

SURAT TUGAS

Nomor: 175-R/UNTAR/Pengabdian/VIII/2026

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

ALFRED JONATHAN SUSILO, Ir., S.T., M.Eng., Ph.D.

Untuk melaksanakan kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan data sebagai berikut:

Judul	:	Analisis Struktur dan Desain Perkuatan untuk Sekolah Maitreya Siantar
Mitra	:	Yayasan Maha Vihara Vidya Maitreya
Periode	:	20252/2026/22MEI
URL Repository	:	https://drive.google.com/file/d/13nx2Uhnt1hn48WII2GXHEgb958j-mNF2/view?usp=share_link

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

21 Agustus 2026

Rektor



Prof. Dr. Amad Sudiro, S.H., M.H., M.Kn., M.M.

Print Security : bc853b6425a2f3e28946eca6cd4b2d40

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

**LAPORAN AKHIR PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
YANG DIAJUKAN KE LEMBAGA PENELITIAN DAN
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT**



**ANALISIS STRUKTUR DAN DESAIN PERKUATAN
UNTUK SEKOLAH MAITREYA
PEMATANG SIANTAR - SUMATERA UTARA**

Disusun oleh:

Ir. Alfred Jonathan Susilo, S.T., M.Eng., Ph.D. (0323068304/10317007)

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TARUMANAGARA
JAKARTA
TAHUN 2026**

ANALISIS STRUKTUR DAN DESAIN PERKUATAN UNTUK SEKOLAH MAITREYA PEMATANG SIANTAR - SUMATERA UTARA

BAB I. Pendahuluan

Program Studi Teknik Sipil melakukan program pengabdian kepada masyarakat yang diselenggarakan oleh dosen sesuai dengan Visi dan Misi Universitas. Dalam program ini, kami melaksanakan kegiatan pengabdian dengan judul kegiatan “Analisis Struktur dan Desain Perkuatan untuk Bangunan Sekolah Maitreya Siantar”. Pekerjaan yang dilakukan adalah analisis struktur eksisting dan merancang desain perkuatan untuk bangunan sekolah yang terdiri dari 7 (tujuh) lantai.

BAB II. Metodologi Pelaksanaan

Metodologi pelaksanaan Pengabdian Kepada Masyarakat, dengan menganalisa desain eksisting bangunan, pengumpulan data yaitu melakukan survey lapangan, melakukan pengujian tanah. Menganalisis data yang ada untuk analisa struktur eksisting bangunan dan melakukan perhitungan dan mendesain perkuatan untuk bangunan sekolah 7 lantai.

BAB III. Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat

Hasil PKM berupa perhitungan bangunan sekolah ini terdiri dari 7 lantai dengan dak atap dari beton. Sistem struktur menggunakan *open frame* dengan beton rangka bertulang dengan balok kolom 3 dimensi, tipe plat yang digunakan pelat 2 arah. Klasifikasi sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Dalam mendesain pembebanan rencana menggunakan peraturan mengikuti SNI yang berlaku. Bangunan sekolah mempunyai fasilitas umum dengan kategori desain IV, sehingga *importance factor* menggunakan 1,5.

BAB IV. Kesimpulan

Hasil analisis menunjukkan struktur bangunan eksisting sekolah memerlukan perkuatan balok, pelat lantai, dan pondasi. Sistem struktur menggunakan *open frame*. Kolom-kolom dengan mutu beton $f'c = 35$ MPa. Perkuatan fondasi bangunan direncanakan menggunakan fondasi tiang bor.

BAB V. Daftar Pustaka

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 2052:2017: Baja Tulangan Beton*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017: Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1726:2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019: Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. Jakarta: BSN.

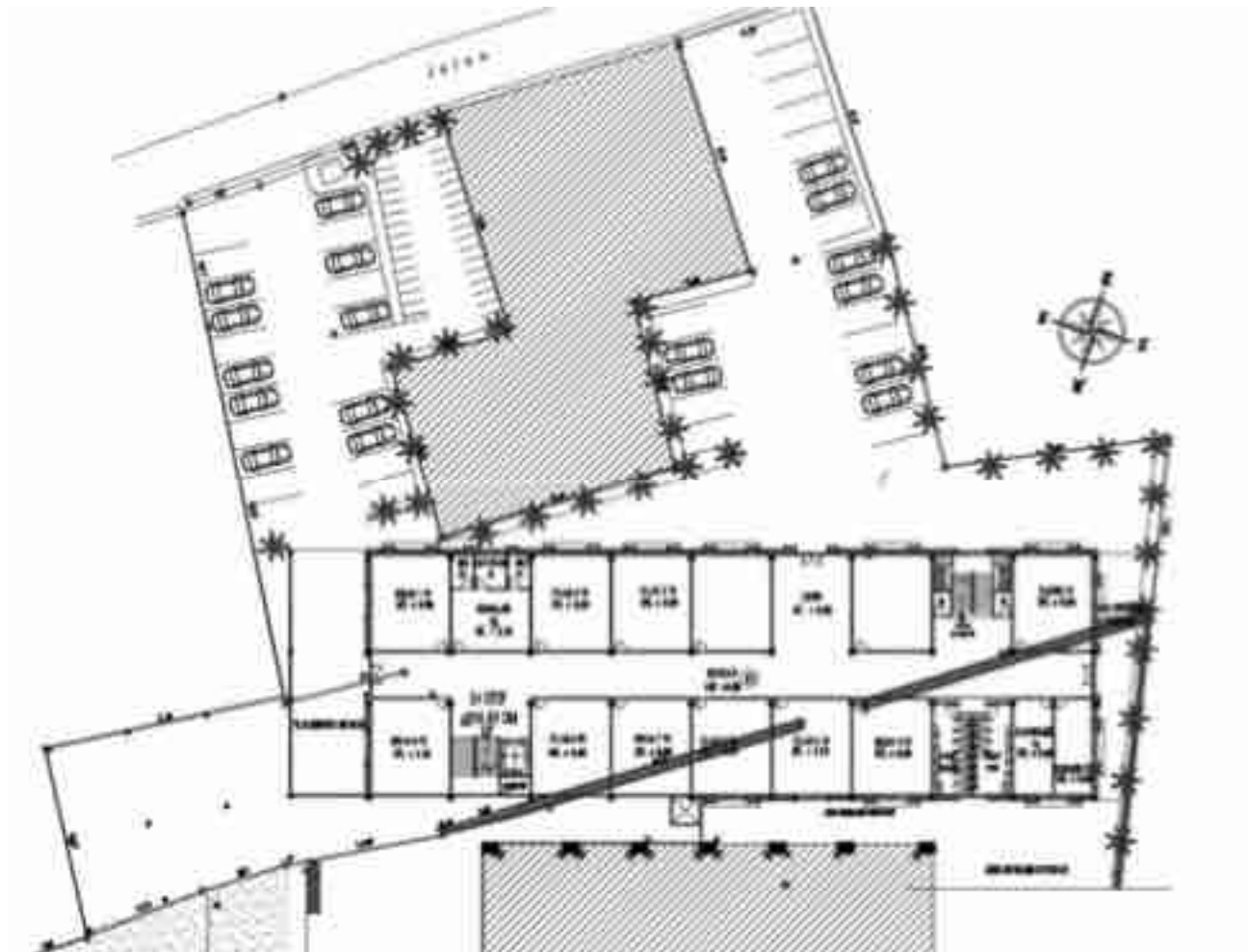
Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1727:2020: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 1729:2020: Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2020). *SNI 7860:2020: Ketentuan Seismik untuk Bangunan Gedung Baja Struktural*. Jakarta: BSN.

Analisa Struktur Existing Sekolah Maitreya

Siteplan

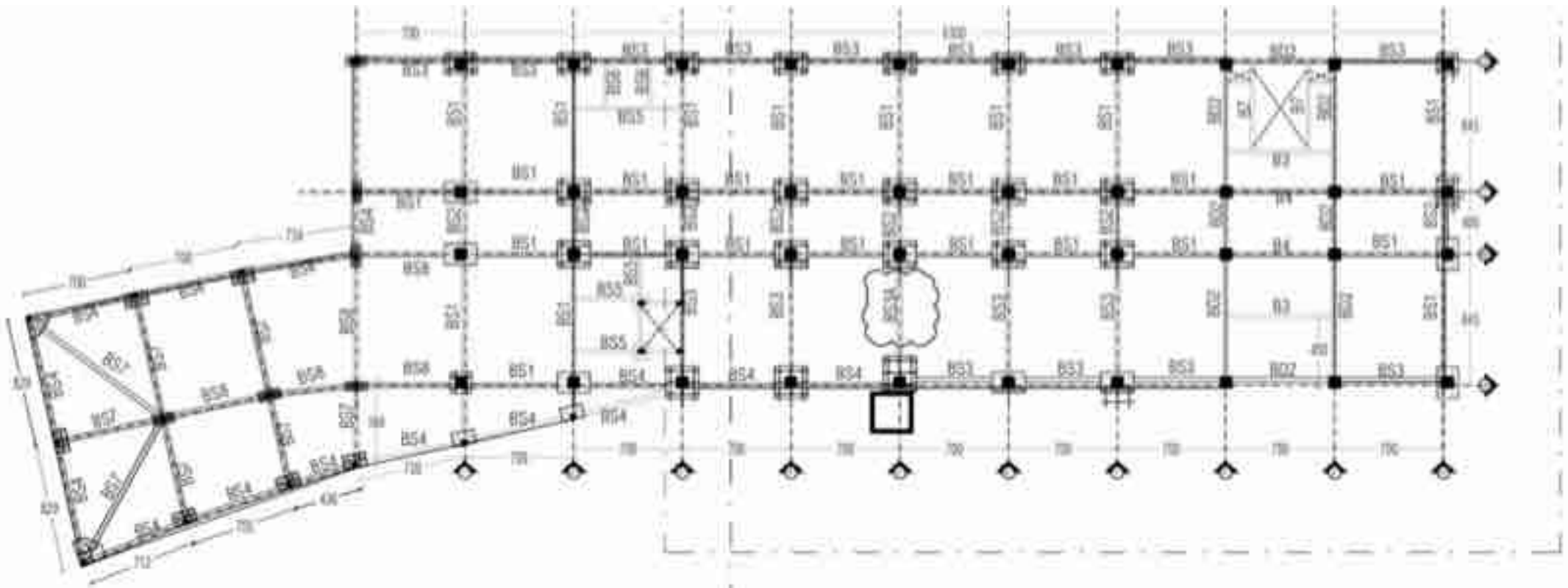


Keterangan Umum

DATA UMUM PROYEK

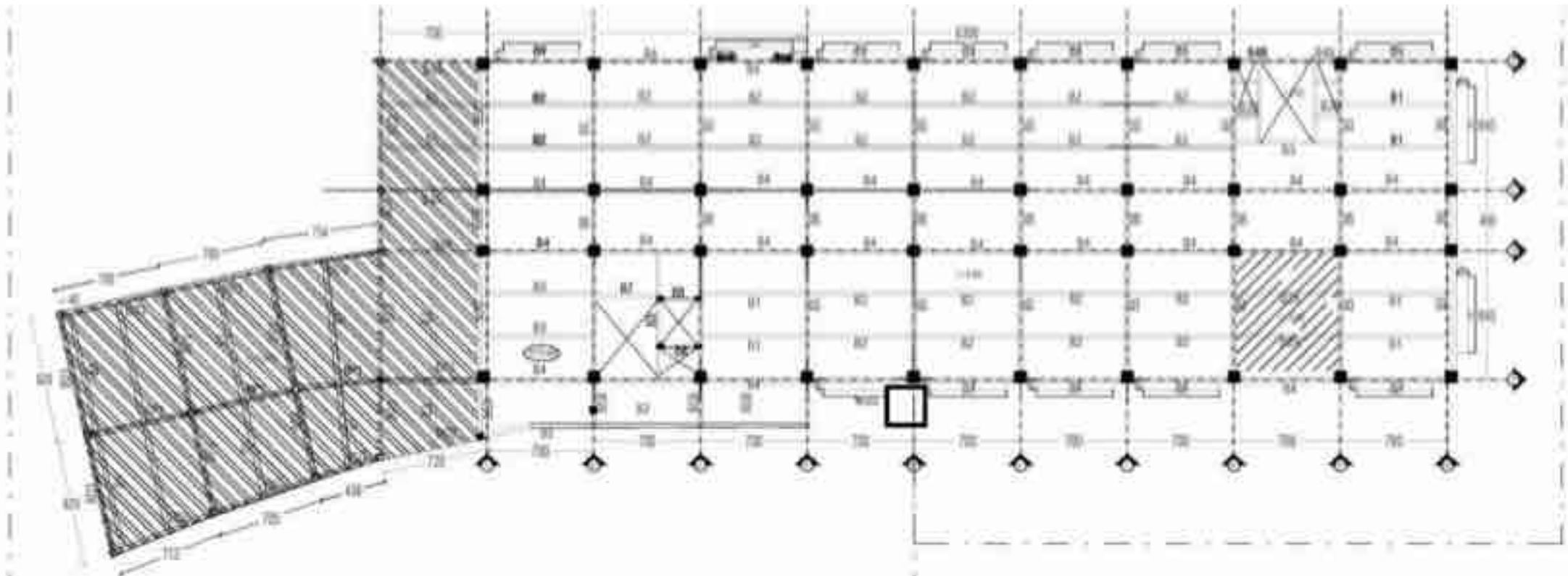
Nama Proyek	: Sekolah Maitreya
Alamat	: Jl. Ade Irma Suryani, Pematang Siantar, Sumatera Utara
Fungsi Bangunan	: Sekolah
Jumlah Lantai	: 7 (Tujuh) lantai + Atap
Tinggi Lantai	: - Lantai Dasar – Lantai 1 : ± 4.00 m - Lantai 1 – Lantai 2 : ± 4.00 m - Lantai 2 – Lantai 3 : ± 4.00 m - Lantai 3 – Lantai 5 : ± 4.00 m - Lantai 5 – Lantai 6 : ± 4.00 m - Lantai 6 – Lantai 7 : ± 4.00 m - Lantai 7 – Ring Balok Atap : ± 4.00 m
Tinggi Bangunan	: ± 32.00 m
Sistem Struktur	: Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
Penggunaan Diafragma	: Semi Rigid

