}$		-	kN-m		118.2007
P_u		-	kN		0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	6500	>	1950	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	300	>	165	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	300	<	1250	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n		-			5
d_b			mm		19
Jarak Bersih Antar Tulangan		$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm		24.750
Cek Jarak Bersih		Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?			TIDAK
As 1		$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²		1417.643685
As Pasang		$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²		1417.644
$AS_{min,1}$		$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²		515.016
$AS_{min,2}$		$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²		487.500
Cek As min		As Pasang \geq As min ?			OK
ρ		$As / (b * d)$			0.97%
$\rho_{max,1}$		$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$			2.50%

Lampiran 47 Penulangan Balok B1a (Lanjutan 1)

$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	66.713
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	270.402
c	a / β_1	mm	83.391
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.015
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	243.362
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	210.112
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1101.559
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		3
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	68.500
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	850.586211
As Pasang	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	850.586
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	515.016
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	487.500
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.58%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	40.028
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	167.008
c	a / β_1	mm	50.034
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	150.307
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	36.018
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	183.442
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		3
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	68.500
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	850.586211
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	850.586
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	515.016
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	487.500

Lampiran 48 Penulangan Balok B1a (Lanjutan 2)

Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.58%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y *$ $(600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	As * f_y / (0.85 * $f_c' * b$)	mm	40.028
M_n	As * $f_y * (d - a/2)$	kN-m	167.008
c	a / β_1	mm	50.034
ϵ_s	(d - c) / c * 0.003		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 *$ $0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	150.307
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	8.783
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	44.733
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		3
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	68.500
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	850.586211
As Pasang	$(n1+n2) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	850.586
AS _{min,1}	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	515.016
AS _{min,2}	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	487.500
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	As / (b * d)		0.58%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y *$ $(600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	As * f_y / (0.85 * $f_c' * b$)	mm	40.028
M_n	As * $f_y * (d - a/2)$	kN-m	167.008
c	a / β_1	mm	50.034
ϵ_s	(d - c) / c * 0.003		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 *$ $0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	150.307
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	118.201
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	602.008
Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	147.2073
$V_{u,lapangan}$	-	kN	109.4693
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	50.034
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	83.391

Lampiran 49 Penulangan Balok B1a (Lanjutan 3)

f _{pr}	1.25 *f _y		350
M _{pr} ⁺	A _s ⁺ * (1.25 f _y) * (d - a _{pr} ⁺ /2)	kNm	221
M _{pr} ⁻	A _s ⁻ * (1.25 f _y) * (d - a _{pr} ⁻ /2)	kNm	133
V _{pr}	(M _{pr} ⁺ + M _{pr} ⁻) / L _n	kN	54.45
V _g			105.0605
V _e	V _g + V _{pr}	kN	160
Vu Geser Pakai	MAX(Vu tumpuan;Ve)	kN	160
V _c = 0 jika	V _{pr} >= 1/2 V _e		NOT OK
	Pu < Ag fc' / 20		OK
Jumlah Kaki	-		2
A _v	n *π/4 *d _s ²	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	d / 4	mm	121.88
Spasi Max 2	6 d _b	mm	114.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
V _c	0,17 (f _c ') ^{0.5} bd		147.0885336
	0		0
V _s	A _v * f _{yv} * d / s	N	362
Batas V _s	0.66 * (f _c ') ^{0.5} * b * d	N	571
φ			0.75
ΦV _n	φ (V _c +V _s)		382
	φ (V _c +V _s) > Vu pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A _v	n *π/4 *d _s ²	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	d / 4	mm	243.75
Cek Spasi			OK
V _c	0,17 (f _c ') ^{0.5} bd		147.0885336
V _s	A _v * f _{yv} * d / s	N	242
Batas V _s	0.66 * (f _c ') ^{0.5} * b * d	N	571
φ			0.75
ΦV _n	φ (V _c +V _s)		257
	φ (V _c +V _s) > Vu pakai		OK
Tulangan Torsi			
T _u	-	kN m	0.244
A _{cp}	b * h	mm ²	165000
P _{cp}	2 * (b + h)	mm	1700
T _{cr}	0.33 * (f _c ') ^{0.5} * A _{cp} ² / P _{cp}	kNm	31
φ			0.75
φ T _{cr} / 4		kNm	6
Perlu Tulangan Torsi?	T _u > φ T _{cr} / 4 ?		Tidak

Lampiran 50 Penulangan Balok B2a

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			mm		6000
Lebar Balok, b			mm		300
Tinggi Balok, h			mm		500
Panjang Tumpuan		$2 * h$	mm		3000
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			mm		19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			mm		13
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			mm		13
Selimit Bersih, c_c			mm		40
Jarak lapis 1 dan lapis 2			mm		50
Tinggi Efektif Balok, d		$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm		437.5
Lokasi tulangan Lapis 2, d2		d-jarak lapis 1 & 2	mm		387.5
Kuat Tekan Beton, f_c'			MPa		35
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			MPa		420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			MPa		280
β_1		$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$			0.8000
Panjang Kolom, c_1			mm		450
Lebar Kolom, c_2			mm		450
L_n		$L - c_1$	mm		5550
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan} (-)$		-	kN-m		142.3718
$M_{u,tumpuan} (+)$		-	kN-m		68.7655
$M_{u,lapangan} (-)$		-	kN-m		29.2856
$M_{u,lapangan} (+)$		-	kN-m		87.9469
P_u		-	kN		0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d$?	5550	>	1750	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm})$?	300	>	150	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1)$?	300	<	1125	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n		-			4
d_b			mm		19
Jarak Bersih Antar Tulangan		$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm		39.333
Cek Jarak Bersih		Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?			IYA
As 1		$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²		1134.114948
As Pasang		$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²		1134.115
$AS_{\min,1}$		$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²		462.194
$AS_{\min,2}$		$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²		437.500
Cek As min		As Pasang \geq As min ?			OK
ρ		$As / (b * d)$			0.86%
$\rho_{\max,1}$		$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$			2.50%
$\rho_{\max,2}$		2.5%			2.50%
Cek As max		$\rho \leq \rho_{\max}$?			OK
a		$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm		53.370
M_n		$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m		195.683

Lampiran 51 Penulangan Balok B2a (Lanjutan 1)

C	$a / \beta 1$	mm	66.713
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.017
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	176.114
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	142.372
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	825.142
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	156.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	462.194
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	437.500
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$AS / (b * d)$		0.43%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$AS * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	26.685
M_n	$AS * f_y * (d - a/2)$	kN-m	101.019
c	$a / \beta 1$	mm	33.356
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.036
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	90.917
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	68.766
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	386.006
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	156.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	462.194
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	437.500
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$AS / (b * d)$		0.43%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK

Lampiran 52 Penulangan Balok B2a (Lanjutan 2)

a	$As * fy / (0.85 * fc' * b)$	mm	26.685
M_n	$As * fy * (d - a/2)$	kN-m	101.019
c	a / β_1	mm	33.356
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.036
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	90.917
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	29.286
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [fy * (d - a/2)]$	mm ²	164.391
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	156.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{min,1}$	$(fc')^{0.5} / (4 * fy) * b * d$	mm ²	462.194
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * fy) * b * d$	mm ²	437.500
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.43%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * fc' / fy * (600/(600 + fy))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * fy / (0.85 * fc' * b)$	mm	26.685
M_n	$As * fy * (d - a/2)$	kN-m	101.019
c	a / β_1	mm	33.356
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.036
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	90.917
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	87.947
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [fy * (d - a/2)]$	mm ²	493.678
Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	124.2214
$V_{u,lapangan}$	-	kN	73.8792
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	33.356
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	66.713
f_{pr}	1.25 * fy		350
M_{pr}^+	$As^+ * (1.25 fy) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	167
M_{pr}^-	$As^- * (1.25 fy) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	80
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	44.55
V_g			93.0044
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	138

Lampiran 53 Penulangan Balok B2a (Lanjutan 3)

Vu Geser Pakai	MAX(Vu tumpuan;Ve)	kN	138
Vc = 0 jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		NOT OK
	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		2
Av	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	d / 4	mm	109.38
Spasi Max 2	6 db	mm	114.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
Vc	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		132.0025302
	0		0
Vs	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	325
Batas Vs	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	512
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		343
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
Av	$n * \pi/4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	150
Spasi Max 1	d / 4	mm	218.75
Cek Spasi			OK
Vc			132.0025302
Vs	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	217
Batas Vs	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	512
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		231
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
Tu	-	kN m	0.9277
Acp	b * h	mm ²	150000
Pcp	2 * (b + h)	mm	1600
Tcr	$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	27
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	5
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4 ?$		Tidak