DED Struktur



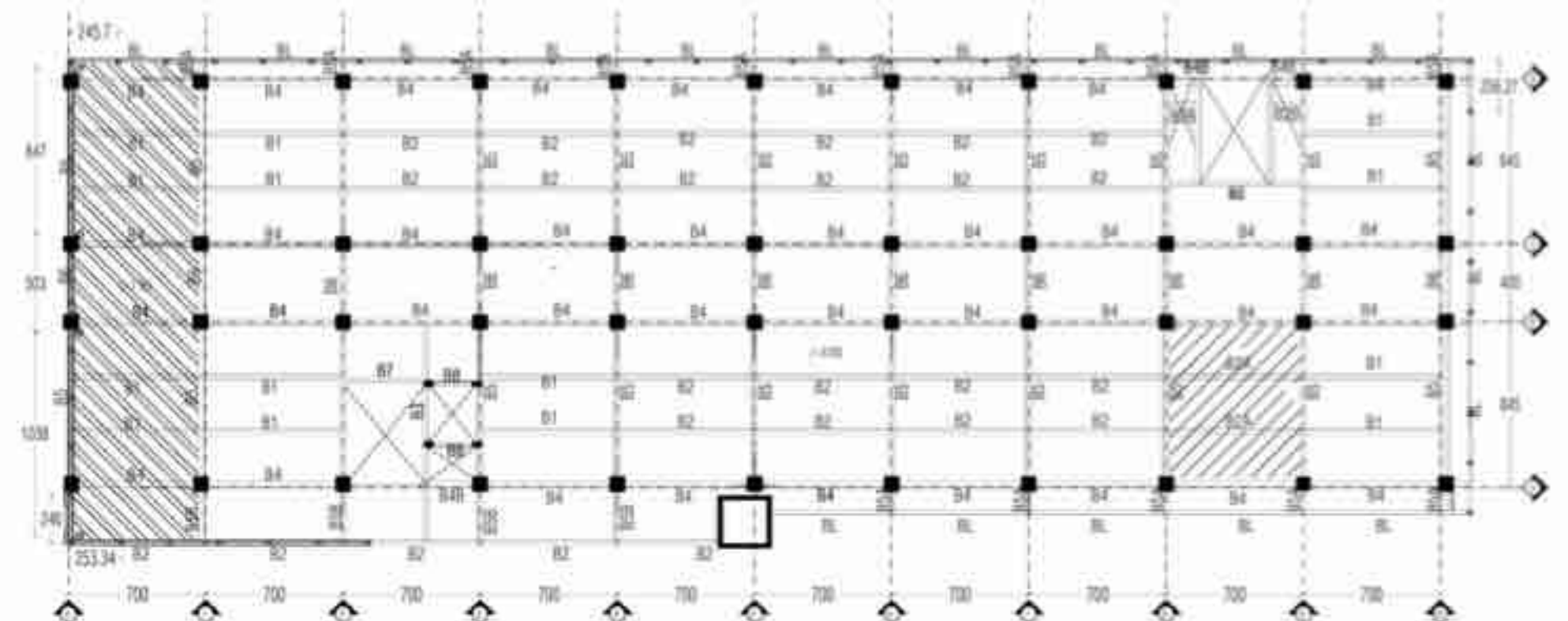
Lantai Dasar

DED Struktur



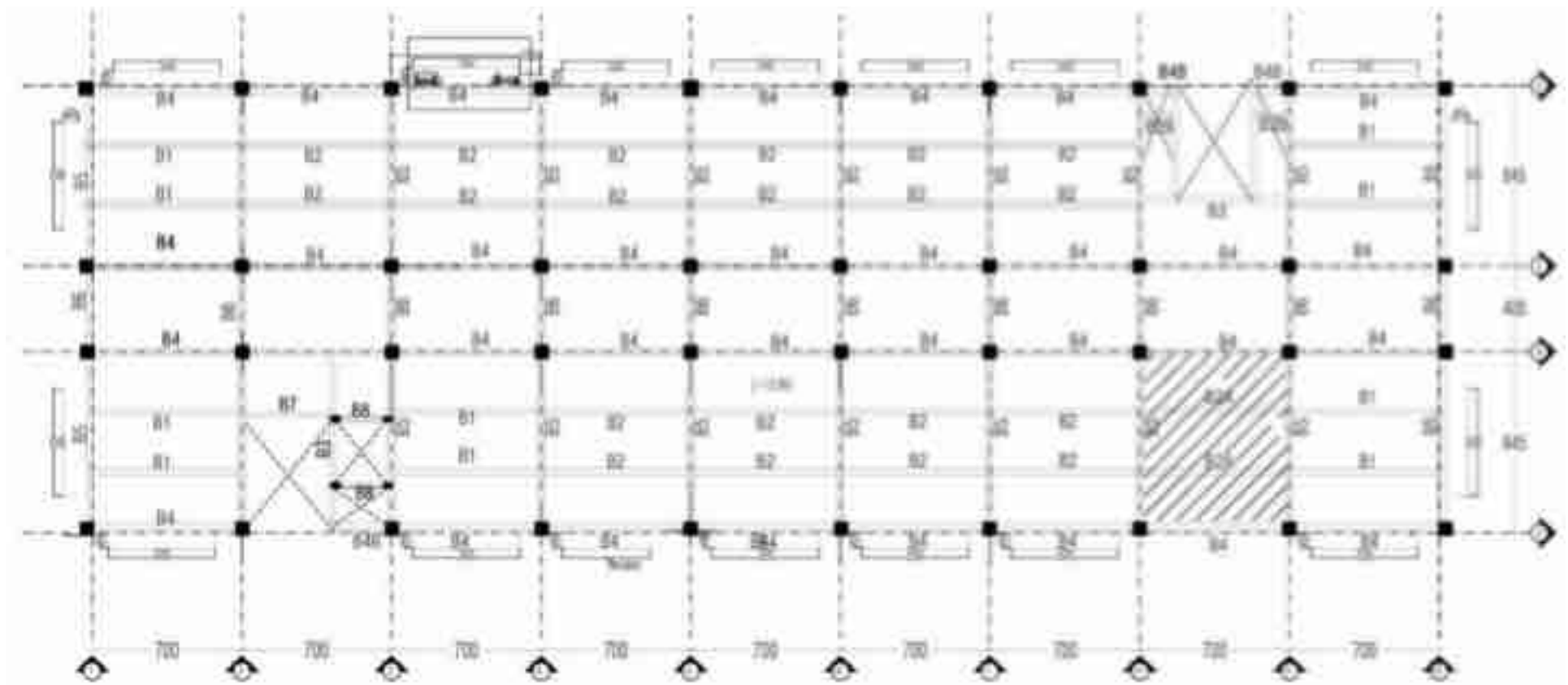
Lantai 1

DED Struktur



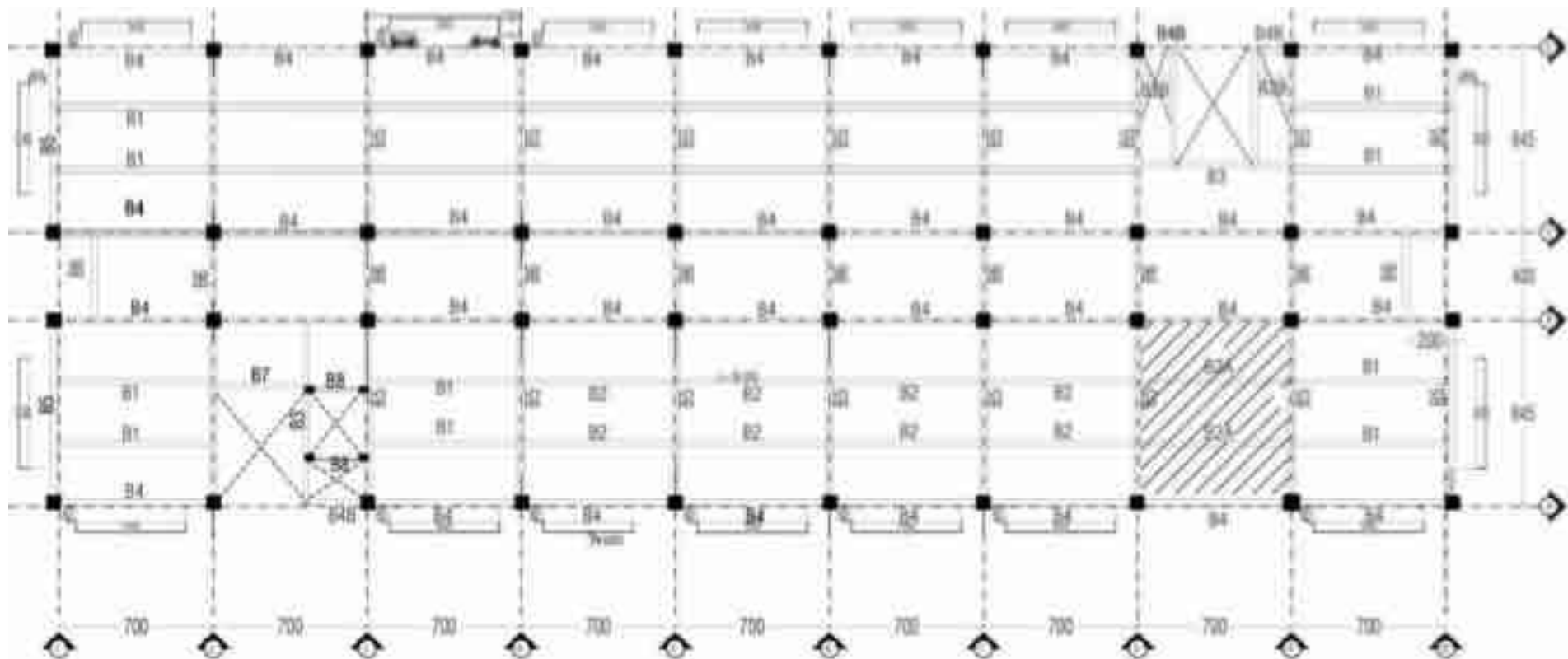
Lantai 2

DED Struktur



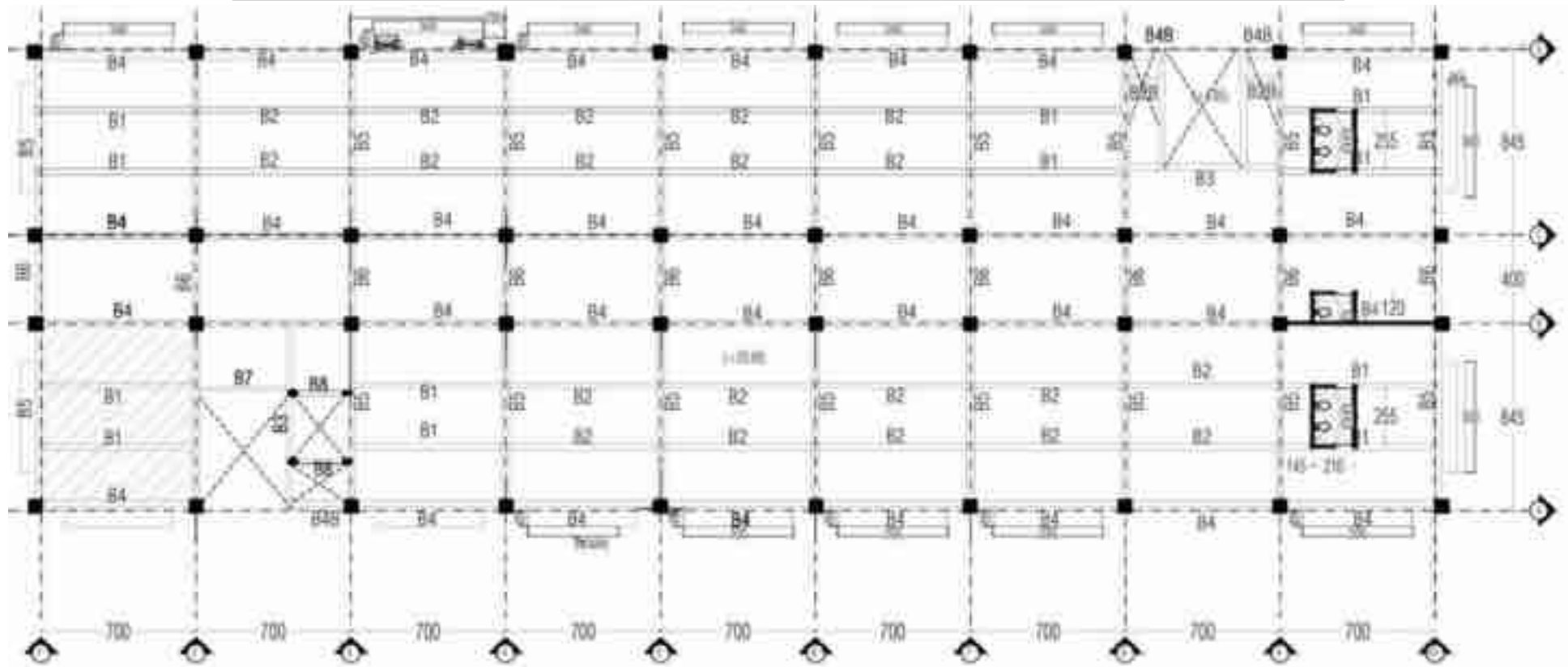
Lantai 3

DED Struktur



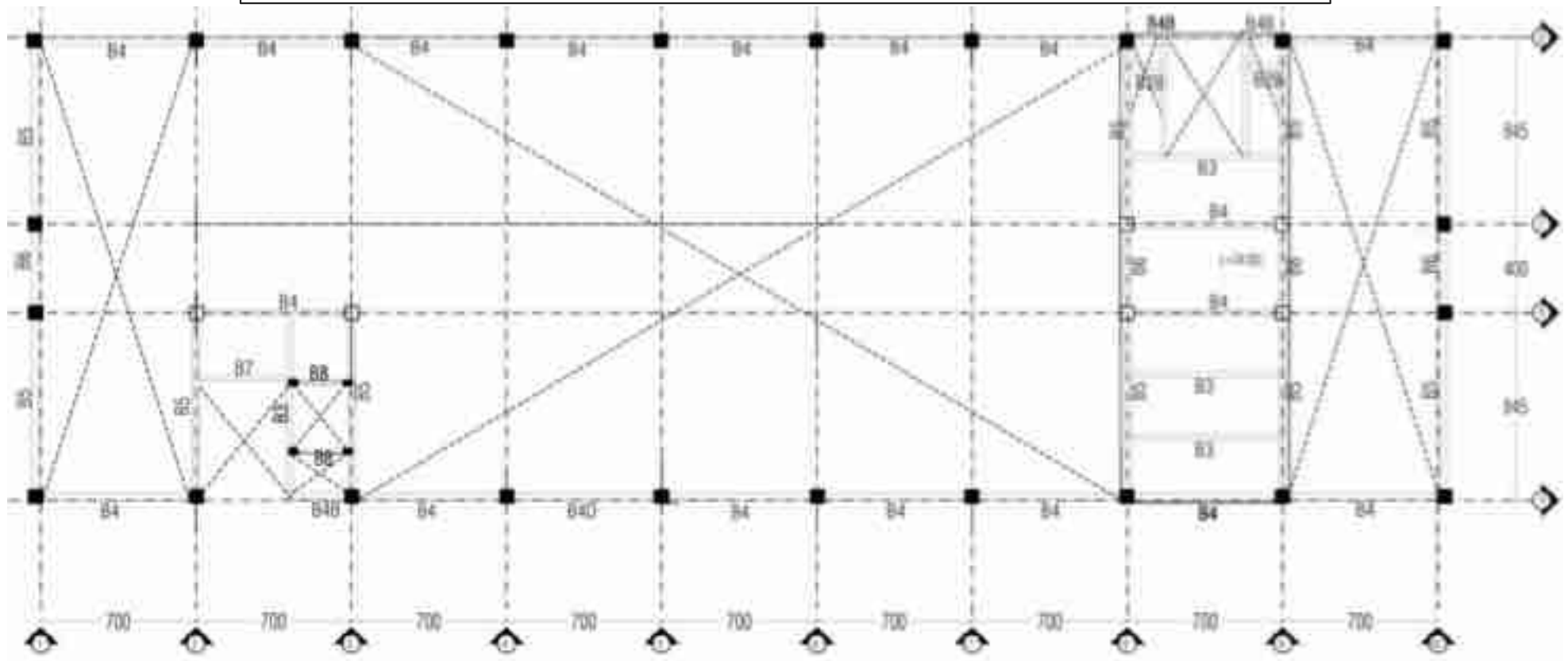
Lantai 5

DED Struktur



Lantai 6

DED Struktur



Lantai 7

Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

BEBAN GEMPA

Parameter-parameter Beban Gempa

Kategori Risiko Bangunan	: IV (Sekolah)
Faktor Keutamaan Gempa (I_e)	: 1.5 (untuk Kategori Risiko IV)
Kelas Situs	: SD (Tanah Sedang)
Koefisien Modifikasi Respons (R)	: 8 (SRPMK)
Faktor Kuat Lebih (Ω_0)	: 3
Faktor Pembesaran Simpangan Lateral (C_d)	: 5.5
Kategori Desain Seismik	: D
Faktor Redundansi (ρ)	: 1.3 (untuk KDS D)

Pembebanan (SNI 1727:2020)

BEBAN MATI

Beban-beban mati dihitung berdasarkan berat jenis bahan bangunan dan elemen-elemen yang tercantum pada denah Arsitektur dan Struktur.

BEBAN *SUPER DEAD LOAD* (SDL)

Keramik + Spesi	: 110 kg/m ²	: 1,1 kN/m ²
Mekanikal & Elektrikal	: 20 kg/m ²	: 0,2 kN/m ²
Plafon	: 11 kg/m ²	: 0,11 kN/m ²
Penggantung	: 7 kg/m ²	: 0,07 kN/m ²
Total	: 148 kg/m²	: 1,48 kN/m²

Pembebanan (SNI 1727:2020)

BEBAN HIDUP (LL)

Hunian atau penggunaan	Merata, L_0 psf (kN/m ²)	Reduksi beban hidup diperikan? (No. Pasal)	Reduksi beban hidup berbentuk bentuk diperikan? (No. Pasal)	Terpusat P_k (kN)	Juga Lihat Pasal
Sekolah					
Ruang kelas	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,85)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Koridor lantai pertama	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Garasi/Parkir (Lihat Pasal 4.10)					
Mobil penumpang sapi	40 (1,92)	Tidak (4.7.4)	Ya (4.7.4)	Lihat Pasal 4.10.1	
Truk dan bus	Lihat Pasal 4.10.2	-	-	Lihat Pasal 4.10.2	
Perpustakaan					
Ruang baca	40 (1,92)	Ya (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	4.13
Ruang penyimpanan	110 (7,78)	Tidak (4.7.3)	Ya (4.7.3)	1.000 (4,45)	
Koridor di atas lantai pertama	80 (3,85)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	1.000 (4,45)	
Tempat rekreasi					
Tempat bowling, billiard, dan penggunaan sejenis	75 (3,58)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Ruang dansa dan ballroom	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Gymnasium	100 (4,79)	Tidak (4.7.5)	Tidak (4.7.5)		
Balkon dan dek	1,5 kali beban hidup untuk dekran yang dibayar. Tidak lebih melebihi 100 psf (4,79 kN/m ²)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)		
Tangga dan jalan keluar					
Rumah tinggal untuk satu dan dua keluarga saja	100 (4,79)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16
	40 (1,92)	Ya (4.7.2)	Ya (4.7.2)	300 (1,33)	4.16

BEBAN GEMPA RESPON SPEKTRA (SNI 1726:2019)

Lokasi proyek	Siantar
Jenis tanah	Tanah Sedang (SD)
Fungsi bangunan	Sekolah
Kategori resiko	IV
Faktor keutamaan (Ie)	1.5
Ss	0.7369
S1	0.3926
Fa	1.21048
Fv	1.9074
Sms=Fa x Ss	0.8920
Sml=Fv x S1	0.7488
Sds=2/3 x Sms	0.5947
Sd1=2/3 x Sml	0.4992
Ts=(Sd1/Sds)	0.8395
To=0.2 x (Sd1/Sds)	0.1679
TL	20

Respons Spektrum

T	Sa
0	0.238
0.168	0.595
0.840	0.595
1	0.499
1.5	0.333
2	0.250
2.5	0.200
3	0.166
3.5	0.143
4	0.125
4.5	0.111
5	0.100
5.5	0.091
6	0.083
6.5	0.077
7	0.071
7.5	0.067
8	0.062
8.5	0.059
9	0.055
9.5	0.053
10	0.050