Lampiran 54 Penulangan Balok B3a

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L		mm			3500
Lebar Balok, b		mm			250
Tinggi Balok, h		mm			450
Panjang Tumpuan	$2 * h$	mm			1750
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		mm			19
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}		mm			13
Diameter Tulangan Sengkang, d_s		mm			13
Selimut Bersih, c_c		mm			40
Jarak lapis 1 dan lapis 2		mm			50
Tinggi Efektif Balok, d	$h - c_c - d_s - d_b/2$	mm			387.5
Lokasi tulangan Lapis 2, d2	d-jarak lapis 1 & 2	mm			337.5
Kuat Tekan Beton, f_c'		MPa			35
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		MPa			420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		MPa			280
β_1	$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$				0.8000
Panjang Kolom, c_1		mm			500
Lebar Kolom, c_2		mm			500
L_n	$L - c_1$	mm			3000
λ	Asumsi tidak menggunakan beton ringan				1
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan} (-)$	-	kN-m			69.5285
$M_{u,tumpuan} (+)$	-	kN-m			22.5598
$M_{u,lapangan} (-)$	-	kN-m			18.8419
$M_{u,lapangan} (+)$	-	kN-m			22.5598
P_u	-	kN			0
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	3000	>	1550	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	250	>	135	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	250	<	1250	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				3
d_b		mm			19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm			43.500
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?				IYA
As 1	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²			850.586211
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²			850.586
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²			341.143
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²			322.917
Cek As min	As Pasang \geq As min ?				OK
ρ	$As / (b * d)$				0.88%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$				2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%				2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$				OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm			48.033
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m			129.853

Lampiran 55 Penulangan Balok B3a (Lanjutan 1)

C	a / β_1	mm	60.041
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.016
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	116.868
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	69.529
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	455.438
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	106.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	341.143
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	322.917
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.59%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	32.022
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	88.475
c	a / β_1	mm	40.028
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	79.628
$M_{u,tumpuan} (-)$		kN-m	22.560
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	144.591
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	106.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	341.143
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	322.917
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.59%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%

Lampiran 56 Penulangan Balok B3a (Lanjutan 2)

Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	32.022
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	88.475
c	a / β_1	mm	40.028
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	79.628
$M_{u, \text{Lapangan (-)}}$		kN-m	18.842
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	120.762
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	19
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	106.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	567.057474
As Pasang	$(n1+n2) * \pi / 4 * d_b^2$	mm ²	567.057
$AS_{\text{min},1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	341.143
$AS_{\text{min},2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	322.917
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.59%
$\rho_{\text{max},1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{\text{max},2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho \text{ max ?}$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	32.022
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	88.475
c	a / β_1	mm	40.028
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.026
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25 \leq 0.9$		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	79.628
$M_{u, \text{Lapangan (-)}}$		kN-m	22.560
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	144.591
Penulangan Geser			
$V_{u, \text{tumpuan}}$	-	kN	63.9145
$V_{u, \text{lapangan}}$	-	kN	57.8173
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	40.028
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	60.041
fpr	1.25 * f_y		350
M_{pr}^+	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	106
M_{pr}^-	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	106
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	70.95
Vg			55.8351

Lampiran 57 Penulangan Balok B3a (Lanjutan 3)

V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	127
Vu Geser Pakai	MAX(Vu tumpuan;Ve)	kN	127
$V_c = 0$ jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		OK
	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi / 4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	90
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	90.00
Spasi Max 2	$6 d_b$	mm	114.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		97.43043893
	0		0
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	320
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	378
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		313
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
A_v	$n * \pi / 4 * d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	120
Spasi Max 1	$d / 4$	mm	193.75
Cek Spasi			OK
V_c	$0,17 (f_c')^{0.5} b d$		97.43043893
V_s	$A_v * f_{yv} * d / s$	N	240
Batas V_s	$0.66 * (f_c')^{0.5} * b * d$	N	378
ϕ			0.75
ΦV_n	$\phi (V_c + V_s)$		171
	$\phi (V_c + V_s) > V_u$ pakai		OK
Tulangan Torsi			
T_u		kN m	0.0796
A_{cp}	$b * h$	mm ²	112500
P_{cp}	$2 * (b + h)$	mm	1400
x_o	$b - 2c_c - d_s$	mm	157
y_o	$h - 2c_c - d_s$	mm	357
A_{oh}	$x_o * y_o$	mm ²	56049
A_o	$0.85 A_{oh}$	mm ²	47642
P_h	$2 * (x_o + y_o)$	mm	1028
T_{cr}	$0.33 * (f_c')^{0.5} * A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	18
ϕ			0.75
$\phi T_{cr} / 4$		kNm	3
Perlu Tulangan Torsi?	$T_u > \phi T_{cr} / 4 ?$		Tidak

Lampiran 58 Penulangan Balok Btangga

Properti Material dan Penampang					
Panjang Balok, L			mm		3500
Lebar Balok, b			mm		350
Tinggi Balok, h			mm		600
Panjang Tumpuan	$2 * h$		mm		1750
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b			mm		22
Diameter Tulangan Pinggang, d_{bt}			mm		13
Diameter Tulangan Sengkang, d_s			mm		13
Selimut Bersih, c_c			mm		40
Jarak lapis 1 dan lapis 2			mm		50
Tinggi Efektif Balok, d	$h - c_c - d_s - d_b/2$		mm		536
Lokasi tulangan Lapis 2, d2	d-jarak lapis 1 & 2		mm		486
Kuat Tekan Beton, f_c'			MPa		35
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y			MPa		420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}			MPa		280
β_1	$0.65 \leq 0.85 - 0.05 * (f_c' - 28) / 7 \leq 0.85$				0.8000
Panjang Kolom, c_1			mm		500
Lebar Kolom, c_2			mm		500
L_n	$L - c_1$		mm		3000
λ	Asumsi tidak menggunakan beton ringan				1
Gaya Dalam					
$M_{u,tumpuan (-)}$	-		kN-m		312.2533
$M_{u,tumpuan (+)}$	-		kN-m		278.867
$M_{u,lapangan (-)}$	-		kN-m		139.6101
$M_{u,lapangan (+)}$	-		kN-m		148.0326
P_u	-		kN		169.2171
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Tinggi Efektif	$L_n \geq 4d ?$	3000	>	2144	OK
Syarat Lebar 1	$b \geq \min(0.3h, 250 \text{ mm}) ?$	350	>	180	OK
Syarat Lebar 2	$b \leq c_2 + 2 * \min(c_2, 0.75 c_1) ?$	350	<	1250	OK
Penulangan Lentur					
Tumpuan Negatif					
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				4
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-				3
d_b			mm		22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$		mm		52.000
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$		mm		89.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?				IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?				IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$		mm ²		1520.530844
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$		mm ²		1140.398133
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$		mm ²		2660.929
$AS_{\min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$		mm ²		660.629
$AS_{\min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$		mm ²		625.333
Cek As min	As Pasang $\geq AS_{\min} ?$				OK
ρ	$AS / (b * d)$				1.42%
$\rho_{\max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$				2.50%
$\rho_{\max,2}$	2.5%				2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{\max} ?$				OK
a	$AS * f_y / (0.85 * f_c' * b)$		mm		107.332

Lampiran 59 Penulangan Balok Btangga (Lanjutan 1)

M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	515.104
c	a / β_1	mm	134.164
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.009
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	463.593
$M_{u,tumpuan (-)}$		kN-m	312.253
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1541.380
Tumpuan Positif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		2
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.000
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	200.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As 2	$(n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	760.2654222
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	2280.796
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	660.629
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	625.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		1.22%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$As * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	91.999
M_n	$As * f_y * (d - a/2)$	kN-m	453.423
c	a / β_1	mm	114.998
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.011
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	408.081
$M_{u,tumpuan (+)}$		kN-m	278.867
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	1355.037
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	660.629
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	625.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$As / (b * d)$		0.81%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%

Lampiran 60 Penulangan Balok Btangga (Lanjutan 2)

$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	61.332
M_n	$A_s * f_y * (d - a/2)$	kN-m	322.718
c	a / β_1	mm	76.665
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.018
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	290.446
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	139.610
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	657.793
Lapangan Negatif			
Jumlah Tulangan Negatif Tumpuan, n	-		4
d_b		mm	22
Jarak Bersih Antar Tulangan	$(b - 2 c_c - 2 d_s - n * d_b) / (n - 1)$	mm	52.000
Cek Jarak Bersih	Jarak Bersih $\geq d_b$ dan 25 mm?		IYA
As 1	$(n1) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.530844
As Pasang	$(n1+n2) * \pi/4 * d_b^2$	mm ²	1520.531
$AS_{min,1}$	$(f_c')^{0.5} / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	660.629
$AS_{min,2}$	$1.4 / (4 * f_y) * b * d$	mm ²	625.333
Cek As min	As Pasang \geq As min ?		OK
ρ	$A_s / (b * d)$		0.81%
$\rho_{max,1}$	$0.75 \rho_b = 0.75 * 0.85 * \beta_1 * f_c' / f_y * (600 / (600 + f_y))$		2.50%
$\rho_{max,2}$	2.5%		2.50%
Cek As max	$\rho \leq \rho_{max} ?$		OK
a	$A_s * f_y / (0.85 * f_c' * b)$	mm	61.332
M_n	$A_s * f_y * (d - a/2)$	kN-m	322.718
c	a / β_1	mm	76.665
ϵ_s	$(d - c) / c * 0.003$		0.018
ϕ	$0.65 \leq 0.65 + (\epsilon_s - 0.002) / 0.003 * 0.25$ ≤ 0.9		0.900
ϕM_n	$\phi * M_n$	kN-m	290.446
$M_{u,Lapangan} (-)$		kN-m	148.033
Cek Kapasitas	$\phi M_n > M_u ?$		OK
As Perlu	$M_u / [f_y * (d - a/2)]$	mm ²	697.477
Penulangan Geser			
$V_{u,tumpuan}$	-	kN	203.6766
$V_{u,lapangan}$	-	kN	193.4735
Tumpuan			
a_{pr}^+	1.25 a (tumpuan positif)	mm	114.998
a_{pr}^-	1.25 a (tumpuan negatif)	mm	134.164
fpr	1.25 * f _y		525
M_{pr}^+	$A_s^+ * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^+/2)$	kNm	542
M_{pr}^-	$A_s^- * (1.25 f_y) * (d - a_{pr}^-/2)$	kNm	625
V_{pr}	$(M_{pr}^+ + M_{pr}^-) / L_n$	kN	388.89
V_g			50.0172
V_e	$V_g + V_{pr}$	kN	439
Vu Geser Pakai	MAX(Vu tumpuan; Ve)	kN	439
Vc = 0 jika	$V_{pr} \geq 1/2 V_e$		OK
	$P_u < A_g f_c' / 20$		OK
Jumlah Kaki	-		4

Lampiran 61 Penulangan Balok Btangga (Lanjutan 3)

Av	$n \cdot \pi/4 \cdot d_s^2$	mm ²	530.929
Spasi	-	mm	100
Spasi Max 1	d / 4	mm	134.00
Spasi Max 2	6 d _b	mm	132.00
Spasi Max 3	150 mm	mm	150.00
Cek Spasi			OK
Vc	$0,17 (f_c')^{0.5} bd$		188.6756164
	0		0
Vs	$A_v \cdot f_{yv} \cdot d / s$	N	797
Batas V _s	$0.66 \cdot (f_c')^{0.5} \cdot b \cdot d$	N	733
φ			0.75
ΦVn	φ (Vc+Vs)		549
	φ (Vc+Vs) > Vu pakai		OK
Lapangan			
Jumlah Kaki	-		2
Av	$n \cdot \pi/4 \cdot d_s^2$	mm ²	265.465
Spasi	-	mm	120
Spasi Max 1	d / 4	mm	268.00
Cek Spasi			OK
Vc	$0,17 (f_c')^{0.5} bd$		188.6756164
Vs	$A_v \cdot f_{yv} \cdot d / s$	N	332
Batas V _s	$0.66 \cdot (f_c')^{0.5} \cdot b \cdot d$	N	733
φ			0.75
ΦVn	φ (Vc+Vs)		330
	φ (Vc+Vs) > Vu pakai		OK
Tulangan Torsi			
T _u	-	kN m	9.3658
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}	x _o * y _o	mm ²	130299
A _o	0.85 A _{oh}	mm ²	110754
P _h	2 * (x _o + y _o)	mm	1528
T _{cr}	$0.33 \cdot (f_c')^{0.5} \cdot A_{cp}^2 / P_{cp}$	kNm	45
φ			0.75
φ T _{cr} / 4		kNm	8
Perlu Tulangan Torsi?	T _u > φ T _{cr} / 4 ?		Iya
Tulangan Torsi Rencana	Pasang		1
Pengecekan Kecukupan Dimensi			
Momen torsi pakai	Minimum Tu atau φT _{cr}	kNm	9.3658
Tegangan akibat geser + Torsi	$\sqrt{((Vu/(b \cdot d))^2 + ((Tu \cdot Ph)/(1.7 \cdot A_{oh}))^2)}$	Mpa	2.392
Tahanan tegangan geser + torsi beton	Φ(Vc/(b x d))+0.7√(f _c)	Mpa	2.92921
Tahanan geser + Torsi beton (σ _u) > Tegangan akibat geser + Torsi (σ _n)			OK
Tulangan Transversal Torsi			
Spasi Maksimum	minimum Ph/8, db/0.042 atau 300	mm	191
Spasi sengkang tumpuan	spasi sengkang tumpuan < spasi maks		OK
Spasi sengkang lapangan	spasi sengkang lapangan < spasi maks		OK
Kebutuhan tulangan transversal torsi	$At/s = Tu/(2 \cdot \Phi \cdot x \cdot A_o \cdot x \cdot f_y)$	mm ² /mm	0.20134
Kebutuhan Tulangan Geser Tumpuan	$Av/s = ((Vu/\Phi) - Vc)/(f_y \cdot d)$	mm ² /mm	3.8981
Kebutuhan Tulangan Geser Lapangan	$Av/s = ((Vu/\Phi) - Vc)/(f_y \cdot d)$	mm ² /mm	1.7176

Lampiran 62 Penulangan Balok Btangga (Lanjutan 4)

Kebutuhan Tulangan Geser+Torsi Tumpuan	$2 \times A_t/s + A_v/s$	mm ² /mm	4.301
	Ketersediaan tulangan geser + torsi tumpuan	mm ² /mm	5.309
	Ketersediaan tulangan > Kebutuhan tulangan		OK
Kebutuhan Tulangan Geser+Torsi Lapangan	$2 \times A_t/s + A_v/s$	mm ² /mm	2.120
	Ketersediaan tulangan geser + torsi tumpuan	mm ² /mm	2.212
	Ketersediaan tulangan > Kebutuhan tulangan	mm ² /mm	OK
Tulangan transversal minimum		mm ² /mm	0.70500691
Tulangan Longitudinal Torsi			
Kebutuhan Tulangan Longitudinal Torsi	$A_l = A_t/s \times Ph$	mm ²	307.651427
Tulangan Longitudinal Torsi Minimum	$(0.42 \times \sqrt{f_c'}) \times A_{cp}/f_y - (A_t/s \times P_h)$	mm ²	1658.46418
	$(0.42 \times \sqrt{f_c'}) \times A_{cp} - (0.175 \times b \times P_h) / f_y$	mm ²	1640.73179
Ketersediaan Tulangan Longitudinal untuk Torsi	Tump neg	mm ²	1047.887
	Tump Pos	mm ²	722.186
	Lap neg	mm ²	789.650
	Lap pos	mm ²	745.557
	Tul tengah	mm ²	132.732
	Longitudinal torsi tumpuan	mm ²	1902.805
			OK
	Longitudinal torsi lapangan	mm ²	1667.93888
			OK
Spasi Horizontal Tulangan Longitudinal	$(b - 2C_c - 2d_s - d_b) / (n - 1)$	mm	74
	$(b - 2C_c - 2d_s - d_b) / (n - 1)$	mm	74
	Spasi < 300		OK
Spasi Vertikal Tulangan Longitudinal	$(h - 2C_c - 2d_s - d_b) / (2 + n_t - 1)$	mm	211
	$(h - 2C_c - 2d_s - d_b) / (2 + n_t - 1)$	mm	211
	Spasi < 300		OK

Lampiran 63 Penulangan Kolom K1

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	11632.6097	-1136.9719	-314.5218
P min	1527.446	372.05	548.0917
M2 Max	1242.8084	1217.8451	294.4788
M2 min	9720.2615	-1349.2222	-339.1566
M3 Max	7765.1057	327.0161	1052.2036
M3 min	9599.872	-503.2771	-1052.204