Untuk $T < T_o : Sa = Sds(0.4 + 0.6 \left(\frac{T}{T_o}\right))$

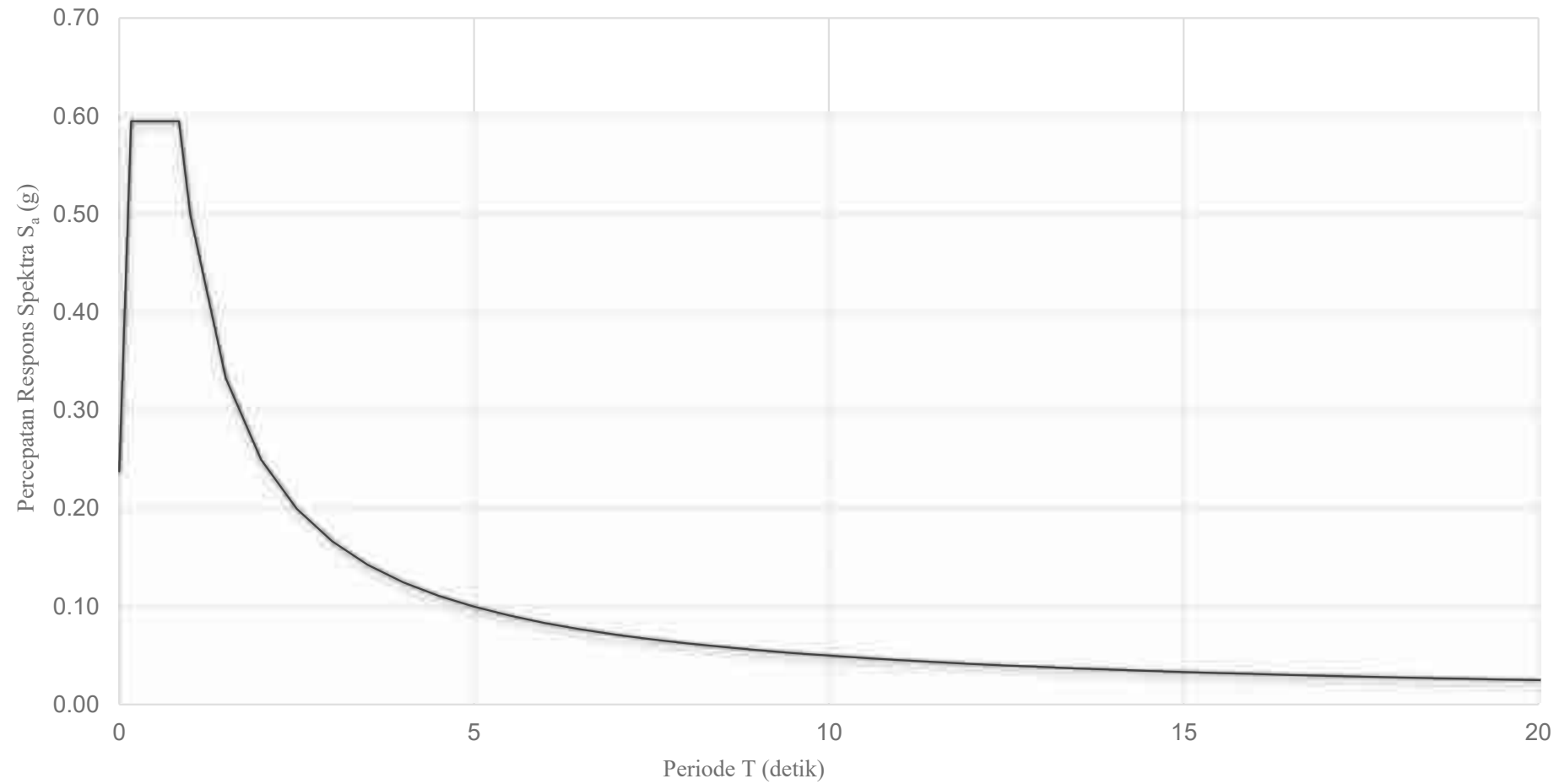
Untuk $T_o \leq T \leq T_s : Sa = Sds$

Untuk $T_s < T < T_L : Sa = Sd1/T$

10.5	0.048
11	0.045
11.5	0.043
12	0.042
12.5	0.040
13	0.038
13.5	0.037
14	0.036
14.5	0.034
15	0.033
15.5	0.032
16	0.031
16.5	0.030
17	0.029
17.5	0.029
18	0.028
18.5	0.027
19	0.026
19.5	0.026
20	0.025

BEBAN GEMPA RESPON SPEKTRA (SNI 1726:2019)

Respon Spektra



Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

KOMBINASI PEMBEBANAN

BEBAN TETAP

1. $1.4 D$
2. $1.2 D + 1.6 L$
3. $1.2 D + 1.6 W + 1.0 L$
4. $0.9 D + 1.0 W$
5. $(1.2 + 0.2 S_{DS}) DL + 1.0 LL + \rho (E_x \pm 0.3 E_y)$
6. $(1.2 + 0.2 S_{DS}) DL + 1.0 LL + \rho (E_y \pm 0.3 E_x)$
7. $(0.9 - 0.2 S_{DS}) DL + \rho (E_x \pm 0.3 E_y)$
8. $(0.9 - 0.2 S_{DS}) DL + \rho (E_x \pm 0.3 E_y)$

Pembebanan dan Kombinasi Pembebanan

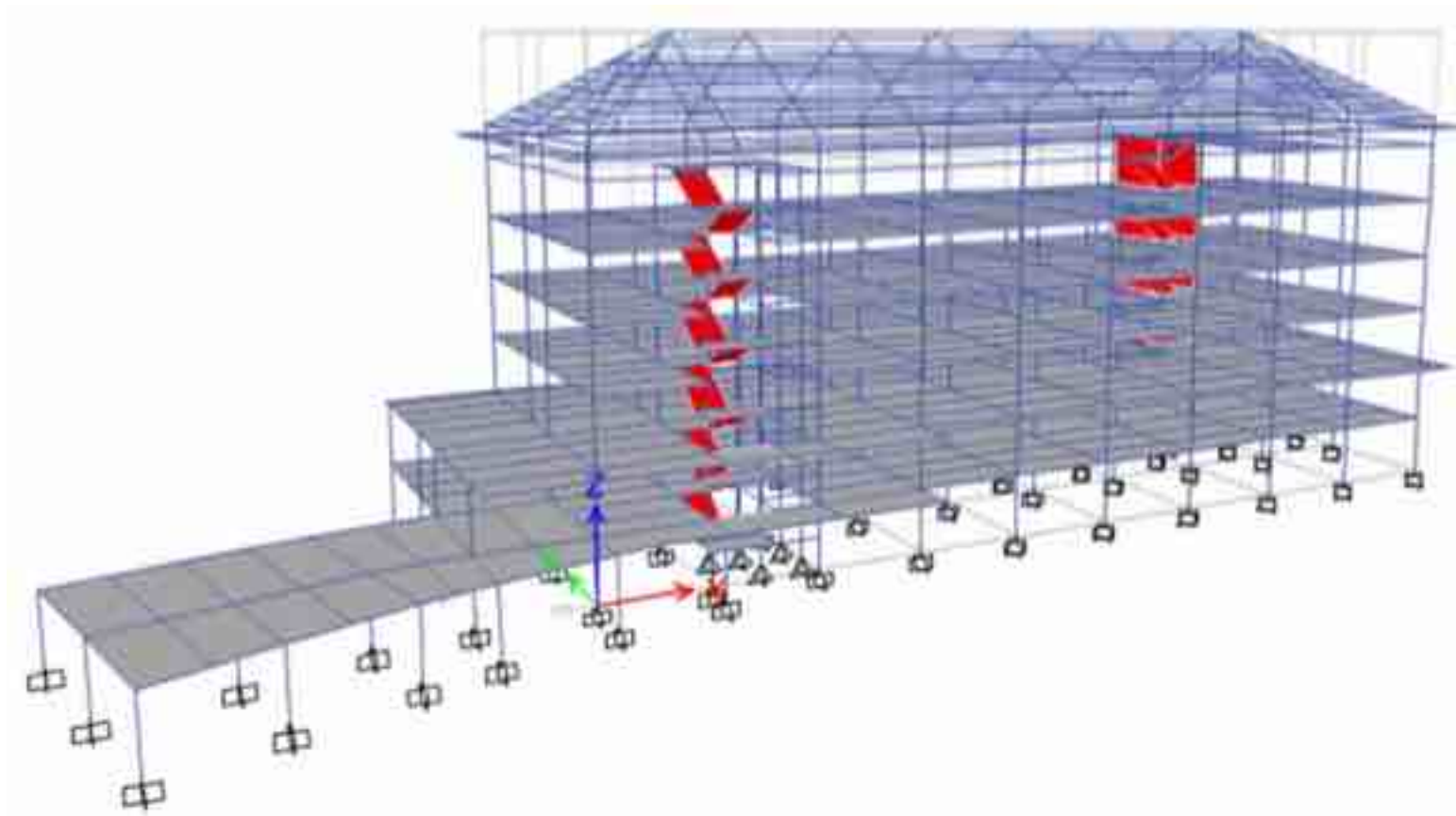
ASD (Kombinasi Gempa Rencana atau Nominal):

1. $(1 + 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\rho(0,7 E_x \pm 0,21 E_y)$
2. $(1 + 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\rho(0,7 E_y \pm 0,21 E_x)$
3. $(1 + 0,105 S_{DS})DL + 0,75 LL \pm 0,9\rho(0,525 E_x \pm 0,1575 E_y)$
4. $(1 + 0,105 S_{DS})DL + 0,75 LL \pm 0,9\rho(0,525 E_y \pm 0,1575 E_x)$
5. $(0,6 - 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\rho(0,7 E_x \pm 0,21 E_y)$
6. $(0,6 - 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\rho(0,7 E_y \pm 0,21 E_x)$

ASD (Kombinasi Gempa Ultimit atau Kuat):

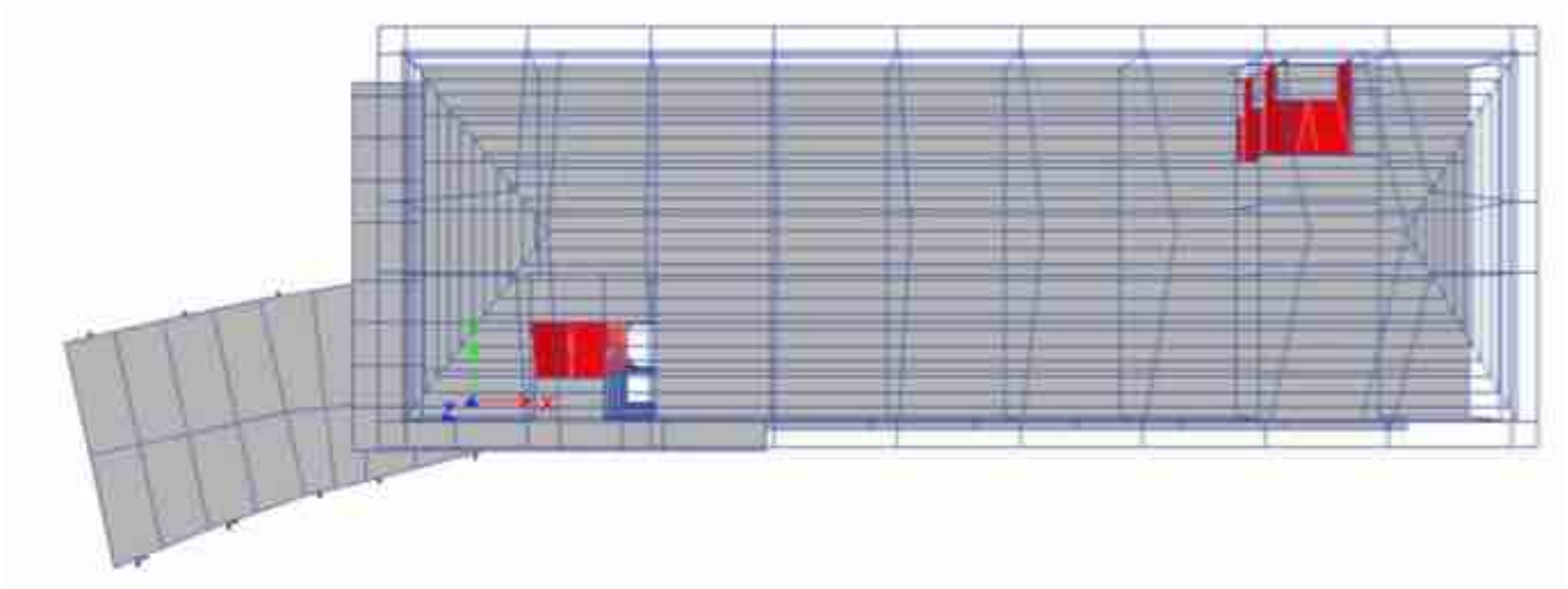
1. $(1 + 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\Omega_0(0,7 E_x \pm 0,21 E_y)$
2. $(1 + 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\Omega_0(0,7 E_y \pm 0,21 E_x)$
3. $(1 + 0,105 S_{DS})DL + 0,75 LL \pm 0,9\Omega_0(0,525 E_x \pm 0,1575 E_y)$
4. $(1 + 0,105 S_{DS})DL + 0,75 LL \pm 0,9\Omega_0(0,525 E_y \pm 0,1575 E_x)$
5. $(0,6 - 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\Omega_0(0,7 E_x \pm 0,21 E_y)$
6. $(0,6 - 0,14 S_{DS})DL \pm 0,9\Omega_0(0,7 E_y \pm 0,21 E_x)$