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	416.1504
V3 (kN)	438.0662

Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L		mm	4000		
Sisi Pendek Kolom, b		mm	900		
Sisi Panjang Kolom, h		mm	1100		
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		mm	22		
Diameter Tulangan Senggang, d_s		mm	13		
Selimut Bersih, c_c		mm	40		
Kuat Tekan Beton, f_c'		MPa	40		
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		MPa	420		
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		MPa	420		
Tinggi Balok, h_b		mm	900		
L_n	$L - h_b$	mm	3100		
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	$P_u > 0.1 A_g f_c' ?$	11632610	>	3960000	OK
Syarat Sisi Terpendek	$b \geq 300 \text{ mm} ?$	900	>	300	OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	$b/h \geq 0.4 ?$	0.8181818	>	0.4	OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan SP Column)					
Jumlah Tulangan, n	-				44
Luas Tulangan Longitudinal, A_s	$n * \pi/4 * d_b^2$			mm^2	16725.8
Rasio Tulangan, ρ	$A_s / (b * h)$				1.69%
Cek ρ_{\min} dan ρ_{\max}	$1\% \leq \rho \leq 6\%$				OK
Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor					
ϕP_n	$= 0,8 \times \phi \times [0,85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$				20860.41
Cek $\phi P_n > P_u$					Oke
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc1}		kN m			2856.122
Momen Nominal Kolom, M_{nc2}		kN m			2856.122
M_n^- Tumpuan Balok		kN m			1324.607
M_n^+ Tumpuan Balok		kN m			1099.917
Cek SCWB	$M_{nc1} + M_{nc2} \geq 1.2 * (M_n^- + M_n^+)$				OK

Lampiran 64 Penulangan Kolom K1 (Lanjutan 1)

Perencanaan Tulangan Geser (Transversal) Kolom			
Panjang Lo terbesar :			
l_{o1}	h	mm	900.0
l_{o2}	$L_n / 6$	mm	516.7
l_{o3}	450 mm	mm	450
l_o	$\text{Max} (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})$	mm	900.0
Spasi tulangan transversal tidak melebihi :			
$s_{max,1}$	$b / 4$	mm	225
$s_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
h_x	$1/3 b$	mm	300
$s_{max,3} = S_o$	$100 \leq 100 + (350 - h_x) / 3 \leq 150$	mm	116.667
s_{max}	$\text{Min} (s_{max1}, s_{max2}, s_{max3})$	mm	116.667
Spasi terpilih :		116.667	100.000
Spasi hoop tidak melebihi nilai terkecil :			
$s_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
$s_{max,2}$	150	mm	150
Spasi terpilih :			120.000
Luas penampang hoop tidak boleh kurang dari terbesar :			
bc	$C1-2(\text{selimut}+0,5d_b)$		798
A_g	$b*h$		990000
A_{ch}	$(C1 - 2 \text{ Selimut}) \times (C2-2 \text{ selimut})$		836400
$A_{sh \text{ min, } 1}$	$0.3 (S*bc * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	418.709
$A_{sh \text{ min, } 2}$	$0.09 * S * bc * f_c' / f_{yv}$	mm ²	684.000
Jumlah Kaki			6
As pasang			795.99
Cek A_{sh} pasang	$A_{sh} \text{ pasang} \geq A_{sh \text{ min}} ?$		OK
Perhitungan gaya geser desain V_e			
Mprc atas			2856.122
Mprc bawah			2856.122
V_e	$\sum M_{pr} \text{ Kolom} / L_n$	kN	1842.66
$V_e > V_u$			OK
$V_c = 0$ apabila :			
50% $V_e > V_u$			Memenuhi
$P_u < 0.1 \times A_g f_c$			Tidak memenuhi
Karena tidak memenuhi maka nilai V_c	$0.17 (1 + N_u / (14 A_g)) (f_c')^{0.5} b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	kN	1002.851
V_s	$A_s \times f_y \times d/s$	kN	577.251
$\phi V_c + V_s > V_u$			OK

Lampiran 65 Penulangan Kolom K2

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	6874.6871	-591.6102	-196.6991
P min	710.4727	284.2395	50.4335
M2 Max	4886.6681	784.4038	193.2189
M2 Max	5020.2082	-779.4309	-174.6833
M2 Max	110.9416	681.6031	681.6031
M2 Max	5045.6785	-363.5102	-681.6037

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	373.822
V3 (kN)	405.2476

Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L	-	mm	4000		
Sisi Pendek Kolom, b	-	mm	800		
Sisi Panjang Kolom, h	-	mm	1050		
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b	-	mm	22		
Diameter Tulangan Sengkang, d_s	-	mm	13		
Selimit Bersih, c_c	-	mm	40		
Kuat Tekan Beton, f_c'	-	MPa	40		
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y	-	MPa	420		
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}	-	MPa	420		
Tinggi Balok, h_b	-	mm	900		
L_n	L - h_b	mm	3100		
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	$P_u > 0.1 A_g f_c' ?$	6874687.1	>	3360000	OK
Syarat Sisi Terpendek	$b \geq 300 \text{ mm} ?$	800	>	300	OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	$b/h \geq 0.4 ?$	0.761904762	>	0.4	OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n	-				36
Luas Tulangan Longitudinal, A_s	$n * \pi/4 * d_b^2$			mm^2	13684.8
Rasio Tulangan, ρ	$A_s / (b * h)$				1.63%
Cek ρ_{\min} dan ρ_{\max}	$1\% \leq \rho \leq 6\%$				OK
Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor					
ϕP_n	$= 0,8 \times \phi \times [0,85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$				17598
Cek $\phi P_n > P_u$					OK
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc1}				kN m	2071.622
Momen Nominal Kolom, M_{nc2}				kN m	2071.622
M_n^- Tumpuan Balok				kN m	1324.607
M_n^+ Tumpuan Balok				kN m	1099.917
Cek SCWB	$M_{nc1} + M_{nc2} \geq 1.2 * (M_n^- + M_n^+)$				OK

Lampiran 66 Penulangan Kolom K2 (Lanjutan 1)

Perencanaan Tulangan Geser (Transversal) Kolom			
Panjang Lo terbesar :			
l_{o1}	h	mm	800.0
l_{o2}	$L_n / 6$	mm	516.7
l_{o3}	450 mm	mm	450
l_o	Max (l_{o1} ; l_{o2} ; l_{o3})	mm	800.0
Spasi tulangan transversal tidak melebihi :			
$S_{max,1}$	$b / 4$	mm	200
$S_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
h_x	$1/3 b$	mm	266.6666667
$S_{max,3} = S_o$	$100 \leq 100 + (350 - h_x) / 3 \leq 150$	mm	127.778
S_{max}	Min (S_{max1} , S_{max2} , S_{max3})	mm	127.778
Spasi terpilih :		127.778	100.000
Spasi hoop tidak melebihi nilai terkecil :			
$S_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
$S_{max,2}$	150	mm	150
Spasi terpilih :			120.000
Luas penampang hoop tidak boleh kurang dari terbesar :			
bc	C1-2(selimut+0,5db)		698
A_g	$b * h$		840000
A_{ch}	(C1 - 2 Selimut) x (C2-2 selimut)		698400
$A_{sh \text{ min, 1}}$	$0.3 (S * bc * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	404.340
$A_{sh \text{ min, 2}}$	$0.09 * S * bc * f_c' / f_{yv}$	mm ²	598.286
Jumlah Kaki			5
As pasang			663.325
Cek A_{sh} pasang	$A_{sh} \text{ pasang} \geq A_{sh \text{ min}} ?$		OK
Perhitungan gaya geser desain Ve			
Mprc atas			2071.622
Mprc bawah			2071.622
V_e	$\sum M_{pr} \text{ Kolom} / L_n$	kN	1336.53
$V_e > V_u$			OK
$V_c = 0$ apabila :			
50% $V_e > V_u$			Memenuhi
$P_u < 0.1 \times A_g f_c$			Tidak memenuhi
Karena tidak memenuhi maka nilai V_c	$0.17 (1 + N_u / (14 A_g)) (f_c')^{0.5} b d$; $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	kN	848.3765193
V_s	$A_s \times f_y \times d / s$	kN	549.392298
$\phi V_c + V_s > V_u$			OK

Lampiran 67 Penulangan Kolom K3

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	2833.8906	-424.2153	-118.9823
P min	147.6664	241.2942	16.9554
M2 Max	1737.7185	544.7007	111.1845
M2 min	463.7053	-518.5543	-79.1888
M3 Max	1483.2946	-177.9731	414.5637
M3 min	1734.4267	-310.0013	-414.5636