Pemodelan 3D



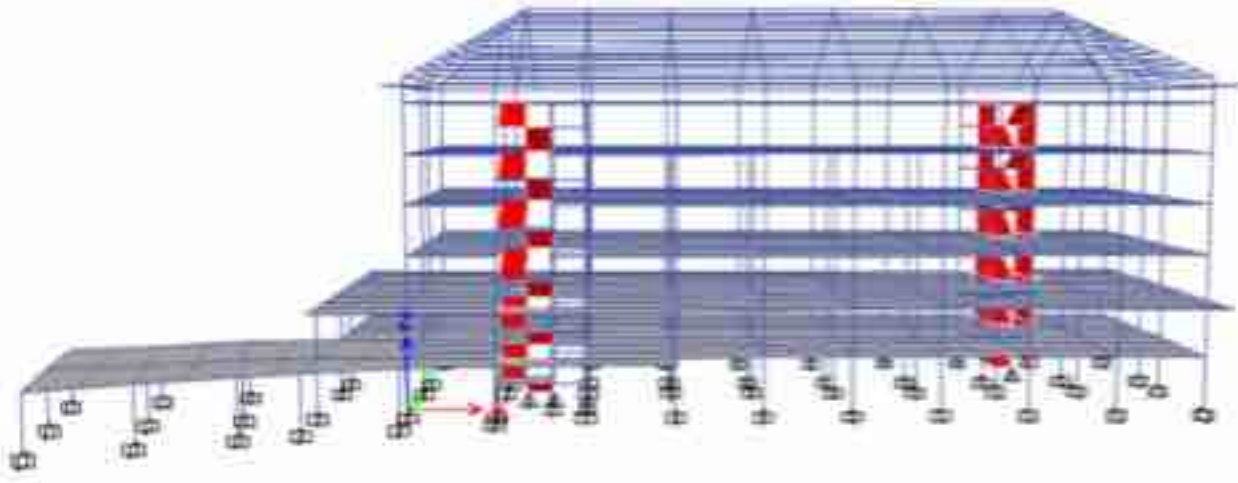
Model Struktur 3 Dimensi

Pemodelan 3D

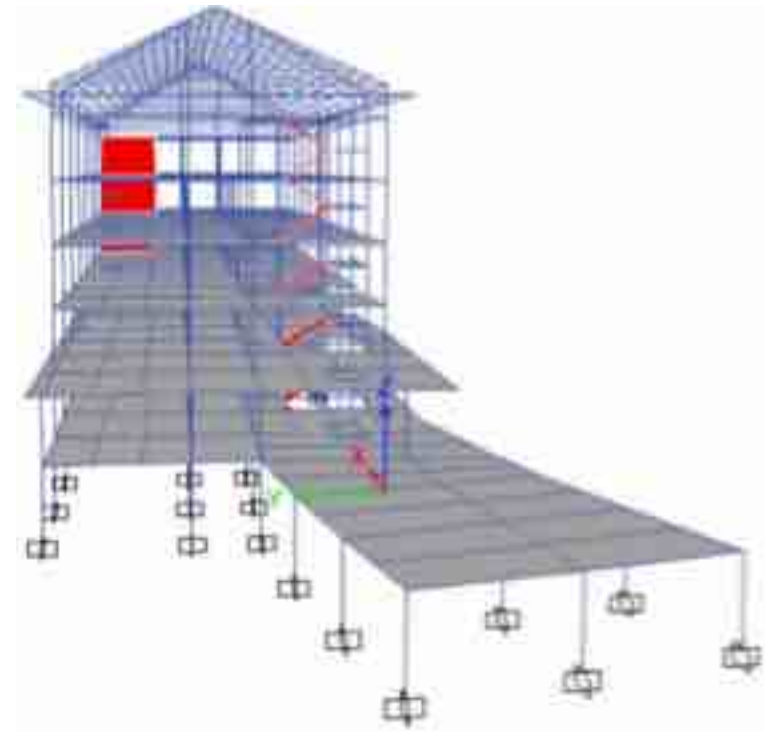


Model Struktur Tampak Atas

Pemodelan 3D



Model Struktur Tampak Depan



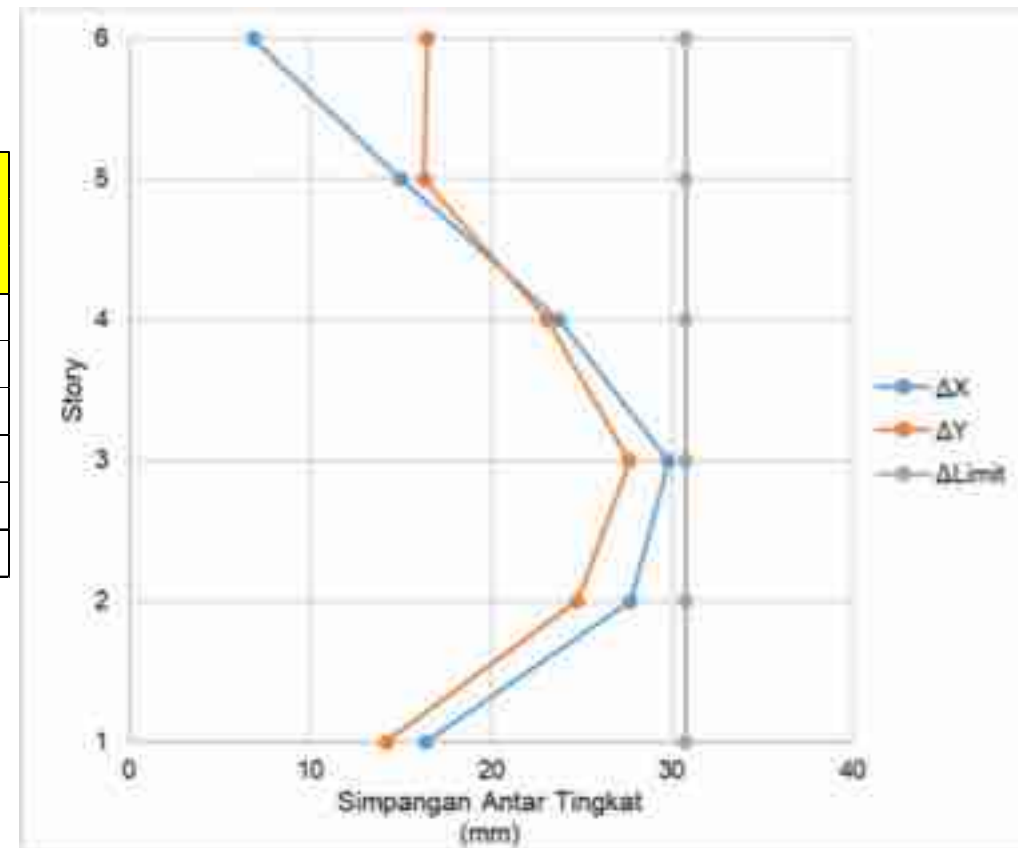
Model Struktur Tampak Samping

Tabel Modal Participating Ratios

Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ	RX	RY	RZ	Sum RX	Sum RY	Sum RZ
		sec												
Modal	1	1.221	0.7435	0.0161	0	7.44E-01	1.61E-02	0	0.0059	0.2508	0.0003	0.0059	0.2508	0.0003
Modal	2	1.146	0.0153	0.6996	0	0.7588	0.7158	0	0.2701	0.005	0.049	0.276	0.2558	0.0493
Modal	3	0.991	0.0017	0.0313	0	0.7604	0.747	0	0.0008	0.0005	0.6296	0.2768	0.2562	0.6789
Modal	4	0.412	0.1376	0.0025	0	0.8981	0.7496	0	0.0076	0.5145	0.0001	0.2844	0.7708	0.6791
Modal	5	0.391	0.0024	0.129	0	0.9005	0.8786	0	0.4084	0.0097	0.0698	0.6928	0.7805	0.7489
Modal	6	0.347	0.000009	0.0231	0	0.9005	0.9018	0	0.0865	0.0001	0.1559	0.7793	0.7806	0.9048
Modal	7	0.252	0.0021	0.0255	0	0.9026	0.9273	0	0.048	0.0033	0.0447	0.8273	0.7839	0.9495
Modal	8	0.235	0.0394	0.0014	0	0.942	0.9287	0	0.0023	0.0558	0.0001	0.8296	0.8396	0.9497
Modal	9	0.216	0.0002	0.011	0	0.9422	0.9397	0	0.0145	0.0005	0.008	0.8441	0.8401	0.9577
Modal	10	0.212	0.0077	0.0001	0	0.9499	0.9398	0	0.0001	0.0104	0.0006	0.8442	0.8506	0.9583
Modal	11	0.189	0.0001	0.0008	0	0.9499	0.9406	0	0.0026	0.0003	0.0011	0.8468	0.8508	0.9593
Modal	12	0.187	0.00001233	0.0001	0	0.95	0.9407	0	1.161E-05	0.0001	0.0001	0.8468	0.8509	0.9595
Modal	13	0.182	1.734E-06	0.01	0	0.95	0.9507	0	0.015	2.21E-06	0.0016	0.8618	0.8509	0.961
Modal	14	0.178	0.0001	0.0044	0	0.9501	0.955	0	0.0082	0.0004	0.0036	0.8701	0.8514	0.9647
Modal	15	0.175	0.0001	0.0002	0	0.9502	0.9552	0	0.0003	0.0001	5.69E-06	0.8704	0.8514	0.9647
Modal	16	0.174	0.0001	0.0011	0	0.9503	0.9563	0	0.0022	3.181E-05	0.0008	0.8726	0.8515	0.9655
Modal	17	0.173	0.0007	0.0018	0	0.9509	0.9581	0	0.0029	0.0016	0.0012	0.8755	0.8531	0.9666
Modal	18	0.171	0.0011	0.0004	0	0.952	0.9584	0	0.0009	0.0031	0.0007	0.8764	0.8561	0.9673
Modal	19	0.162	0.0111	0.001	0	0.9631	0.9594	0	0.0026	0.0375	0.00003	0.879	0.8936	0.9673
Modal	20	0.162	0.0006	0.0001	0	0.9637	0.9595	0	0.0002	0.002	0.0001	0.8792	0.8957	0.9674

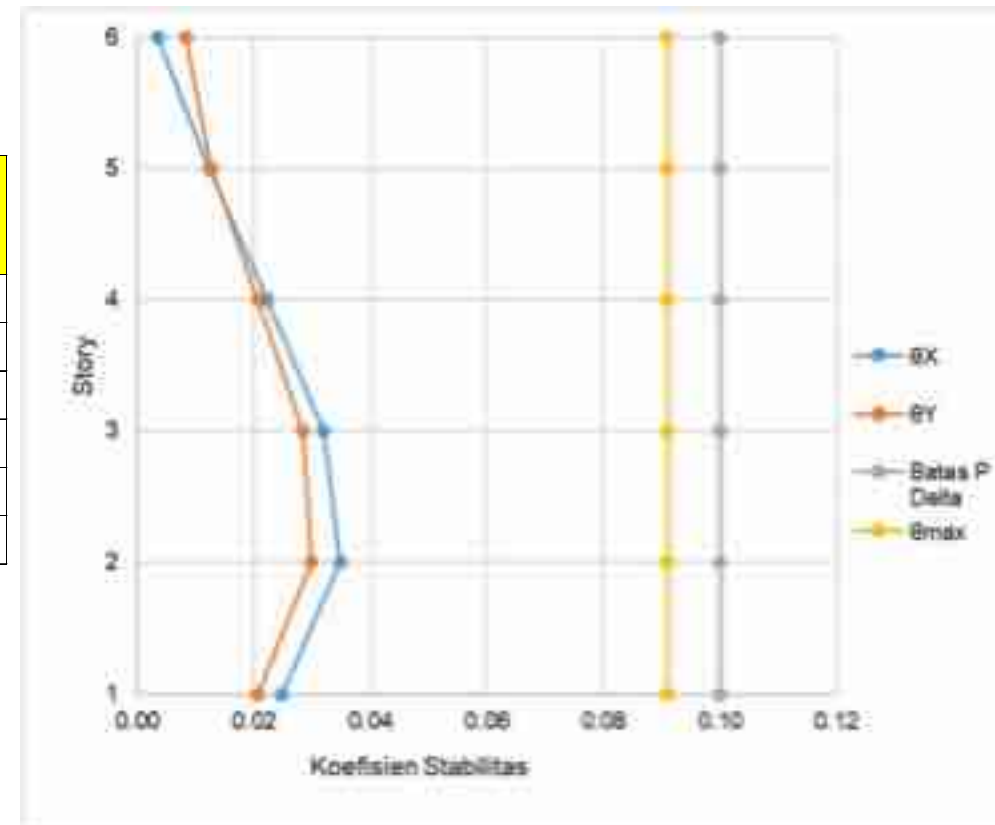
Simpangan Antar Tingkat

Lantai	Story	Displacement		Elastic Drift		h	Inelastic Drift		Drift Limit	Cek
		δeX	δeY	δeX	δeY		ΔX	ΔY		
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
Lantai 6	6	32.637	33.423	1.876	4.497	4000	6.879	16.489	30.769	OK
Lantai 5	5	30.761	28.926	4.102	4.444	4000	15.041	16.295	30.769	OK
Lantai 4	4	26.659	24.482	6.485	6.304	4000	23.778	23.115	30.769	OK
Lantai 3	3	20.174	18.178	8.134	7.547	4000	29.825	27.672	30.769	OK
Lantai 2	2	12.04	10.631	7.567	6.754	4000	27.746	24.765	30.769	OK
Lantai 1	1	4.473	3.877	4.473	3.877	4000	16.401	14.216	30.769	OK



P - Delta

Lantai	Story	Inelastic Drift		Story Forces			h (mm)	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ_{max}	Cek
		ΔX	ΔY	P	Vx	Vy		θX	θY			
		(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)						
Lantai 6	6	6.88	16.49	2376.55	318.85	320.76	4000	0.003	0.008	0.1	0.091	OK
Lantai 5	5	15.04	16.29	19783.32	1651.95	1722.88	4000	0.012	0.013	0.1	0.091	OK
Lantai 4	4	23.78	23.11	36735.03	2662.23	2791.90	4000	0.022	0.021	0.1	0.091	OK
Lantai 3	3	29.82	27.67	53686.73	3410.89	3570.08	4000	0.032	0.028	0.1	0.091	OK
Lantai 2	2	27.75	24.76	75381.78	4091.55	4262.61	4000	0.035	0.030	0.1	0.091	OK
Lantai 1	1	16.40	14.22	99208.43	4474.21	4654.61	4000	0.025	0.021	0.1	0.091	OK



Ketidakteraturan Struktur

KETIDAKBERATURAN TORSI

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift	Avg Drift	Ratio
			mm	mm					mm	mm	
Lantai 6	EQX	X	33.888	33.532	1.011	Lantai 6	EQY	Y	39.852	33.783	1.18
Lantai 5	EQX	X	32.016	31.46	1.018	Lantai 5	EQY	Y	37.978	31.66	1.2
Lantai 4	EQX	X	27.53	27.047	1.018	Lantai 4	EQY	Y	31.716	26.612	1.192
Lantai 3	EQX	X	20.602	20.253	1.017	Lantai 3	EQY	Y	23.721	19.823	1.197
Lantai 2	EQX	X	12.151	11.975	1.015	Lantai 2	EQY	Y	14.491	11.783	1.23
Lantai 1	EQX	X	4.552	4.271	1.066	Lantai 1	EQY	Y	5.528	4.42	1.251

Arah X

Arah Y

Berdasarkan hasil tabel di atas, bangunan ini memiliki ketidakberaturan torsi arah Y.

Ketidakteraturan Struktur

KETIDAKBERATURAN SUDUT DALAM

Px	28	m
Lx	71.33	m

Px/Lx	0.393
-------	-------

Py	1.43	m
Ly	24.85	m

Py/Ly	0.058
-------	-------

Berdasarkan hasil tabel di atas, bangunan ini tidak termasuk dalam kategori ketidakberaturan sudut dalam. Hal ini dapat diketahui dari nilai rasio P terhadap L untuk kedua arah sumbu bangunan harus lebih dari 15% sedangkan pada bangunan ini hanya nilai rasio arah x bangunan diatas 15%.

Ketidakberaturan Struktur

KETIDAKBERATURAN DISKONTINUITAS DIAFRAGMA

A	1316.70	m ²
A Void	78.86	m ²

A Void / A	0.060	<	0.5
------------	-------	---	-----

Berdasarkan hasil tabel di atas, bangunan ini tidak termasuk dalam kategori ketidakberaturan diskontinuitas diafragma. Hal ini dapat diketahui dari nilai rasio luasan bukaan terhadap luasan bruto pelat yang masih di bawah 50%.

Ketidakteraturan Struktur

KETIDAKBERATURAN AKIBAT PERGESERAN TEGAK LURUS BIDANG

Ketidakteraturan akibat pergeseran tegak lurus terhadap bidang didefinisikan ada jika terdapat diskontinuitas dalam lintasan tahanan gaya lateral, seperti pergeseran tegak lurus terhadap bidang pada setidaknya satu elemen vertikal pemikul gaya lateral. Pada bangunan ini, semua kolom terletak pada titik yang membentuk grid as bangunan (tanpa offset), sehingga bangunan ini tidak memiliki ketidakteraturan tipe ini.

KETIDAKBERATURAN SISTEM NON-PARALEL

Ketidakteraturan sistem non-paralel didefinisikan ada jika elemen vertikal pemikul gaya lateral tidak paralel terhadap sumbu-sumbu ortogonal utama sistem pemikul gaya seismik. Pada bangunan ini, semua elemen vertikal pemikul gaya lateral (kolom) paralel terhadap sumbu ortogonal utama sistem, sehingga bangunan ini tidak memiliki ketidakteraturan tipe ini.

Ketidakberaturan Struktur

KETIDAKBERATURAN KEKAKUAN TINGKAT LUNAK

Lantai	Arah X				
	Kekakuan	KTB 1a		KTB 1b	
	kN/m	< 0.7	< 0.8	< 0.6	< 0.7
Lantai 6	105509.711				
Lantai 5	291461.245	2.76		2.76	
Lantai 4	321234.585	1.10		1.10	
Lantai 3	367469.703	1.14	1.53	1.14	1.53
Lantai 2	506560.242	1.38	1.55	1.38	1.55
Lantai 1	948676.834	1.87	2.38	1.87	2.38
Lantai Dasar					

Lantai	Arah Y				
	Kekakuan	KTB 1a		KTB 1b	
	kN/m	< 0.7	< 0.8	< 0.6	< 0.7
Lantai 6	103400.076				
Lantai 5	224253.286	2.17		2.17	
Lantai 4	252070.426	1.12		1.12	
Lantai 3	275066.014	1.09	1.42	1.09	1.42
Lantai 2	394519.011	1.43	1.58	1.43	1.58
Lantai 1	706549.133	1.79	2.30	1.79	2.30
Lantai Dasar					

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa bangunan ini tidak memiliki ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak.

Ketidakteraturan Struktur

KETIDAKBERATURAN MASSA

Lantai	Massa	Cek	
	kg		
Lantai 6	319067.67	0.21	OK
Lantai 5	1505232.7	0.97	OK
Lantai 4	1546904.8	1.00	OK
Lantai 3	1546904.8	0.78	OK
Lantai 2	1977742.7	0.94	OK
Lantai 1	2106230.8	17.36	V.2
Lantai Dasar	121326.08		

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa bangunan ini memiliki ketidakberaturan massa.

Ketidakteraturan Struktur

KETIDAKBERATURAN GEOMETRI VERTIKAL

Lantai	L	Cek	
	mm		
Lantai 6	600		
Lantai 5	600	1	OK
Lantai 4	600	1	OK
Lantai 3	600	1	OK
Lantai 2	700	1.17	OK
Lantai 1	700	1	OK
Lantai Dasar	700	1	OK

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa bangunan ini tidak memiliki ketidakberaturan geometri vertikal.

Ketidakberaturan Struktur

KETIDAKBERATURAN TINGKAT LEMAH AKIBAT DISKONTINUITAS PADA KEKUATAN LATERAL TINGKAT

Lantai	Arah X		
	Kekuatan	KTB 5a	KTB 5b
	kN	< 0.8	< 0.65
Lantai 6	305.15		
Lantai 5	1569.45	5.14	5.14
Lantai 4	2505.89	1.60	1.60
Lantai 3	3194.45	1.27	1.27
Lantai 2	3833.43	1.20	1.20
Lantai 1	4193.79	1.09	1.09
Lantai Dasar			

Lantai	Arah Y		
	Kekuatan	KTB 5a	KTB 5b
	kN	< 0.8	< 0.65
Lantai 6	282.03		
Lantai 5	1332.64	4.73	4.73
Lantai 4	2085.74	1.57	1.57
Lantai 3	2642.82	1.27	1.27
Lantai 2	3178.70	1.20	1.20
Lantai 1	3529.86	1.11	1.11
Lantai Dasar			

Berdasarkan hasil tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa bangunan ini tidak memiliki ketidakberaturan baik kekakuan tingkat lemah maupun tingkat lemah berlebihan.

Konsekuensi Ketidakberaturan Struktur

KONSEKUENSI KETIDAKBERATURAN TORSI

Arah Y	$\Delta_{max}/\Delta_{avg}$	Ax	%	Ecc (m)
Lantai 5	1.2	1.000	0.050	3.567
Lantai 2	1.23	1.051	0.053	3.747
Lantai 1	1.251	1.087	0.054	3.876

Eccentricities - Response Spectrum Analysis

Default Eccentricity for Response Spectrum Analysis

Eccentricity Ratio (Applies to All Diaphragms Except Those Overridden Below)

Overrides at Specific Diaphragms

Story	Diaphragm	Eccentricity In1
Lantai 5	Diaphragm	3.567
Lantai 2	Diaphragm	3.747
Lantai 1	Diaphragm	3.876

Add

Delete

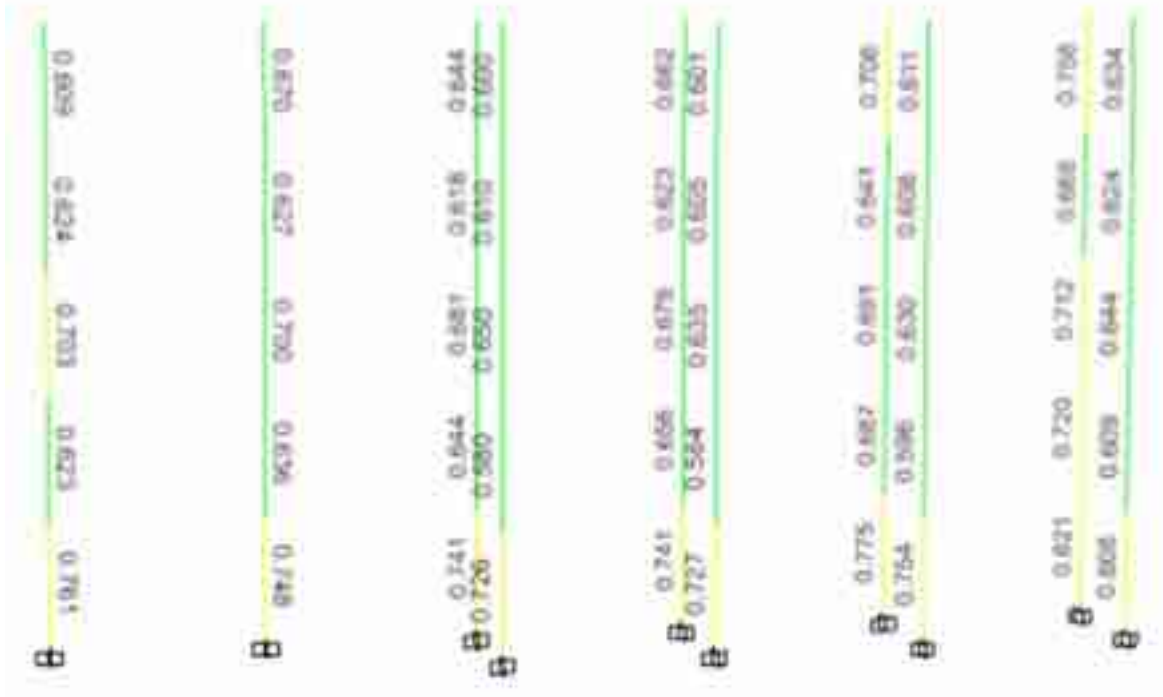
Sort

OK

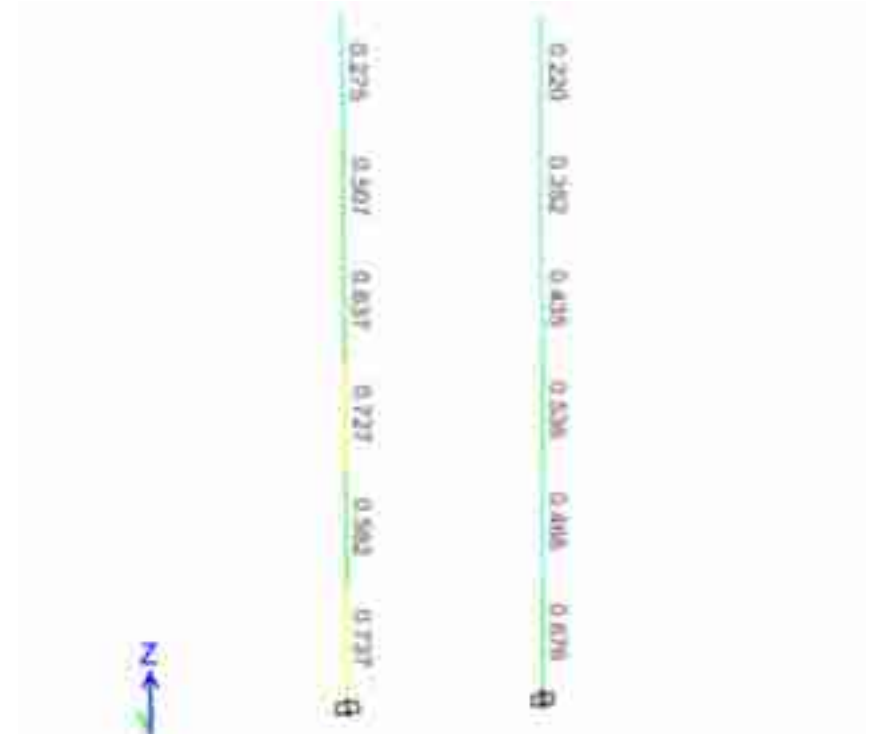
Cancel

Pengecekan Kapasitas Kolom

Pengecekan struktur kolom sesuai pembesian yang tertera pada gambar DED dan telah diinput kedalam software ETABS. Kolom dinyatakan kuat menahan beban jika nilai D/C Ratio dibawah 1.



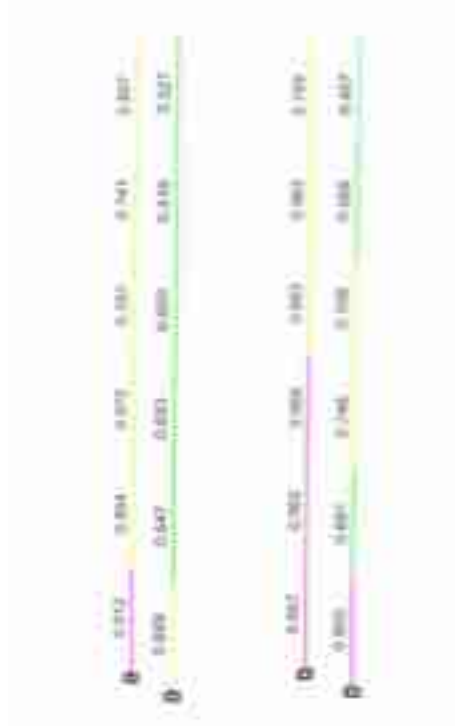
Kolom K1



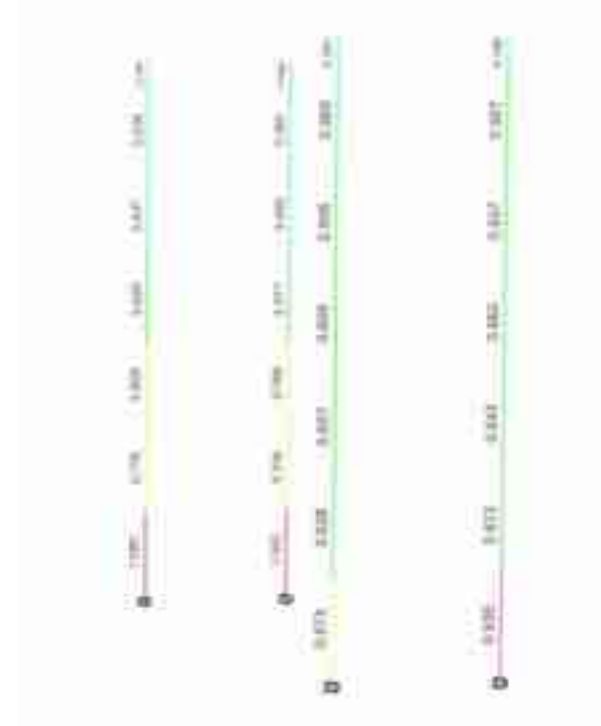
Kolom K1A

Pengecekan Kapasitas Kolom

Pengecekan struktur kolom sesuai pembesian yang tertera pada gambar DED dan telah diinput kedalam software ETABS. Kolom dinyatakan kuat menahan beban jika nilai D/C Ratio dibawah 1.



Kolom K1B



Kolom K1C

Pengecekan Kapasitas Kolom

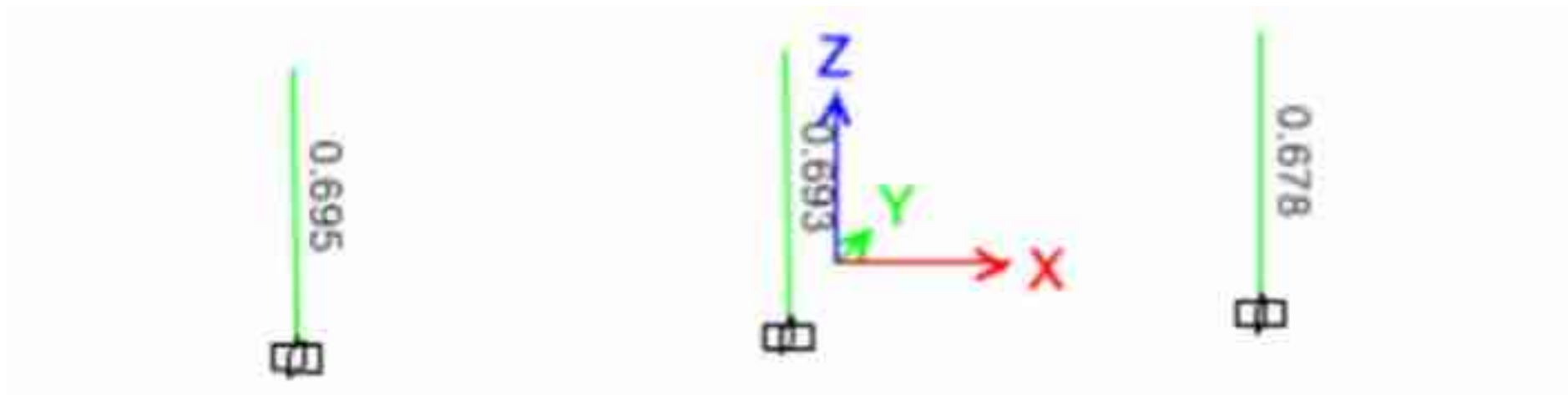
Pengecekan struktur kolom sesuai pembesian yang tertera pada gambar DED dan telah diinput kedalam software ETABS. Kolom dinyatakan kuat menahan beban jika nilai D/C Ratio dibawah 1.



Kolom K2

Pengecekan Kapasitas Kolom

Pengecekan struktur kolom sesuai pembesian yang tertera pada gambar DED dan telah diinput kedalam software ETABS. Kolom dinyatakan kuat menahan beban jika nilai D/C Ratio dibawah 1.



Kolom K3

Pengecekan Kapasitas Kolom

Pengecekan struktur kolom sesuai pembesian yang tertera pada gambar DED dan telah diinput kedalam software ETABS. Kolom dinyatakan kuat menahan beban jika nilai D/C Ratio dibawah 1.



Kolom K4

Pengecekan Kapasitas Balok (Tulangan Longitudinal)

Balok	Dimensi	Properti Penampang		Longitudinal					
				Gaya Dalam		n tul.	ϕM_n (kNm)	Cek Kapasitas	
		db (mm)	ds (mm)	Posisi	Mu (kNm)				
B1	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	263.51	6	180.722	NOT OK
					Bawah	145.92	2	65.073	NOT OK
				Lapangan	Atas	0.00	2	65.073	OK
					Bawah	186.15	6	180.722	NOT OK
B2	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	201.69	5	153.622	NOT OK
					Bawah	29.90	2	65.073	OK
				Lapangan	Atas	10.59	2	65.073	OK
					Bawah	76.92	5	153.622	OK
B2A	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	135.86	5	153.622	OK
					Bawah	12.99	2	65.073	OK
				Lapangan	Atas	0.00	2	65.073	OK
					Bawah	83.54	5	153.622	OK
B2B	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	152.15	5	153.622	OK
					Bawah	15.89	2	65.073	OK
				Lapangan	Atas	112.47	3	95.797	NOT OK
					Bawah	0.09	2	65.073	OK
B3	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	195.66	2	65.073	NOT OK
					Bawah	72.66	3	95.797	OK
				Lapangan	Atas	31.87	2	65.073	OK
					Bawah	83.51	7	206.614	OK

Balok	Dimensi	Properti Penampang		Longitudinal					
				Gaya Dalam		n tul.	ϕM_n (kNm)	Cek Kapasitas	
		db (mm)	ds (mm)	Posisi	Mu (kNm)				
B4	300 x 600	16	8	Tumpuan	Atas	326.44	7	264.748	NOT OK
					Bawah	136.91	3	119.504	NOT OK
				Lapangan	Atas	76.74	2	80.676	OK
					Bawah	140.70	6	229.947	OK
B4A	300 x 600	16	8	Tumpuan	Atas	327.71	7	264.748	NOT OK
					Bawah	118.59	3	119.504	OK
				Lapangan	Atas	69.27	2	80.676	OK
					Bawah	186.57	6	229.947	OK
B4B	300 x 600	16	8	Tumpuan	Atas	228.17	7	264.748	OK
					Bawah	25.38	3	119.504	OK
				Lapangan	Atas	112.36	7	264.748	OK
					Bawah	22.90	3	119.504	OK
B4C	300 x 600	16	8	Tumpuan	Atas	15.49	7	264.748	OK
					Bawah	5.05	3	119.504	OK
				Lapangan	Atas	3.82	3	119.504	OK
					Bawah	3.98	3	119.504	OK
B4D	Tidak Terdapat di Denah	16	8	Tumpuan	Atas		7	264.748	OK
					Bawah		3	119.504	OK
				Lapangan	Atas		2	80.676	OK
					Bawah		6	229.947	OK

Pengecekan Kapasitas Balok (Tulangan Longitudinal)

Balok	Dimensi	Properti Penampang		Longitudinal					
				Gaya Dalam		n tul.	ϕM_n (kNm)	Cek Kapasitas	
		db (mm)	ds (mm)	Posisi	Mu (kNm)				
B5	300 x 600	19	8	Tumpuan	Atas	427.99	8	401.072	NOT OK
					Bawah	167.59	3	165.417	NOT OK
				Lapangan	Atas	5.83	2	112.280	OK
					Bawah	253.30	6	312.816	OK
B5A	300 x 600	19	8	Tumpuan	Atas	109.39	8	401.072	OK
					Bawah	1.34	3	165.417	OK
				Lapangan	Atas	68.13	8	401.072	OK
					Bawah	13.77	3	165.417	OK
B5B	300 x 700	19	8	Tumpuan	Atas	394.75	8	486.811	OK
					Bawah	17.94	3	197.569	OK
				Lapangan	Atas	176.88	8	486.811	OK
					Bawah	27.13	3	197.569	OK
B5C	400 x 1100	19	8	Tumpuan	Atas	1006.73	8	845.783	NOT OK
					Bawah	601.02	3	328.430	NOT OK
				Lapangan	Atas	140.60	2	220.455	OK
					Bawah	627.88	6	643.346	OK
B5D	400 x 1100	19	8	Tumpuan	Atas	787.21	8	845.783	OK
					Bawah	519.57	3	328.430	NOT OK
				Lapangan	Atas	501.02	2	220.455	NOT OK
					Bawah	287.38	3	328.430	OK

Balok	Dimensi	Properti Penampang		Longitudinal					
				Gaya Dalam		n tul.	ϕM_n (kNm)	Cek Kapasitas	
		db (mm)	ds (mm)	Posisi	Mu (kNm)				
B6	300 x 600	19	8	Tumpuan	Atas	355.26	8	401.072	OK
					Bawah	281.06	3	165.417	NOT OK
				Lapangan	Atas	199.45	2	112.280	NOT OK
					Bawah	144.37	3	165.417	OK
B7	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	69.64	2	65.073	NOT OK
					Bawah	15.22	5	153.622	OK
				Lapangan	Atas	21.85	2	65.073	OK
					Bawah	52.34	5	153.622	OK
B8	200 x 400	16	8	Tumpuan	Atas	94.95	2	49.269	NOT OK
					Bawah	81.56	2	49.269	NOT OK
				Lapangan	Atas	36.56	2	49.269	OK
					Bawah	32.15	2	49.269	OK
B9	250 x 500	16	8	Tumpuan	Atas	31.89	2	65.073	OK
					Bawah	2.04	2	65.073	OK
				Lapangan	Atas	20.01	2	65.073	OK
					Bawah	3.05	2	65.073	OK

Pengecekan Kapasitas Balok (Tulangan Sengkang)

Balok	Dimensi	Properti Pena	Longitudinal	Transversal							
			Gaya Dalam	Gaya Dalam	Gaya Desain	Penulangan					
		ds (mm)	Posisi	Vu (kN)	Vg (kN)	n kaki	Spasi (mm)	V _n (N)	V _u (N)	φV _n / V _u	Cek Kapasitas
B1	250 x 500	8	Tumpuan	156.42	0	2	200	66954	29249	0.582	OK
			Lapangan	121.49		2	200	161304	121489	1.004	NOT OK
B2	250 x 500	8	Tumpuan	120.04	0	2	200	66954	30378	0.605	OK
			Lapangan	81.96		2	200	161304	81964.3	0.678	OK
B2A	250 x 500	8	Tumpuan	99.61	0	2	200	66954	30378	0.605	OK
			Lapangan	65.55		2	200	161304	65546.5	0.542	OK
B2B	250 x 500	8	Tumpuan	97.04	0	2	200	66954	128936	2.568	NOT OK
			Lapangan	95.43		2	200	161304	95434.7	0.789	OK
B3	250 x 500	8	Tumpuan	104.97	0	2	200	66954	22524	0.449	OK
			Lapangan	72.58		2	200	161304	72584.3	0.600	OK

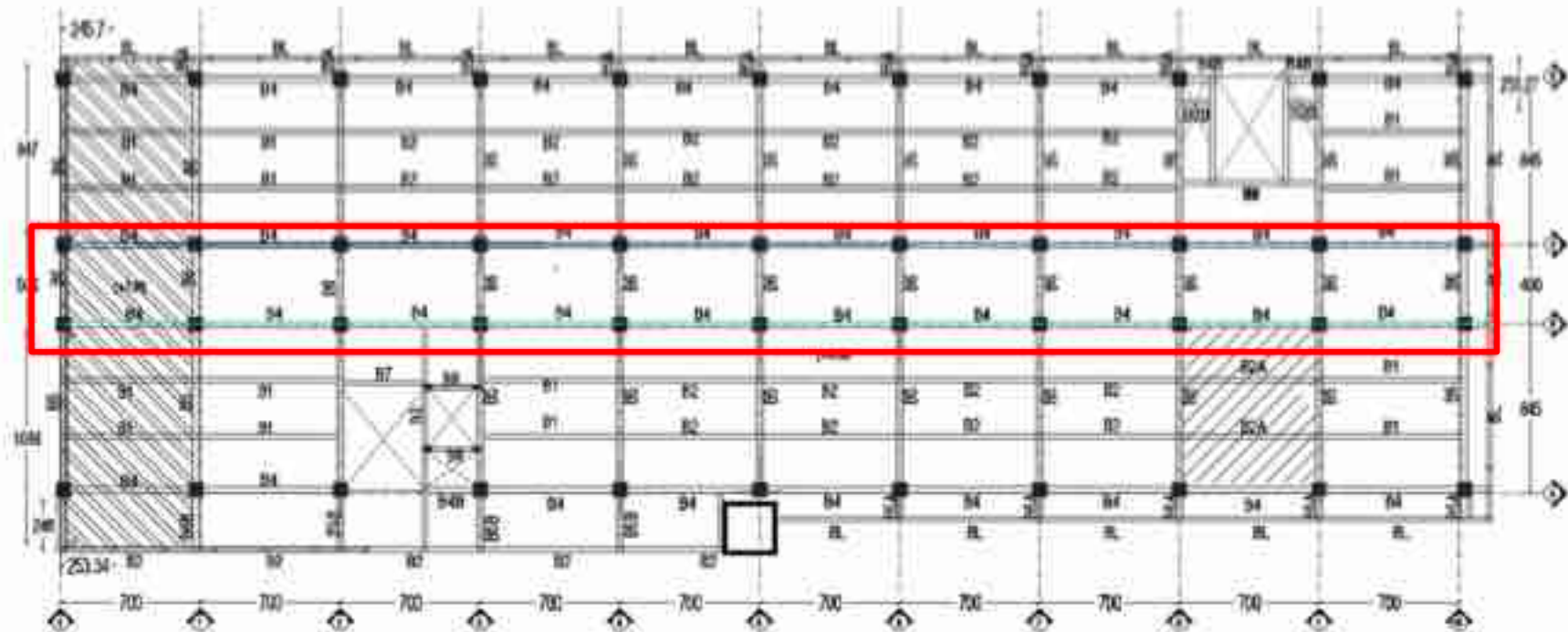
Balok	Dimensi	Prope rti Pena	ongitudina	Transversal							
			Gaya Dalam	Gaya Desain	Penulangan						
		ds (mm)	Posisi	Vu (kN)	Vg (kN)	n kaki	Spasi (mm)	V _n (N)	V _u (N)	φV _n / V _u	Cek Kapasita s
B4	300 x 600	8	Tumpuan	189.24	140.934	2	100	302787	197168	0.868	OK
			Lapangan	140.09		2	200	220753	140094.2	0.846	OK
B4A	300 x 600	8	Tumpuan	185.67	150.163	2	100	302787	206398	0.909	OK
			Lapangan	146.87		2	200	220753	146872.4	0.887	OK
B4B	300 x 600	8	Tumpuan	123.57	85.0535	2	200	82033	264843	4.305	NOT OK
			Lapangan	96.08		2	200	220753	96075.1	0.580	OK
B4C	300 x 600	8	Tumpuan	14.80	11.2686	2	150	109378	112339	1.369	NOT OK
			Lapangan	9.37		2	150	248098	9365.5	0.050	OK
B4D	Tidak Terdapat di Denah	8	Tumpuan			2	100	302787	-1068461	-4.705	OK
			Lapangan			2	200	220753	0	0.000	OK

Pengecekan Kapasitas Balok (Tulangan Sengkang)