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	244.2373
V3 (kN)	333.9546

Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L		-		mm	4000
Sisi Pendek Kolom, b		-		mm	700
Sisi Panjang Kolom, h		-		mm	1000
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		-		mm	22
Diameter Tulangan Sengkang, d_s		-		mm	13
Selimit Bersih, c_c		-		mm	40
Kuat Tekan Beton, f_c'		-		MPa	40
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		-		MPa	420
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		-		MPa	420
Tinggi Balok, h_b		-		mm	900
L_n		L - h_b		mm	3100
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	$P_u > 0.1 A_g f_c'$?	2833890.6	>	2800000	OK
Syarat Sisi Terpendek	$b \geq 300$ mm ?	700	>	300	OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	$b/h \geq 0.4$?	0.7	>	0.4	OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n		-			30
Luas Tulangan Longitudinal, A_s		$n * \pi/4 * d_b^2$		mm ²	11404.0
Rasio Tulangan, ρ		$A_s / (b * h)$			1.63%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}		$1\% \leq \rho \leq 6\%$			OK
Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor					
ϕP_n		$= 0,8 \times \phi \times [0,85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$			14665.00713
Cek $\phi P_n > P_u$					Oke
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc1}				kN m	1498.644
Momen Nominal Kolom, M_{nc2}				kN m	1498.644
M_n^- Tumpuan Balok				kN m	1324.607
M_n^+ Tumpuan Balok				kN m	1099.917
Cek SCWB		$M_{nc1} + M_{nc2} \geq 1.2 * (M_n^- + M_n^+)$			OK

Lampiran 68 Penulangan Kolom K3 (Lanjutan 1)

Perencanaan Tulangan Geser (Transversal) Kolom			
Panjang Lo terbesar :			
l_{o1}	h	mm	700.0
l_{o2}	$L_n / 6$	mm	516.7
l_{o3}	450 mm	mm	450
l_o	$\text{Max} (l_{o1}; l_{o2}; l_{o3})$	mm	700.0
Spasi tulangan transversal tidak melebihi :			
$s_{\text{max},1}$	$b / 4$	mm	175
$s_{\text{max},2}$	$6 * d_b$	mm	132
h_x	$1/3 b$	mm	233.3333333
$s_{\text{max},3} = s_o$	$100 \leq 100 + (350 - h_x) / 3 \leq 150$	mm	138.889
s_{max}	$\text{Min} (s_{\text{max},1}, s_{\text{max},2}, s_{\text{max},3})$	mm	132.000
Spasi terpilih :		132.000	100.000
Spasi hoop tidak melebihi nilai terkecil :			
$s_{\text{max},2}$	$6 * d_b$	mm	132
$s_{\text{max},2}$	150	mm	150
Spasi terpilih :			120.000
Luas penampang hoop tidak boleh kurang dari terbesar :			
bc	$C1-2(\text{selimut}+0,5d_b)$		598
A_g	$b*h$		700000
A_{ch}	$(C1 - 2 \text{ Selimut}) \times (C2-2 \text{ selimut})$		570400
$A_{sh\text{min}, 1}$	$0.3 (S*bc * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	388.203
$A_{sh\text{min}, 2}$	$0.09 * S * bc * f_c' / f_{yv}$	mm ²	512.571
Jumlah Kaki			4
As pasang			530.66
Cek A_{sh} pasang	$A_{sh} \text{ pasang} \geq A_{sh} \text{ min} ?$		OK
Perhitungan gaya geser desain V_e			
Mprc atas			1498.644
Mprc bawah			1498.644
V_e	$\sum M_{pr} \text{ Kolom} / L_n$	kN	966.87
$V_e > V_u$			OK
$V_c = 0$ apabila :			
50% $V_e > V_u$			Memenuhi
$P_u < 0.1 \times A_g f_c$			Tidak memenuhi
Karena tidak memenuhi maka nilai V_c	$0.17 (1 + N_u / (14 A_g)) (f_c')^{0.5} b d; d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	kN	704.4742332
V_s	$A_s \times f_y \times d / s$	kN	521.532648
$\phi V_c + V_s > V_u$			OK

Lampiran 69 Penulangan Kolom K LIFT

Aksial - Lentur			
Kondisi	P (kN)	M2 (kN-m)	M3 (kN-m)
P max	4949.7063	-71.44	-225.6892
P min	101.2035	12.6401	48.843
M2 Max	1960.6629	367.3738	9.2769
M2 min	1586.0399	-340.5964	-95.6882
M3 Max	1154.0162	-38.937	-456.4453
M3 min	1404.402	60.1778	456.4457

Geser	
Tumpuan	
V2 (kN)	228.4021
V3 (kN)	184.4602

Properti Material dan Penampang					
Panjang/Tinggi Kolom, L		-	mm	4000	
Sisi Pendek Kolom, b		-	mm	650	
Sisi Panjang Kolom, h		-	mm	650	
Diameter Tulangan Longitudinal, d_b		-	mm	22	
Diameter Tulangan Senggang, d_s		-	mm	13	
Selimut Bersih, c_c		-	mm	40	
Kuat Tekan Beton, f_c'		-	MPa	40	
Kuat Leleh Tul. Longitudinal, f_y		-	MPa	420	
Kuat Leleh Tul. Transversal, f_{yv}		-	MPa	420	
Tinggi Balok, h_b		-	mm	650	
L_n		L - h_b	mm	3350	
Syarat Gaya dan Geometri					
Syarat Gaya Aksial	$P_u > 0.1A_g f_c' ?$	4949706.3	>	1690000	OK
Syarat Sisi Terpendek	$b \geq 300 \text{ mm} ?$	650	>	300	OK
Syarat Rasio Dimensi Penampang	$b/h \geq 0.4 ?$	1	>	0.4	OK
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)					
Jumlah Tulangan, n		-			26
Luas Tulangan Longitudinal, A_s		$n * \pi/4 * d_b^2$	mm ²		9883.5
Rasio Tulangan, ρ		$A_s / (b * h)$			2.34%
Cek ρ_{min} dan ρ_{max}		$1\% \leq \rho \leq 6\%$			OK
Kontrol kapasitas beban aksial kolom terhadap beban aksial terfaktor					
ϕP_n		$= 0,8 \times \phi \times [0,85 f_c'(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$			9453.606182
Cek $\phi P_n > P_u$					Oke
Pengecekan Strong Column - Weak Beam (SCWB)					
Momen Nominal Kolom, M_{nc1}			kN m		1034.711
Momen Nominal Kolom, M_{nc2}			kN m		1034.711
M_n^- Tumpuan Balok			kN m		578.966
M_n^+ Tumpuan Balok			kN m		421.226
Cek SCWB		$M_{nc1} + M_{nc2} \geq 1.2 * (M_n^- + M_n^+)$			OK

Lampiran 70 Penulangan Kolom K LIFT (Lanjutan 1)

Perencanaan Tulangan Geser (Transversal) Kolom			
Panjang Lo terbesar :			
l_{o1}	h	mm	650.0
l_{o2}	$L_n / 6$	mm	558.3
l_{o3}	450 mm	mm	450
l_o	Max ($l_{o1}; l_{o2}; l_{o3}$)	mm	650.0
Spasi tulangan transversal tidak melebihi :			
$S_{max,1}$	$b / 4$	mm	162.5
$S_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
h_x	$1/3 b$	mm	216.6666667
$S_{max,3} = S_o$	$100 \leq 100 + (350 - h_x) / 3 \leq 150$	mm	144.444
S_{max}	Min ($S_{max1}, S_{max2}, S_{max3}$)	mm	132.000
Spasi terpilih :		132.000	100.000
Spasi hoop tidak melebihi nilai terkecil :			
$S_{max,2}$	$6 * d_b$	mm	132
$S_{max,2}$	150	mm	150
Spasi terpilih :			120.000
Luas penampang hoop tidak boleh kurang dari terbesar :			
bc	C1-2(selimut+0,5db)		548
A_g	$b * h$		422500
A_{ch}	(C1 - 2 Selimut) x (C2-2 selimut)		324900
$A_{sh \text{ min, 1}}$	$0.3 (S * bc * f_c' / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	470.341
$A_{sh \text{ min, 2}}$	$0.09 * S * bc * f_c' / f_{yv}$	mm ²	469.714
Jumlah Kaki			4
As pasang			530.66
Cek A_{sh} pasang	$A_{sh} \text{ pasang} \geq A_{sh \text{ min}} ?$		OK
Perhitungan gaya geser desain V_e			
Mprc atas			1034.711
Mprc bawah			1034.711
V_e	$\sum M_{pr} \text{ Kolom} / L_n$	kN	617.74
$V_e > V_u$			OK
$V_c = 0$ apabila :			
50% $V_e > V_u$			Memenuhi
$P_u < 0.1 * A_g * f_c$			Tidak memenuhi
Karena tidak memenuhi maka nilai V_c	$0.17 (1 + N_u / (14 A_g)) (f_c')^{0.5} b d;$ $d = h - c_c - d_s - d_b / 2$	kN	409.7189514
V_s	$A_s * f_y * d / s$	kN	326.515098
$\phi V_c + V_s > V_u$			OK