Balok	Dimensi	Properti Pena	Longitudinal Gaya Dalam	Transversal							
				Gaya Dalam	Gaya Desain	Penulangan					
						n	Spasi (mm)	V_n (N)	V_u (N)	$\phi V_n / V_u$	Cek Kapasitas
B5	300 x 600	8	Tumpuan	284.60	246.43	2	100	301952	313574	1.385	NOT OK
			Lapangan	208.12		2	200	220145	208120.8	1.261	NOT OK
B5A	300 x 600	8	Tumpuan	96.09	83.2652	2	100	163614	529060	4.311	NOT OK
			Lapangan	93.66		2	100	301952	93656.3	0.414	OK
B5B	300 x 700	8	Tumpuan	212.50	175.412	2	100	193773	424780	2.923	NOT OK
			Lapangan	158.63		2	100	357611	158632.6	0.591	OK
B5C	400 x 1100	8	Tumpuan	480.12	334.207	2	100	668861	476343	0.950	OK
			Lapangan	401.70		2	150	564057	401697	0.950	OK
B5D	400 x 1100	8	Tumpuan	448.21	97.3274	2	100	314411	412752	1.750	NOT OK
			Lapangan	432.47		2	150	564057	432466.3	1.022	NOT OK

Balok	Dimensi	Properti Pena	Longitudinal Gaya Dalam	Transversal							
				Gaya Dalam	Gaya Desain	Penulangan					
						n	Spasi (mm)	V_n (N)	V_u (N)	$\phi V_n / V_u$	Cek Kapasitas
B6	300 x 600	8	Tumpuan	228.24	65.4403	2	100	163614	212432	1.731	NOT OK
			Lapangan	216.94		2	150	247414	216938.1	1.169	NOT OK
B7	250 x 500	8	Tumpuan	59.29	0	2	200	66954	53167	1.059	NOT OK
			Lapangan	55.20		2	200	161304	55195.1	0.456	OK
B8	200 x 400	8	Tumpuan	81.32	0	2	200	51874	37323	0.959	OK
			Lapangan	79.51		2	200	110354	79514.8	0.961	OK
B9	250 x 500	8	Tumpuan	30.49	0	2	200	66954	85333	1.699	NOT OK
			Lapangan	28.93		2	200	161304	28931.6	0.239	OK

Pengecekan Kapasitas Pelat Lantai (Panel Koridor)



PERHITUNGAN PLAT LANTAI (SLAB)

Fungsi Ruang : Koridor

A. DATA BAHAN STRUKTUR

Kuat tekan beton,

$f_c' =$	25	MPa
$f_y =$	420	MPa

Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,

B. DATA PLAT LANTAI

Parjang bentang plat arah x,

Parjang bentang plat arah y,

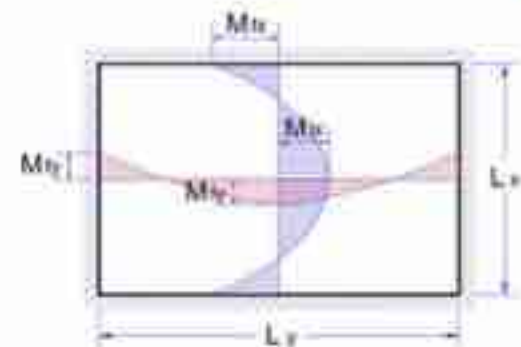
Tebal plat lantai,

Koefisien momen plat untuk :

$$L_y / L_x =$$

$L_x =$	4.00	m
$L_y =$	7.00	m
$h =$	130	mm
KOEFISIEN MOMEN PLAT		
DUA ARAH karena $L_y/L_x < 2$		
Lapangan x	$C_{lx} =$	60
Lapangan y	$C_{ly} =$	36
Tumpuan x	$C_{tx} =$	60
Tumpuan y	$C_{ty} =$	36

Tabel 2 dengan 4 sisi terjepit



Diameter tulangan yang digunakan,

Tebal bersih selimut beton,

$D =$	8	mm
$t_s =$	20	mm

C. BEBAN PLAT LANTAI

1. BEBAN MATI (DEAD LOAD)

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24.0	0.13	3.120
2	Berat finishing lantai, Berat plafon dan rangka, Instalasi, dll (kN/m ²)			1.5
Total beban mati,				$Q_D =$ 4.620

2. BEBAN HIDUP (LIVE LOAD)

Beban hidup pada lantai bangunan =	383	kg/m ²
→ $Q_L =$	3.8	kN/m ²

3. BEBAN RENCANA TERFAKTOR

Beban rencana terfaktor, $Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L =$ 11.672 kN/m²

4. MOMEN PLAT AKIBAT BEBAN TERFAKTOR

Momen lapangan arah x,	$M_{ulx} = C_{lx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	11.112	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{uly} = C_{ly} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	6.630	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	11.112	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	6.630	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	→ $M_u =$	11.112	kNm/m

D. PENULANGAN PLAT

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0.85	
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0.85	
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,			
$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$		0.0253	
Faktor tahanan momen maksimum,			
$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$		6.4746	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.90	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \varnothing / 2 =$	24.0	mm
Tebal efektif plat lantai,	$d = h - d_s =$	106.0	mm
Ditinjau plat lantai selebar 1 m,	$\rightarrow b =$	1000	mm
Momen nominal rencana,	$M_n = M_u / \phi =$	12.346	kNm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) =$	1.09882	
$R_n < R_{max} \rightarrow$		(OK)	
Rasio tulangan yang diperlukan :			
$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$		0.0027	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} =$	0.0020	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow \rho =$	0.0027	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	285	mm ²
Jarak tulangan yang diperlukan,	$s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / A_s =$	176	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} = 2 * h =$	260	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} =$	200	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	176	mm
Diambil jarak sengkang :	$\rightarrow s =$	170	mm
Digunakan tulangan,	D 8 - 170		
Luas tulangan terpakai,	$A_s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / s =$	296	mm ²

E. KONTROL LENDUTAN PLAT

Modulus elastis beton,	$E_c = 4700 * \sqrt{f_c'} =$	23500	Mpa = N/mm ²
Modulus elastis baja tulangan,	$E_s =$	2.10E+05	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,	$Q = Q_D + Q_L =$	8.450	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,	$I_g = 1/12 * b * h^3 =$	183083333	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,	$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'} =$	3.5	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,	$n = E_s / E_c =$	8.94	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,	$c = n * A_s / b =$	2.642	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :			
	$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$	28232747	mm ⁴
	$y_t = h / 2 =$	65	mm
Momen retak :	$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$	9858333	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :			
	$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$	16900000	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,			
	$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$	58969871	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :			
	$\delta_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$	20.325	mm
Rasio tulangan slab lantai :	$\rho = A_s / (b * d) =$	0.0028	
Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :			
	$\zeta =$	2.0	
	$\lambda = \zeta / (1 + 50 * \rho) =$	1.7552	
Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut :			
	$\delta_g = \lambda * 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$	35.675	mm
Lendutan total,	$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g =$	56.000	mm
Syarat :	$\delta_{tot} \leq L_x / 240$	56.000 > 16.667	$\rightarrow$ BAHAYA (NotGood)

PERHITUNGAN ATAP



WF 300 x 150

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)	
D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.483 =	$0.036 + 0.322 + 0.125$

WF 200 x 100

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)	
D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r33} / M_{c33}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.588 =	$0.045 + 0.525 + 0.018$

PERHITUNGAN ATAP



CNP 150 x 50 x 20 x 3.2

Demand/Capacity (D/C) Ratio Eqn.(H1-1b)

D/C Ratio =	$(P_r / 2P_c) + (M_{r31} / M_{c31}) + (M_{r22} / M_{c22})$
0.993 =	$0 + 0.263 + 0.729$

SPESIFIKASI PONDASI

Jenis Pondasi : Tiang Pancang 25 x 25 cm

Kedalaman Tiang : 18 m

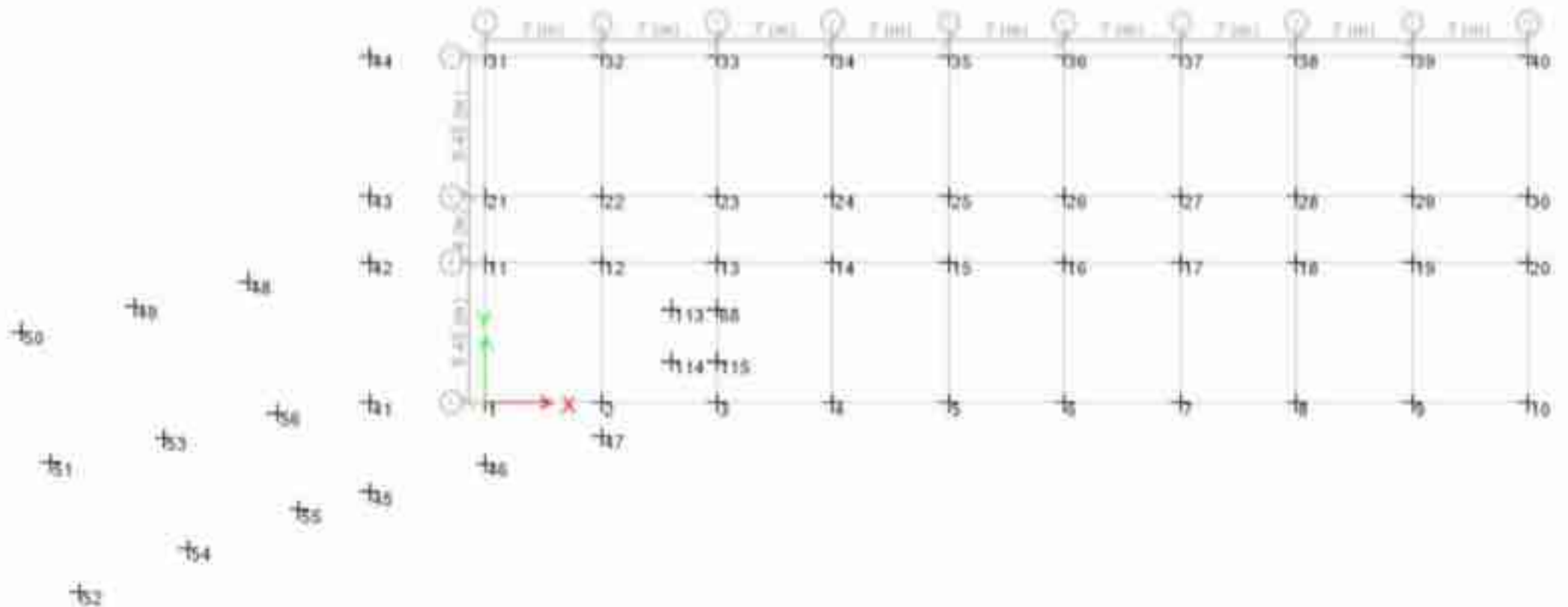
Daya Dukung Tiang Pondasi

- Aksial Tekan : 40 ton & 23 ton

No.	Target	Total Qty	Billing Point No.	Excess/Short Temporarily (%)	MSRP (%)	Temp. Discontinued / Temporarily (%)								Permanently Discontinued (%)			Total (%)	Total Excess/Short (%)
						1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th	11th		
1	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
2	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
3	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
4	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
5	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
6	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
7	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
8	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
9	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10	0.0	0	0	0							0		100.0	
10	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10	0.0	0	0	0							0		100.0	
11	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
12	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
13	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
14	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
15	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
16	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
17	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
18	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
19	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
20	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
21	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
22	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
23	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
24	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
25	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
26	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
27	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
28	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
29	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
30	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
31	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
32	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
33	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
34	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
35	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
36	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
37	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
38	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
39	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
40	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
41	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
42	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
43	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
44	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
45	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
46	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
47	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
48	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
49	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
50	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
51	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
52	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
53	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
54	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
55	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
56	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
57	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
58	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
59	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
60	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
61	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
62	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
63	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
64	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
65	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
66	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
67	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
68	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
69	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
70	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
71	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
72	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
73	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
74	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
75	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
76	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
77	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
78	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
79	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
80	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
81	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
82	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
83	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
84	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
85	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
86	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
87	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
88	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
89	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
90	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
91	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
92	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
93	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
94	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
95	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
96	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
97	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
98	10/05/2024	2500	10-A-7-79-10	10		0	0	0							0		100.0	
99	10/05/																	

[illegible]

PENENTUAN JUMLAH TIANG



No	Letak		Titik Kolom	Aksial Tekan						Aksial Tarik				Jumlah Tiang
				Gravitasi		Gempa Rencana		Gempa Kuat		Gempa Rencana		Gempa Kuat		
				FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	
1	A	1	1	243.44	7	253.71	5	304.97	5	0.00	0	0.00	0	7
2	A	2	2	212.94	6	219.65	5	258.11	5	0.00	0	0.00	0	6
3	A	3	3	204.83	6	224.57	5	284.85	5	0.00	0	22.73	1	6
4	A	4	4	251.78	7	248.15	5	265.46	5	0.00	0	0.00	0	7
5	A	5	5	239.05	6	237.52	5	255.06	5	0.00	0	0.00	0	6
6	A	6	6	236.10	6	235.04	5	253.42	5	0.00	0	0.00	0	6
7	A	7	7	236.68	6	235.85	5	254.76	5	0.00	0	0.00	0	6
8	A	8	8	261.33	7	258.79	5	280.40	5	0.00	0	0.00	0	7
9	A	9	9	281.64	8	275.41	6	297.80	5	0.00	0	0.00	0	8
10	A	10	10	164.72	5	172.78	4	204.87	4	0.00	0	0.00	0	5
11	B	1	11	257.41	7	273.45	6	337.00	6	0.00	0	10.57	1	7
12	B	2	12	224.16	6	246.93	5	326.48	6	0.00	0	65.54	3	6
13	B	3	13	188.40	5	183.15	4	198.67	4	0.00	0	0.00	0	5
14	B	4	14	260.57	7	263.82	6	302.92	5	0.00	0	0.00	0	7
15	B	5	15	266.86	7	270.56	6	311.29	5	0.00	0	0.00	0	7
16	B	6	16	264.90	7	269.54	6	312.08	6	0.00	0	0.00	0	7
17	B	7	17	266.72	7	272.63	6	317.82	6	0.00	0	0.00	0	7
18	B	8	18	306.05	8	310.56	6	361.15	6	0.00	0	0.00	0	8
19	B	9	19	326.01	9	327.76	7	380.23	7	0.00	0	0.00	0	9
20	B	10	20	202.46	6	220.40	5	334.17	6	0.00	0	0.29	1	6
21	C	1	21	260.09	7	274.52	6	304.02	5	0.00	0	0.00	0	7
22	C	2	22	265.83	7	266.89	6	308.53	5	0.00	0	0.00	0	7
23	C	3	23	267.15	7	270.00	6	301.72	5	0.00	0	0.00	0	7
24	C	4	24	259.14	7	262.64	6	302.98	5	0.00	0	0.00	0	7
25	C	5	25	257.97	7	262.32	6	304.97	5	0.00	0	0.00	0	7
26	C	6	26	257.29	7	262.56	6	316.13	6	0.00	0	0.00	0	7
27	C	7	27	259.47	7	267.66	6	312.92	6	0.00	0	0.00	0	7
28	C	8	28	252.11	7	260.99	6	328.65	6	0.00	0	0.00	0	7

No	Letak		Titik Kolom	Aksial Tekan						Aksial Tarik				Jumlah Tiang
				Gravitasi		Gempa Rencana		Gempa Kuat		Gempa Rencana		Gempa Kuat		
				FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	FZ (ton)	Jumlah Tiang	
29	C	9	29	267.98	7	275.04	6	277.62	5	0.00	0	34.56	2	7
30	C	10	30	193.70	5	214.71	5	295.29	5	0.00	0	27.92	1	5
31	D	1	31	206.48	6	228.72	5	247.28	4	0.00	0	0.00	0	6
32	D	2	32	234.93	6	231.92	5	249.69	5	0.00	0	0.00	0	6
33	D	3	33	236.40	6	234.24	5	246.20	4	0.00	0	0.00	0	6
34	D	4	34	230.82	6	229.40	5	246.95	4	0.00	0	0.00	0	6
35	D	5	35	230.30	6	229.32	5	247.53	4	0.00	0	0.00	0	6
36	D	6	36	229.76	6	229.18	5	256.49	5	0.00	0	0.00	0	6
37	D	7	37	233.40	6	234.43	5	671.68	11	0.00	0	298.90	10	11
38	D	8	38	284.10	8	381.12	8	616.39	10	6.44	1	243.26	8	10
39	D	9	39	296.51	8	376.59	8	207.09	4	0.00	0	0.00	0	8
40	D	10	40	160.28	5	170.75	4	96.87	2	0.00	0	0.00	0	5
41	A	0	41	94.38	3	89.52	2	85.83	2	0.00	0	0.00	0	3
42	B	0	42	75.68	2	74.73	2	73.07	2	0.00	0	1.41	1	2
43	C	0	43	58.75	2	60.39	2	61.37	1	0.00	0	2.98	1	2
44	D	0	44	46.94	2	49.63	1	20.47	1	0.00	0	0.00	0	2
45	A'	0	45	17.69	1	17.81	1	42.07	1	0.00	0	21.14	1	1
46	A'	1	46	17.07	1	23.33	1	55.98	1	1.81	1	27.38	1	1
47	A'	2	47	25.16	1	32.87	1	32.60	1	1.97	1	0.00	0	1
48			48	34.02	1	31.62	1	33.72	1	0.00	0	0.00	0	1
49			49	35.55	1	32.89	1	20.92	1	0.00	0	0.00	0	1
50			50	20.36	1	19.67	1	37.23	1	0.00	0	0.00	0	1
51			51	38.31	1	35.72	1	19.63	1	0.00	0	0.00	0	1
52			52	19.23	1	18.57	1	76.45	2	0.00	0	0.00	0	2
53			53	83.48	3	75.72	2	29.15	1	0.00	0	0.00	0	3
54			54	30.10	1	28.13	1	20.84	1	0.00	0	0.00	0	1
55			55	20.42	1	19.57	1	63.08	2	0.00	0	0.00	0	2
56			56	64.76	2	59.92	2	0.00	0	0.00	0	0.00	0	2

Kondisi Existing Sekolah Siantar

KONDISI EXISTING



KONDISI EXISTING



KONDISI EXISTING



**Terdapat tambahan
tangki air bersih
pada lantai 7**

KONDISI EXISTING



KONDISI EXISTING



Pelat Tanga terlalu tipis. Disarankan perkuatan

TEMUAN SAAT SURVEY

Saat dilakukan site survey pada tanggal 5–7 Mei, diperoleh beberapa temuan dan update terkait kondisi bangunan existing, sebagai berikut:

- Beberapa balok ditemukan dalam kondisi buckling (Balok induk B4 lantai 5 dan 6).
- Terdapat retak pada pelat lantai.
- Penutup atap menggunakan zincalume (Sebelumnya bitumen).
- Penambahan tangka air pada lantai 7. Mohon diberikan berat atau kapasitas tangki tersebut.
- Besi diameter 8 mm yang digunakan mohon diberikan hasil tes mutu besi, tes tarik.

TEMUAN SAAT SURVEY

Saat dilakukan site survey pada tanggal 5–7 Mei, diperoleh beberapa temuan baru terkait kondisi bangunan existing, sebagai berikut:

- Tiang pancang existing dan pilecap rencana tidak bertemu karena terdapat selisih elevasi sekitar 60 cm, yang menunjukkan pelaksanaan pekerjaan tidak sesuai elevasi rencana. Kondisi tersebut kemudian diatasi dengan penambahan cor beton dan penyambungan tulangan sepanjang 40D.
- Bekisting digunakan secara berulang untuk seluruh lantai tanpa diganti, sehingga pada beberapa balok ditemukan kondisi buckling (Balok induk B4 lantai 5, 6).
- Pengecoran dinding penahan tanah (DPT) dilakukan per segmen, dimana setiap 1 TM langsung dilakukan pengecoran.

TEMUAN SAAT SURVEY

Saat dilakukan site survey pada tanggal 5–7 Mei, diperoleh beberapa temuan baru terkait kondisi bangunan existing, sebagai berikut:

- Tidak dilakukan curing atau perawatan beton setelah proses pengecoran.
- Ditemukan kondisi kolom beton dan kolom rafter yang tidak berada pada posisi sentris.
- Terdapat retak pada pelat lantai.
- Penutup atap menggunakan zincalume (Sebelumnya bitumen).
- Besi D8 yang digunakan mohon diberikan hasil tes mutu besi, tes tarik.

Hammer Test

HAMMER TEST

HAMMER TEST BETON (Rebound Hammer Test)

Hammer test beton adalah metode pengujian non-destruktif untuk memperkirakan mutu beton dengan cara mengukur nilai pantulan (rebound) setelah test penekanan beton menggunakan alat Rebound Hammer.

PRINSIP KERJA

Prinsip di dalam alat ini menggunakan energi tenaga pegas untuk melakukan penekanan beton. Pegas tersebut memiliki kontrol dan nilai pantulan yang berbeda-beda akan menunjukkan tingkat kekuatan penekanan beton.

ALAT REBOUND HAMMER

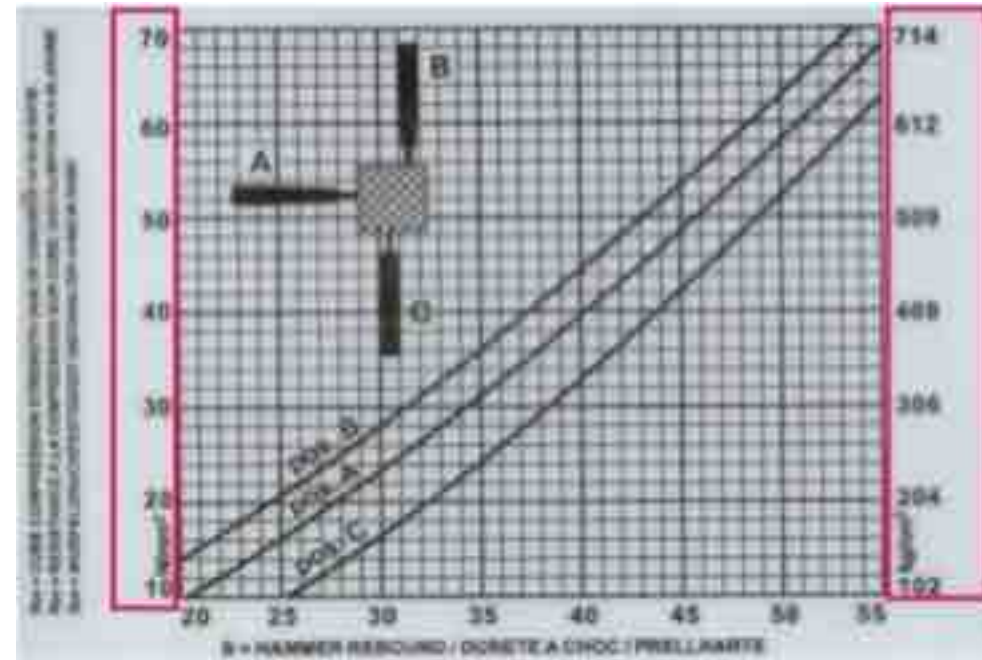


PELAKSANAAN HAMMER TEST



CATATAN

Perhatikan bahwa hasil pengujian ini hanya sebagai acuan dan tidak dapat digunakan untuk menentukan mutu beton secara pasti. Pengujian ini harus dilakukan dengan cara yang benar dan sesuai dengan standar yang berlaku.

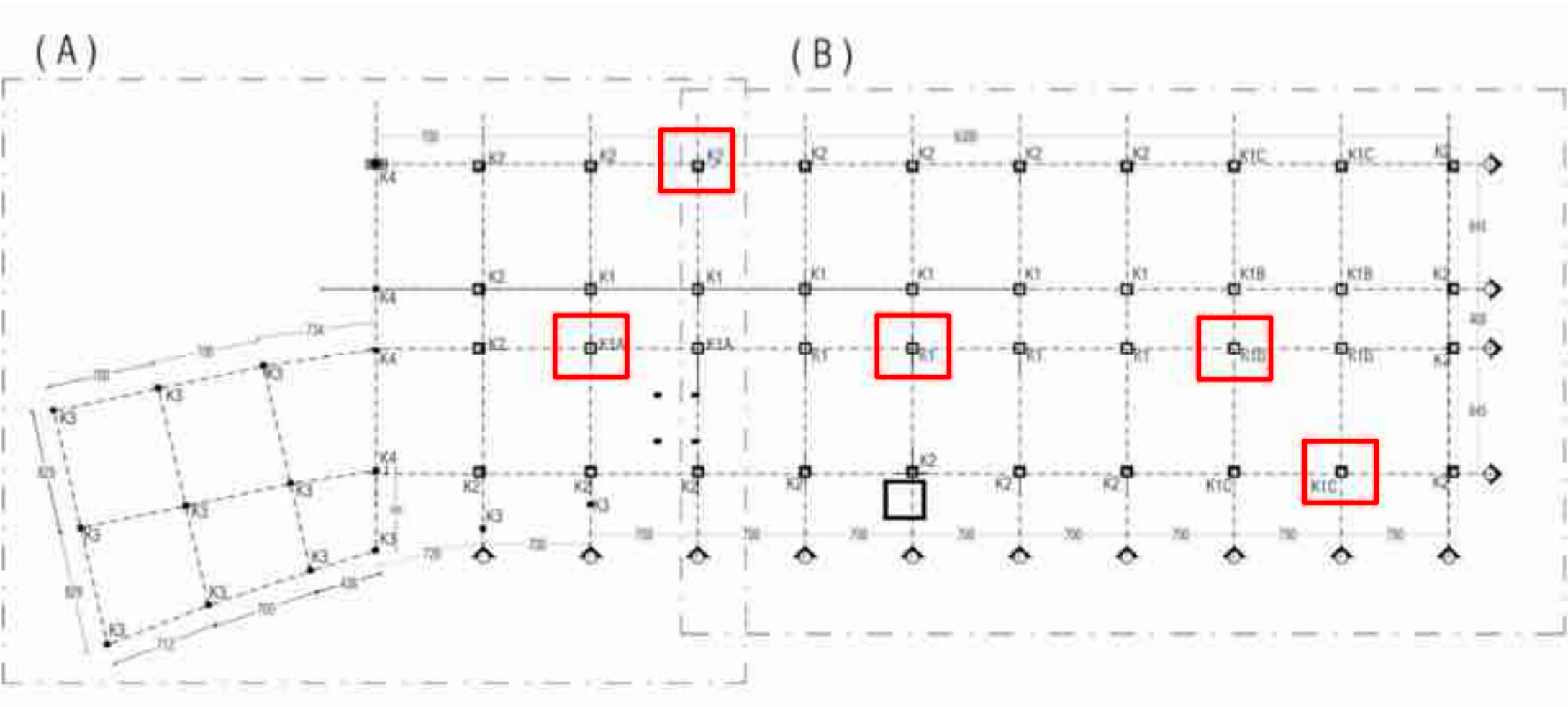


HAMMER TEST

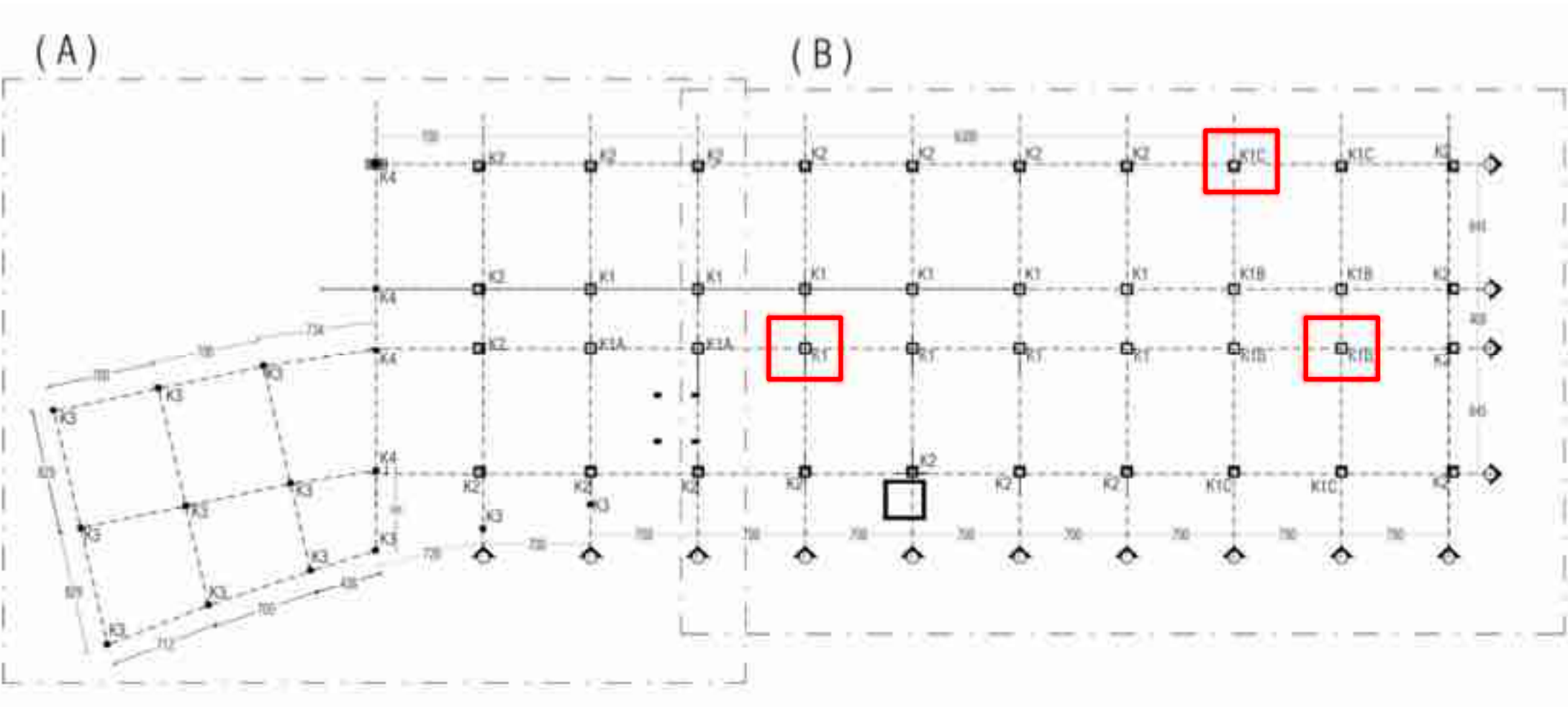
Hasil Pengujian Hammertest Kolom

Kode	Lantai	Letak (As)	Bacaan Pengujian ke-									Nilai Rata-rata Bacaan	Mutu Beton Silinder (MPa)	Mutu Rencana (MPa)	CEK
			1	2	3	4	5	6	7	8	9				
K1	L3 - L5	B5	41	41	40	41	40	40	44	40	40	40.78	32.8	25	MEMENUHI MUTU
K1A	L3 - L5	B2	43	43	43	42	43	44	44	41	44	43.00	34	25	MEMENUHI MUTU
K1B	L3 - L5	B8	42	42	42	42	40	42	40	42	42	41.56	32.8	25	MEMENUHI MUTU
K1C	L3 - L5	A9	42	40	37	43	40	36	37	40	38	39.22	30.4	25	MEMENUHI MUTU
K2	L3 - L5	D3	42	41	42	40	42	42	41	41	42	41.44	32.8	25	MEMENUHI MUTU
K1	L5 - L6	B4	40	41	40	39	38	40	40	41	38	39.67	31.6	25	MEMENUHI MUTU
K1B	L5 - L6	B9	40	44	42	42	42	43	42	41	40	41.78	33.6	25	MEMENUHI MUTU
K1C	L5 - L6	D8	40	41	42	40	43	43	41	40	41	41.22	33.2	25	MEMENUHI MUTU