Lampiran 71 Penulangan Pelat S1

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S1						
Mu	=	18.288	kNm			
Tulangan	=	D	13	-	120	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	7	m			
Ly	=	4	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$		=	1105.542	mm ²
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$		=	15.608	mm
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$		=	123.500	mm
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}		=	53.721	KNm
ϕM_n	\geq	Mu				
48.34882474	\geq	18.288	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 * \sqrt{f_c'}$		=	27805.57	MPa
Modulus elastis baja tulangan,		$E_s =$		=	200000.00	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L =$		=	2.69	N/mm
Panjang bentang plat,		$L_x =$		=	7000.00	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240 =$		=	29.17	mm
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3 =$		=	281250000.00	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$		=	4.14	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c =$		=	7.19	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b =$		=	7.95	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		=	106336805.45	mm ⁴
		$y_t = h / 2 =$		=	75.00	mm
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$		=	15529709.43	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		=	16459200.00	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		=	253258657.38	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		=	11.93	mm
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d) =$		=	0.01	
Syarat :		d_{tot}	\leq	$L_x / 240$		
		11.930	<	29.167		AMAN (OK)

Lampiran 72 Penulangan Pelat S2

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S2						
Mu	=	26.192	kNm			
Tulangan	=	D	13	-	120	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	7	m			
Ly	=	3.5	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$	=	1105.541667	mm ²	
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$	=	15.60764706	mm	
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$	=	123.5	mm	
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}	=	53.72091638	KNm	
ϕM_n	\geq	Mu				
48.34882474	\geq	26.192	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$	=	27806	MPa	
Modulus elastis baja tulangan,		$E_s =$		200000	MPa	
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L =$		3.8	N/mm	
Panjang bentang plat,		$L_x =$		7000	mm	
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240 =$		29.167	mm	
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3 =$		281250000	mm ³	
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$	=	4.141255848	MPa	
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c =$		7.19		
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b =$		7.952	mm	
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		106336805	mm ⁴	
		$y_t = h / 2 =$		75	mm	
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$		15529709	Nmm	
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		23572800	Nmm	
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		156349361	mm ⁴	
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		27.68	mm	
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d) =$		0.0090		
Syarat :		$d_{tot} \leq L_x / 240$				
		27.676 < 29.167			AMAN (OK)	

Lampiran 73 Penulangan Pelat S3

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S3						
Mu	=	17.054	kNm			
Tulangan	=	D	13	-	200	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	6	m			
Ly	=	4	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$		=	663.325	mm ²
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$		=	9.364588235	mm
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$		=	123.5	mm
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}		=	33.102197	KNm
ϕM_n	\geq	Mu				
29.7919773	\geq	17.054	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$		=	27806	MPa
Modulus elastis baja tulangan,		$E_s =$		=	200000	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L =$		=	3.4	N/mm
Panjang bentang plat,		$L_x =$		=	6000	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240 =$		=	25.000	mm
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3 =$		=	281250000	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$		=	4.141255848	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c =$		=	7.19	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b =$		=	4.771	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		=	67293111	mm ⁴
		$y_t = h / 2 =$		=	75	mm
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$		=	15529709	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		=	15348600	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		=	288913626	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		=	7.16	mm
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d) =$		=	0.0054	
Syarat :		d_{tot}	\leq	$L_x / 240$		
		7.165	<	25.000		AMAN (OK)

Lampiran 74 Penulangan Pelat S4

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S4						
Mu	=	21.495	kNm			
Tulangan	=	D	13	-	200	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	6	m			
Ly	=	3.5	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$	=	663.325	mm ²	
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$	=	9.364588235	mm	
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$	=	123.5	mm	
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}	=	33.102197	KNm	
ϕM_n	\geq	Mu				
29.7919773	\geq	21.495	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$	=	27806	MPa	
Modulus elastis baja tulangan,		$E_s =$		200000	MPa	
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L =$		4.3	N/mm	
Panjang bentang plat,		$L_x =$		6000	mm	
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240 =$		25.000	mm	
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3 =$		281250000	mm ³	
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$		4.141255848	MPa	
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c =$		7.19		
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b =$		4.771	mm	
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		67293111	mm ⁴	
		$y_t = h / 2 =$		75	mm	
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$		15529709	Nmm	
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		19345500	Nmm	
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		177974955	mm ⁴	
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		14.66	mm	
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d) =$		0.0054		
Syarat :		$d_{tot} \leq L_x / 240$				
		14.660 < 25.000				AMAN (OK)

Lampiran 75 Penulangan Pelat S5

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S5						
Mu	=	10.552	kNm			
Tulangan	=	D	10	-	200	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	4	m			
Ly	=	3.5	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$		=	392.5	mm ²
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$		=	5.541176471	mm
Tinggi efektif pelat		dx = h-t-1/2 diameter		=	125	mm
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$		=	20.14951853	KNm
ϕM_n	\geq	Mu				
18.13456668	\geq	10.552	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$		=	27806	MPa
Modulus elastis baja tulangan,		E_s		=	200000	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L$		=	6.2	N/mm
Panjang bentang plat,		L_x		=	4000	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240$		=	16.667	mm
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3$		=	281250000	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$		=	4.141255848	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c$		=	7.19	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b$		=	2.823	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2$		=	42149530	mm ⁴
		$y_t = h / 2$		=	75	mm
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t$		=	15529709	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2$		=	12342600	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr}$		=	518416492	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e)$		=	1.43	mm
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d)$		=	0.0031	
Syarat :	d_{tot}	\leq	$L_x / 240$			
	1.427	<	16.667		AMAN (OK)	

Lampiran 76 Penulangan Pelat S6

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN S6						
Mu	=	13.714	kNm			
Tulangan	=	D	10	-	200	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	3.5	m			
Ly	=	3.5	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$		=	392.5	mm ²
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$		=	5.541176471	mm
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$		=	125	mm
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}		=	20.14951853	KNm
ϕM_n	\geq	Mu				
18.13456668	\geq	13.714	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$		=	27806	MPa
Modulus elastis baja tulangan,		$E_s =$		=	200000	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L =$		=	8.1	N/mm
Panjang bentang plat,		$L_x =$		=	3500	mm
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240 =$		=	14.583	mm
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3 =$		=	281250000	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$		=	4.141255848	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c =$		=	7.19	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b =$		=	2.823	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		=	42149530	mm ⁴
		$y_t = h / 2 =$		=	75	mm
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$		=	15529709	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		=	12342600	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		=	518416492	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		=	1.09	mm
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d) =$		=	0.0031	
Syarat :		d_{tot}	\leq	$L_x / 240$		
		1.093	<	14.583		AMAN (OK)

Lampiran 77 Penulangan Pelat Tangga

PERHITUNGAN TULANGAN PELAT TANGGA DAN PENGECEKAN TERHADAP LENDUTAN						
Mu	=	21.292	kNm			
Tulangan	=	D	10	-	150	
fy	=	420	Mpa			
fc	=	35	Mpa			
h pelat	=	150	mm			
t selimut pelat	=	20	mm			
Lx	=	3.5	m			
Ly	=	1.96	m			
Perhitungan Tulangan Pelat						
Luas tulangan terpakai,		$A_s = 0,25 \pi d^2 b/s$	=	523.3333333	mm ²	
Tinggi balok regangan,		$a = A_s f_y / (0,85 f_c' b)$	=	7.388235294	mm	
Tinggi efektif pelat		$d_x = h - t - 1/2 \text{ diameter}$	=	125	mm	
Momen nominal		$M_n = A_s f_y (d - a/2)$ 10^{-6}	=	26.66303294	KNm	
ϕM_n	\geq	Mu				
23.99672965	\geq	21.292	Oke			
Pengecekan Terhadap Lendutan						
Modulus elastis beton,		$E_c = 4700 \sqrt{f_c'}$	=	27806	MPa	
Modulus elastis baja tulangan,		E_s	=	200000	MPa	
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,		$Q = Q_D + Q_L$	=	12.5	N/mm	
Panjang bentang plat,		L_x	=	3500	mm	
Batas lendutan maksimum yang diijinkan,		$L_x / 240$	=	14.583	mm	
Momen inersia brutto penampang plat,		$I_g = 1/12 * b * h^3$	=	281250000	mm ³	
Modulus keruntuhan lentur beton,		$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'}$	=	4.141255848	MPa	
Nilai perbandingan modulus elastis,		$n = E_s / E_c$	=	7.19		
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,		$c = n * A_s / b$	=	3.764	mm	
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :		$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2$	=	55344896	mm ⁴	
		$y_t = h / 2$	=	75	mm	
Momen retak :		$M_{cr} = f_r * I_g / y_t$	=	15529709	Nmm	
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :		$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2$	=	19162800	Nmm	
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,		$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr}$	=	175582173	mm ⁴	
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :		$d_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e)$	=	5.01	mm	
Rasio tulangan slab lantai :		$r = A_s / (b * d)$	=	0.0042		
Syarat :	d_{tot}	\leq	$L_x / 240$			
	5.009	<	14.583		AMAN (OK)	

Lampiran 78 Penulangan Shearwall SW1

Properti Material dan Penampang			
Tebal Dinding Geser, t_w	-	mm	400
Panjang (As ke As), L	-	mm	4000
Panjang Kolom, h_k	-	mm	900
Lebar Kolom, b_k	-	mm	900
Tinggi Dinding Geser Total, h_w	-	mm	60000
Diameter Tulangan Longitudinal Badan, d_l	-	mm	19
Diameter Tulangan Transversal Badan, d_t	-	mm	19
Diameter Tulangan Kolom, d_b	-	mm	25
Kuat Tekan Beton, f_c'	-	MPa	40
Kuat Leleh Baja Tulangan, f_y	-	MPa	420
Geometri			
Panjang Total, L_w	$L + h_k$	mm	4900
Panjang Bersih, L_n	$L - h_k$	mm	3100
Luas Penampang Melintang, A_{cv}	$t_w * L_w$	mm ²	1960000
Luas Total Dinding Geser, A_w	$t_w * L_n + 2 * (b_k * h_k)$	mm ²	2860000
Kebutuhan Tulangan Minimum			
ϕ			0.75
Gaya Geser, V_u / ϕ	V_u Dari Sheet Gaya Dalam	N	7132865
Batas Zona 1	$0.083 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	1028879
Batas Zona 2	$0.17 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	2107342
Kesimpulan Zona			Zona 3
Rasio Tul. Longitudinal Minimum, $\rho_{l,min}$	Fungsi Zona dan h_w/L_w		0.25%
Rasio Tul. Transversal Minimum, $\rho_{t,min}$	Fungsi Zona		0.25%
Perlu 2 Lapis Tulangan?	Zona 3 atau $h_w/L_w \geq 2$?		Perlu
Jumlah Lapis Tulangan Pakai, n_{lapis}	- (Disarankan 2)		2
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan PCA Column, atau SP Column, atau CSI Column, dll.)			
Bagian Badan			
Spasi Tulangan Longitudinal, s	-	mm	200
Cek Spasi Tulangan Maksimum	$s \leq 450$ mm?		OK
Rasio Tulangan Longitudinal, ρ_l	$n_{lapis} * (\pi/4 * d_l^2) / (t_w * s)$		0.709%
Cek Rasio Tulangan Minimum	$\rho_l \geq \rho_{l,min}$?		OK
Bagian Kolom			
Jumlah Tulangan per Kolom, n	-		36
Rasio Tulangan Kolom, ρ	$n * (\pi/4 * d_b^2) / (b_k * h_k)$		2.182%
Cek Rasio Tulangan Kolom	$1\% \leq \rho \leq 6\%$?		OK
Pengecekan Kapasitas Geser			
h_w / L_w			12.2449
α_c	Fungsi h_w / L_w		0.17
Spasi Tulangan Transversal, s	-	mm	200
Cek Spasi Tulangan Maksimum	$s \leq 450$ mm?		OK
Rasio Tulangan Longitudinal, ρ_t	$n_{lapis} * (\pi/4 * d_t^2) / (t_w * s)$		0.709%
Cek Rasio Tulangan Minimum	$\rho_t \geq \rho_{t,min}$?		OK
Kuat Geser Dinding, V_n	$A_{cv} (\alpha_c * f_c'^{0.5} + \rho_t * f_y)$	N	7942363
Batas Kuat Geser, $V_{n,max}$	$0.66 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	8181445
Kuat Geser Pakai, $V_{n,pakai}$	$\min(V_n; V_{n,max})$	N	7942363
Cek Kapasitas Geser	$V_{n,pakai} \geq V_u/\phi$?		OK

Lampiran 79 Penulangan Shearwall SW1 (Lanjutan 1)

Pengecekan Kebutuhan Elemen Batas Khusus			
Displacement-Based Method			
Panjang Zona Tekan, c	(nilai terbesar)	mm	692
δ_u		mm	160.855
δ_u / h_w	$\max (\delta_u / h_w; 0.005)$		0.005
Perlu Elemen Batas Khusus?	$c \geq L_w / [600 * (1.5 \delta_u / h_w)]$		Tidak Perlu
Penulangan Kekangan pada Kolom			
Selimit Beton, c_c		mm	40
Diameter Confinement, d_s		mm	13
Jumlah Kaki, n			6
Spasi, s		mm	100
b_c	$b_k - 2c_c$	mm	820
h_c	$h_k - 2c_c$	mm	820
A_g	$b_k * h_k$	mm ²	810000
A_{ch}	$b_c * h_c$	mm ²	672400
$A_{sh \text{ min, 1}}$	$0.3 (S * b_c * f_c' / f_y) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	479.443
$A_{sh \text{ min, 2}}$	$0.09 * S * b_c * f_c' / f_y$	mm ²	702.857
As pasang	$n * \pi / 4 * d_s^2$		795.99
Cek $A_s \text{ pasang}$	$A_s \text{ pasang} \geq A_{sh} / s \text{ min ?}$		OK

Lampiran 80 Penulangan Shearwall SW2

Properti Material dan Penampang			
Tebal Dinding Geser, t_w	-	mm	300
Panjang (As ke As), L	-	mm	3500
Panjang Kolom, h_k	-	mm	900
Lebar Kolom, b_k	-	mm	900
Tinggi Dinding Geser Total, h_w	-	mm	64000
Diameter Tulangan Longitudinal Badan, d_l	-	mm	19
Diameter Tulangan Transversal Badan, d_t	-	mm	19
Diameter Tulangan Kolom, d_b	-	mm	25
Kuat Tekan Beton, f_c'	-	MPa	40
Kuat Leleh Baja Tulangan, f_y	-	MPa	420
Geometri			
Panjang Total, L_w	$L + h_k$	mm	4400
Panjang Bersih, L_n	$L - h_k$	mm	2600
Luas Penampang Melintang, A_{cv}	$t_w * L_w$	mm ²	1320000
Luas Total Dinding Geser, A_w	$t_w * L_n + 2 * (b_k * h_k)$	mm ²	2400000
Kebutuhan Tulangan Minimum			
ϕ			0.75
Gaya Geser, V_u / ϕ	V_u Dari Sheet Gaya Dalam	N	5286149.87
Batas Zona 1	$0.083 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	692918
Batas Zona 2	$0.17 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	1419230
Kesimpulan Zona			Zona 3
Rasio Tul. Longitudinal Minimum, $\rho_{l,min}$	Fungsi Zona dan h_w/L_w		0.25%
Rasio Tul. Transversal Minimum, $\rho_{t,min}$	Fungsi Zona		0.25%
Perlu 2 Lapis Tulangan?	Zona 3 atau $h_w/L_w \geq 2$?		Perlu
Jumlah Lapis Tulangan Pakai, n_{lapis}	- (Disarankan 2)		2
Pengecekan Terhadap Gaya Dalam Aksial-Lentur (Menggunakan SP Column)			
Bagian Badan			
Spasi Tulangan Longitudinal, s	-	mm	200
Cek Spasi Tulangan Maksimum	$s \leq 450$ mm?		OK
Rasio Tulangan Longitudinal, ρ_l	$n_{lapis} * (\pi/4 * d_l^2) / (t_w * s)$		0.945%
Cek Rasio Tulangan Minimum	$\rho_l \geq \rho_{l,min}$?		OK
Bagian Kolom			
Jumlah Tulangan per Kolom, n	-		36
Rasio Tulangan Kolom, ρ	$n * (\pi/4 * d_b^2) / (b_k * h_k)$		2.182%
Cek Rasio Tulangan Kolom	$1\% \leq \rho \leq 6\%$?		OK
Pengecekan Kapasitas Geser			
h_w / L_w			14.5455
α_c	Fungsi h_w / L_w		0.17
Spasi Tulangan Transversal, s	-	mm	250
Cek Spasi Tulangan Maksimum	$s \leq 450$ mm?		OK
Rasio Tulangan Longitudinal, ρ_t	$n_{lapis} * (\pi/4 * d_t^2) / (t_w * s)$		0.756%
Cek Rasio Tulangan Minimum	$\rho_t \geq \rho_{t,min}$?		OK
Kuat Geser Dinding, V_n	$A_{cv} (\alpha_c * f_c'^{0.5} + \rho_t * f_y)$	N	5610919
Batas Kuat Geser, $V_{n,max}$	$0.66 A_{cv} f_c'^{0.5}$	N	5509953
Kuat Geser Pakai, $V_{n,pakai}$	$\min(V_n; V_{n,max})$	N	5509953
Cek Kapasitas Geser	$V_{n,pakai} \geq V_u / \phi$?		OK

Lampiran 81 Penulangan Shearwall SW2 (Lanjutan 1)

Pengecekan Kebutuhan Elemen Batas Khusus			
Displacement-Based Method			
Panjang Zona Tekan, c		mm	495
δ_u		mm	159.479
δ_u / h_w	$\max (\delta_u / h_w; 0.005)$		0.005
Perlu Elemen Batas Khusus?	$c \geq L_w / [600 * (1.5 \delta_u / h_w)]$		Tidak Perlu
Penulangan Kekangan pada Kolom			
Selimit Beton, c_c	-	mm	40
Diameter Confinement, d_s	-	mm	13
Jumlah Kaki, n_l	-		6
Spasi, s	-	mm	100
bc	$b_k - 2c_c$		820
h_c	$h_k - 2c_c$	mm	820
A_g	$b_k * h_k$		810000
A_{ch}	$b_c * h_c$		672400
$A_{sh \text{ min, 1}}$	$0.3 (S * bc * f'_c / f_{yv}) * (A_g / A_{ch} - 1)$	mm ²	479.443
$A_{sh \text{ min, 2}}$	$0.09 * S * bc * f'_c / f_{yv}$	mm ²	702.857
As pasang			795.99
Cek A_{sh} pasang	$A_{sh} \geq A_{sh \text{ min}} ?$		OK



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

Jl. Raya Puspiptek, Tangerang Selatan - 15314
(021) 7562757

www.iti.ac.id [institutteknologiindonesia](https://www.instagram.com/institutteknologiindonesia) [@kampusITI](https://www.facebook.com/kampusITI) Institut Teknologi Indonesia

SURAT KETERANGAN 519/SKCP/PERPUS-ITI/2024

Yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan bahwa:

Nama Pemohon : **Sienko Eka Putra**
Status Pemohon : **Mahasiswa**
Nomor Identitas : **1212000019**

Telah menyerahkan dokumen uji plagiasi dengan judul sebagai berikut:

Analisa Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung Apartemen Tahan Gempa

Hasil pengecekan uji kemiripan dokumen diatas adalah sebesar **24** %.

Demikian kami sampaikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Tangerang Selatan, 28 Agustus 2024

Staf Perpustakaan,

(Dwima Trisna Wulandari, S.IP)

Analisa Struktur Beton Bertulang Untuk Gedung Apartemen Tahan Gempa

ORIGINALITY REPORT

24%

SIMILARITY INDEX

23%

INTERNET SOURCES

6%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES


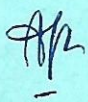



1	repository.its.ac.id Internet Source	5%
2	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	4%
3	repository.umsu.ac.id Internet Source	1%
4	Submitted to University of Wollongong Student Paper	1%
5	repository.unhas.ac.id Internet Source	1%
6	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
7	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
8	repository.um-surabaya.ac.id Internet Source	1%
9	digilib.unila.ac.id Internet Source	1%








KARTU BIMBINGAN

MATA KULIAH : TUGAS AKHIR
DOSEN PEMBIMBING : Prof. Dr. Sc-Ing. Ir. RIANA HERLINA L, MT., IPM
JUDUL : ANALISA STRUKTUR BETON BERTULANG UNTUK GEDUNG APARTEMEN TAHAN GEMPA
NAMA MAHASISWA : SIENKO EKA PUTRA
NRP / RIRM : 1212000019
PROGRAM STUDI : TEKNIK SIPIL
SEMESTER / TAHUN : GENAP 2023/2024

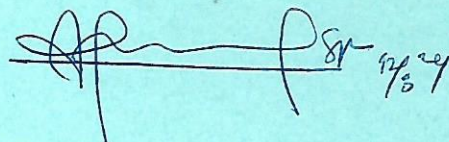
NO	TANGGAL	MASALAH YANG DIBICARAKAN	PARAF
1	22 Maret 2024	<ul style="list-style-type: none">- Asistensi denah rencana- Penambahan ruang pertemuan- Penambahan toko retail- Penambahan fungsi atap- Penambahan gambar tampak	
2	29 Maret 2024	<ul style="list-style-type: none">- Pengarahan perbaikan laporan bab 1-3- Penambahan data-data yang diperlukan untuk etabs- Penambahan langkah-langkah perancangan struktur dengan software	
3	1 April 2024	<ul style="list-style-type: none">- Perbaikan cover, abstrak, kata pengantar, lembar pengesahan, dan lembar pernyataan sesuai panduan penulisan tugas akhir- Gambar dan tabel harus disebutkan dinarasi- Data-data yang akan diinput dapat dilengkapi di bab 3- Penambahan daftar notasi- Perbaikan penulisan	
4	4 April 2024	<ul style="list-style-type: none">- Flowchart perancangan : mutu material dan beban dimasukkan dalam pengumpulan data- Flowchart dilengkapi dengan input ordinat, beban, dimensi komponen struktur- Flowchart dilengkapi dengan validasi output etabs- Pada rincian langkah-langkah perancangan etabs, output nya disebutkan gaya dalam apa saja	

NO	TANGGAL	MASALAH YANG DIBICARAKAN	PARAF
5	22 April 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Flowchart diperbaiki (pembuatan gambar teknik di depan penyusunan laporan) - Setelah SNI ditambahkan : (Badan Standarisasi Nasional. 2019/2020) - Gambar harus disebutkan terlebih dahulu dalam paragraf - Subbab data-data input etabs ditukar posisinya setelah langkah-langkah etabs - Notasi dijelaskan pada subbab data-data input etabs - Kombinasi pembebanan hanya ditulis yang akan digunakan sesuai kondisi perancangan dan memberikan beban terbesar - Lanjutkan penulisan bab 4 mengenai penentuan sistem rangka gedung dan preliminary design 	
6	29 April 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Urutan daftar isi bab 2 diubah Uraian umum, landasan perancangan, rumah susun dan peraturan, pembebanan, bangunan tahan gempa, dst. - Mutu bahan yang digunakan ditambahkan jurnal mengapa dipilih mutu tersebut - Pembebanan gempa pilih satu metode - Pada penentuan sistem struktur ditambahkan gambar potongan sistem rangka - Preliminary design dalam bentuk tabel dan dilengkapi rumus pada awal tabel - Preliminary design ditambahkan jurnal mengapa dipilih dimensi tersebut 	
8	28 Mei 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Permodelan etabs, balok mengalami overstress (balok yang menumpu pada shearwall), dicoba penambahan kolom pada shearwall 	
9	10 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil output etabs dibuat grafik mengenai deformasi antar lantai akibat beban gempa dan tanpa beban gempa, momen, dan shear 	
10	20 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil pengecekan sistem rangka menahan 25% gaya lateral tidak terpenuhi, diusahakan pemindahan shearwall dan pengurangan bentang shearwall agar tercapai 25% 	

NO	TANGGAL	MASALAH YANG DIBICARAKAN	PARAF
11	26 Juni 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Dilanjutkan perhitungan penulangan - Grafik diperbaiki sehingga warnanya tidak menyerupai satu sama lain 	
12	15 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Lanjutkan pembuatan gambar detail penulangan 	
13	30 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Setelah tabel diberikan penjelasan - Satuan pada grafik diubah dari kN menjadi mN - Buat PPT 	
14	5 Juli 2024	<ul style="list-style-type: none"> - Perbaiki kesimpulan dibuat dalam bentuk presentase - Isi PPT diperbaiki dalam bentuk poin-poin dan gambar - Tabel perhitungan tidak perlu dimasukkan ke dalam PPT 	
15	7 Agustus 2024	<ul style="list-style-type: none"> - ACC untuk disidangkan 	

Telah diselesaikan tgl. 7 Agustus 2024
Serpong, 7 Agustus 2024

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Sc-Ing. Ir. Riana Herlina L, MT., IPM