Lokasi Pengujian Hammer Test Kolom Lantai 3 – 5



Lokasi Pengujian Hammer Test Kolom Lantai 5 – 6

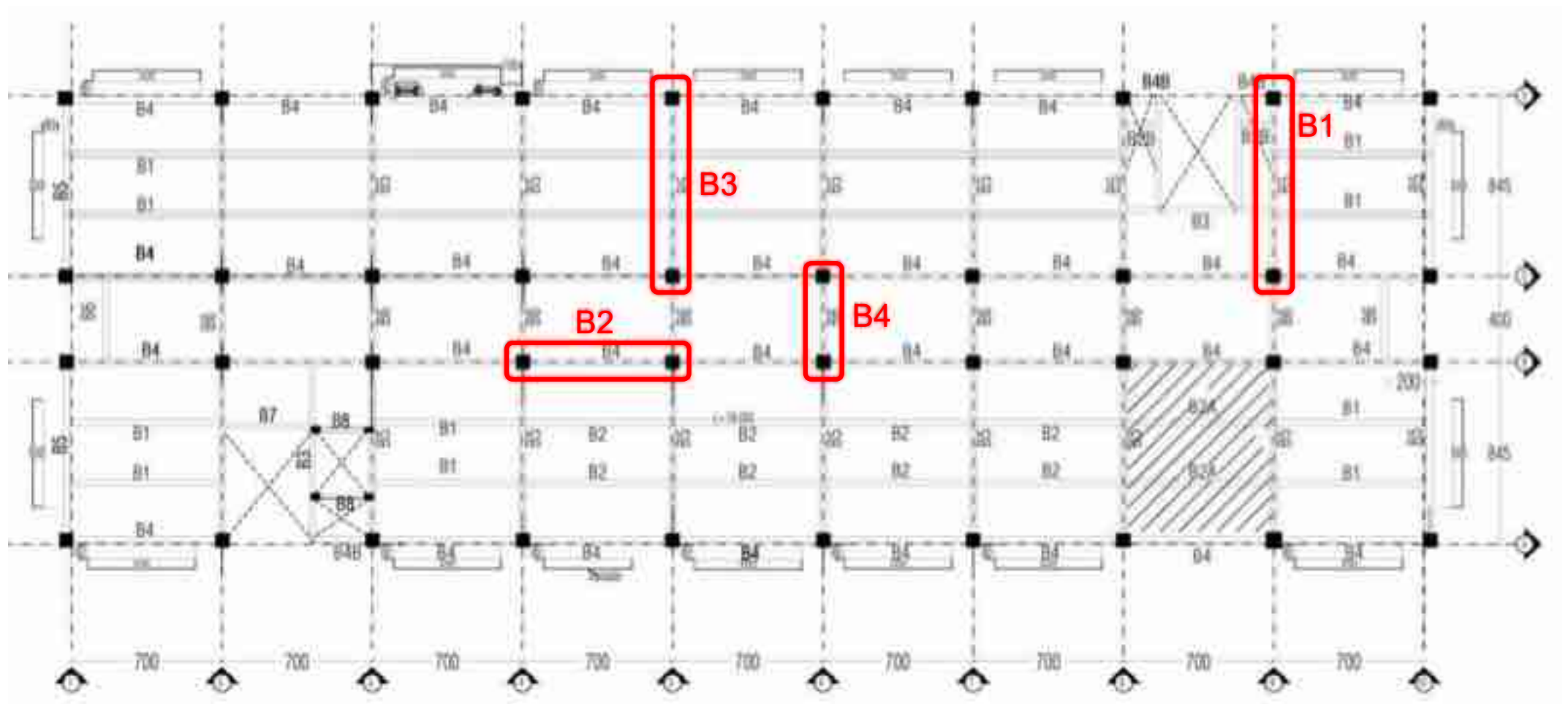


HAMMER TEST

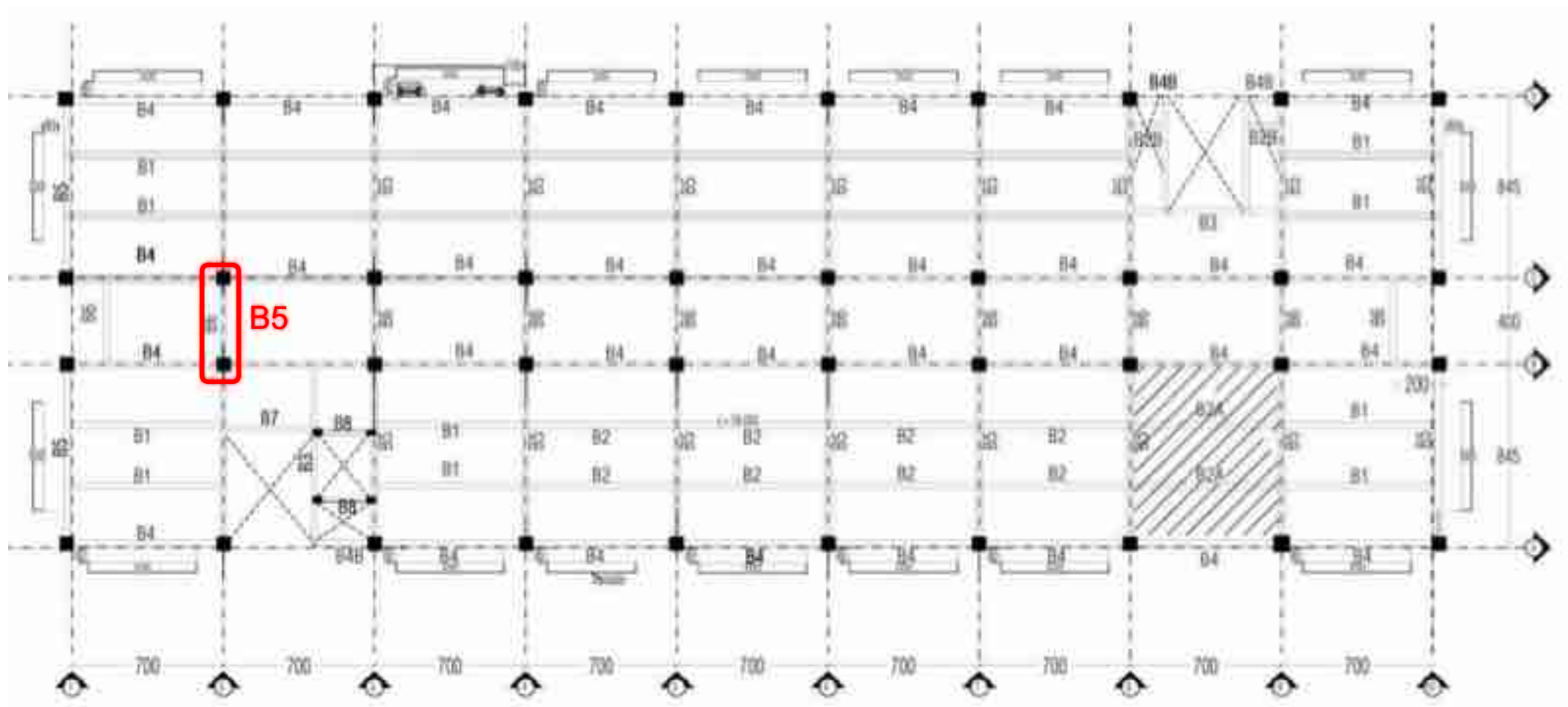
Hasil Pengujian Hammertest Balok

Kode	Lantai	Posisi Pengujian	Bacaan Pengujian ke-									Nilai Rata-rata Bacaan	Mutu Beton Silinder (MPa)	Mutu Rencana (MPa)	CEK
			1	2	3	4	5	6	7	8	9				
B1	L5	Samping	36	38	36	38	39	37	38	36	39	37.44	28.8	25	MEMENUHI MUTU
B2	L5	Samping	34	36	35	35	37	38	37	36	35	35.89	25.6	25	MEMENUHI MUTU
B3	L5	Samping	32	32	36	32	33	34	36	34	36	33.89	24	25	TIDAK MEMENUHI MUTU
B4	L5	Samping	43	40	40	42	41	43	42	43	39	41.44	33.6	25	MEMENUHI MUTU
B5	L6	Atas	38	36	38	40	38	36	36	40	36	37.56	22.4	25	TIDAK MEMENUHI MUTU
B6	L2	Samping	40	40	38	40	40	40	39	40	40	39.67	31.6	25	MEMENUHI MUTU

Lokasi Pengujian Hammer Test Balok Lantai 5



Lokasi Pengujian Hammer Test Balok Lantai 6

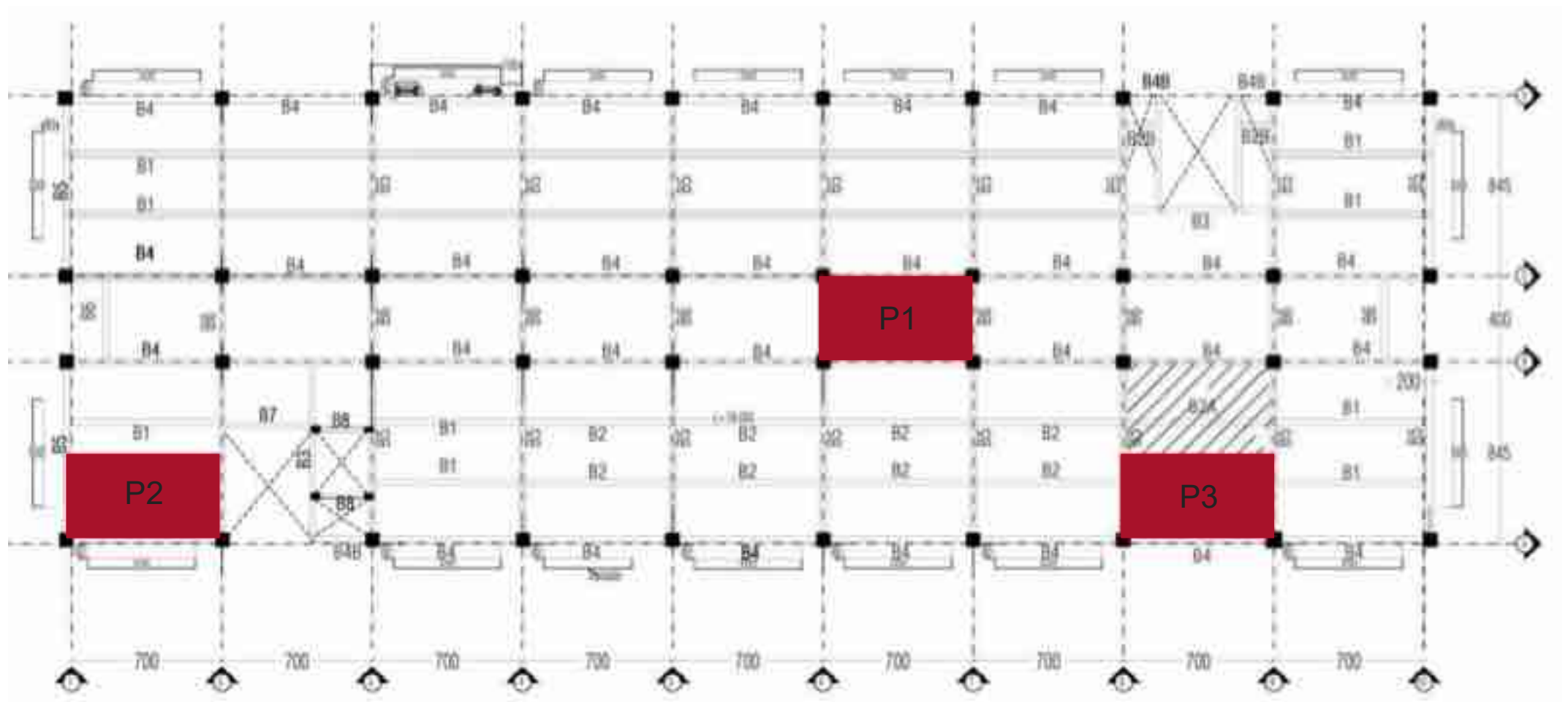


HAMMER TEST

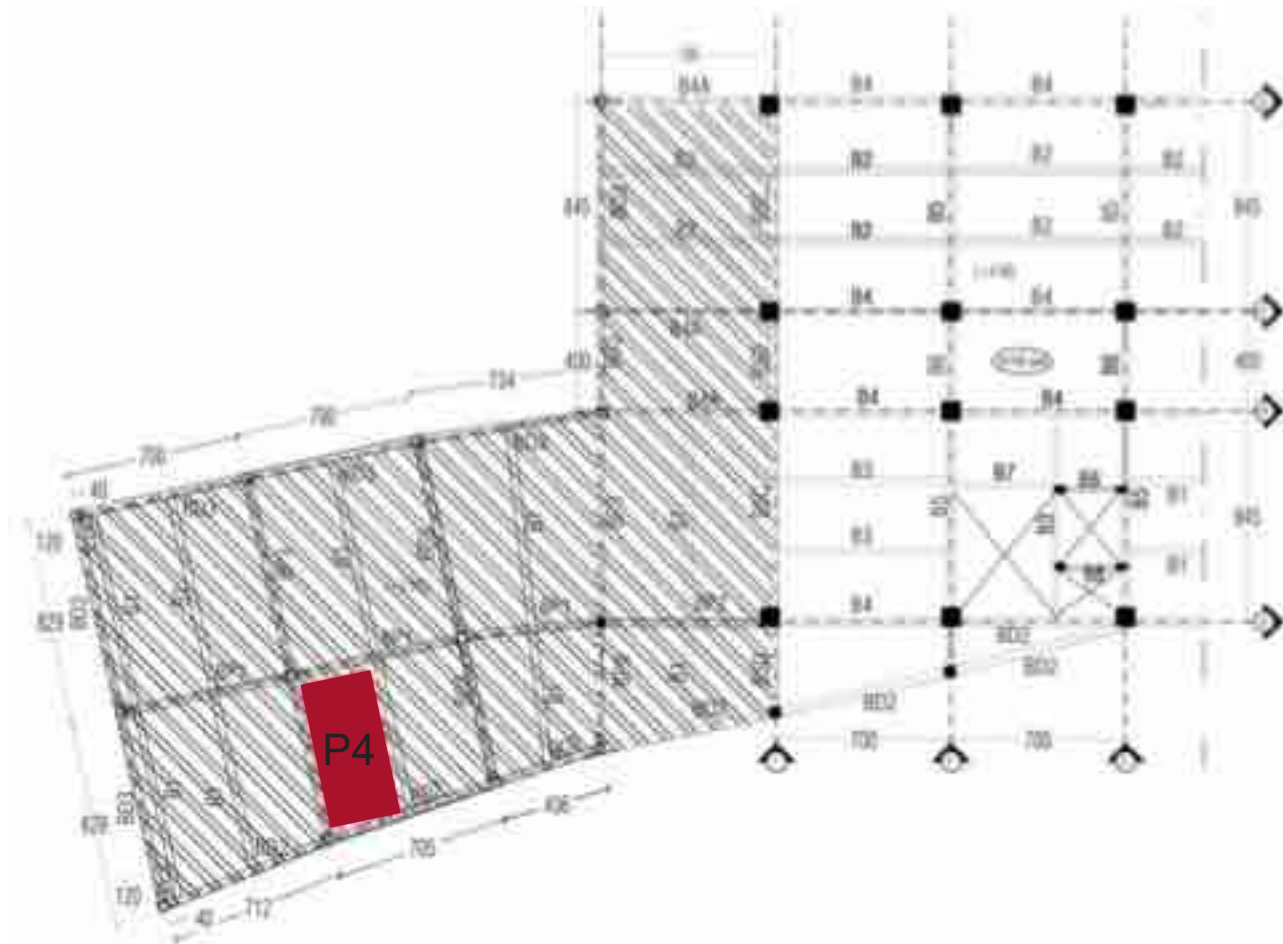
Hasil Pengujian Hammertest Pelat Lantai

Kode	Lantai	Posisi Pengujian	Bacaan Pengujian ke-									Nilai Rata-rata	Mutu Beton Silinder (MPa)	Mutu Rencana (MPa)	CEK
			1	2	3	4	5	6	7	8	9				
P1	L6	Bawah	45	46	46	47	49	46	47	48	48	46.89	46.4	25	MEMENUHI MUTU
P2	L6	Atas	33	29	30	27	29	30	29	29	30	29.56	12.8	25	TIDAK MEMENUHI MUTU
P3	L6	Atas	19	22	22	25	25	22	23	21	20	22.11	8	25	TIDAK MEMENUHI MUTU
Tangga	L5 - L6	Samping	40	39	40	42	40	40	38	40	40	39.89	31.6	25	MEMENUHI MUTU
P4	L1	Atas	32	32	32	34	30	32	30	33	33	32.00	16	25	TIDAK MEMENUHI MUTU

Lokasi Pengujian Hammer Test Pelat Lantai 6



Lokasi Pengujian Hammer Test Pelat Lantai 1



Getaran Pelat Lantai

Pengetesan Getaran Pelat Lan

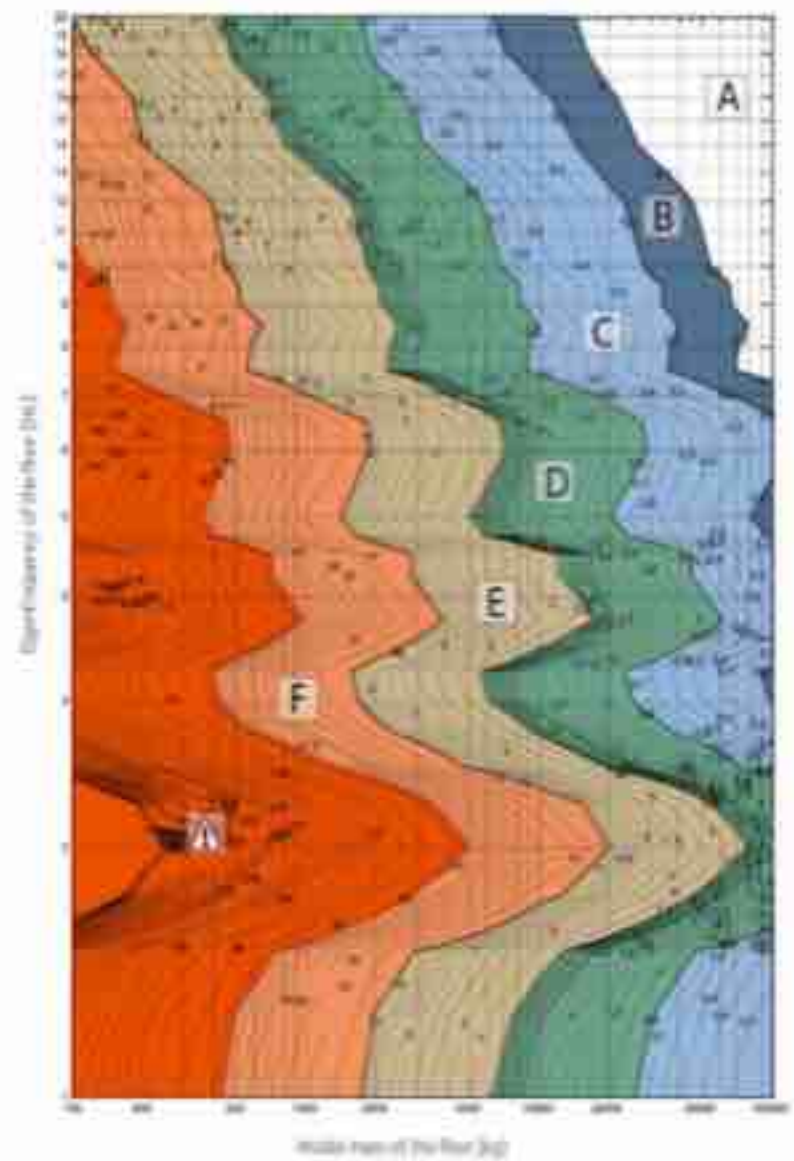
Pengecekan berdasarkan Design Guide for Floor Vibrations yang dikembangkan oleh RFCS-Projects "Vibration of Floor"

Struktur pelat lantai selain di design terhadap kekuatan tapi juga harus di cek terhadap kenyamanan dimana dalam hal ini berhubungan dengan getaran yang berhubungan dengan kekakuan, massa, redaman dan beban yang bekerja

Damping atau redaman untuk struktur beton digunakan 2 persen berdasarkan tabel dibawah ini

Type	Damping (% of critical damping)
Structural Damping D _s	
Wood	6%
Concrete	2%
Steel	1%
Composite (steel-concrete)	1%

Classification based on a damping ratio of 2%

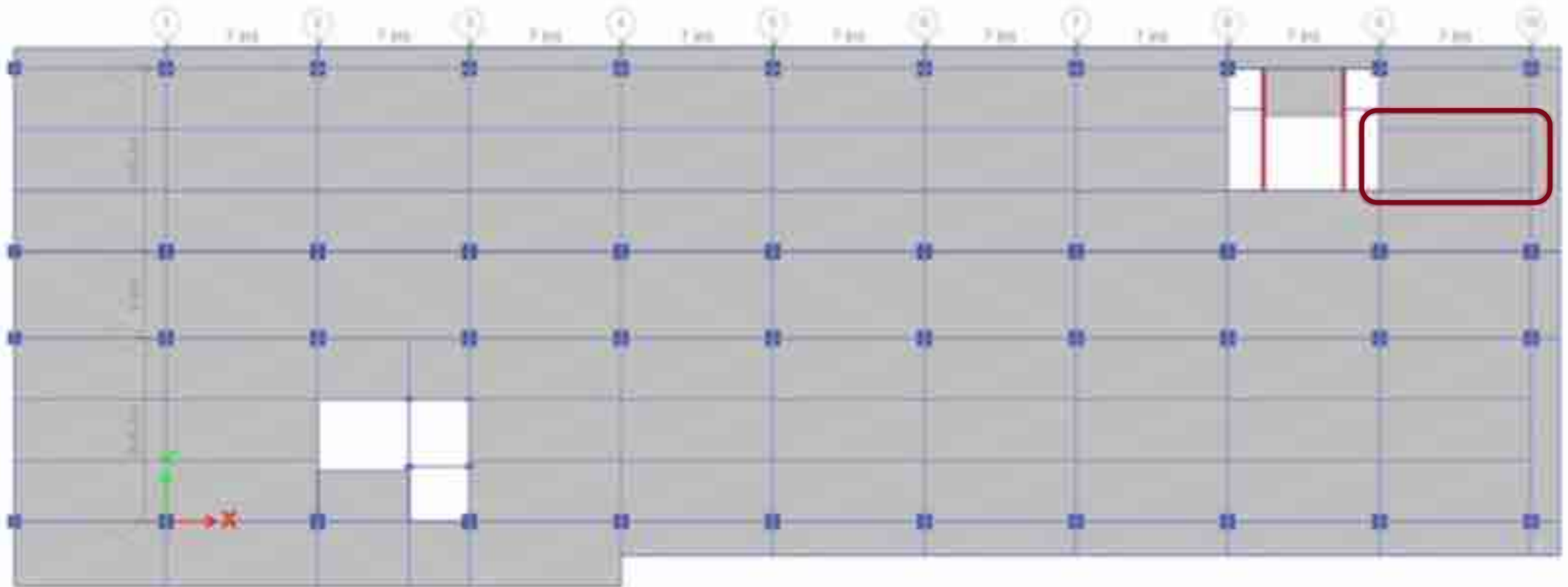


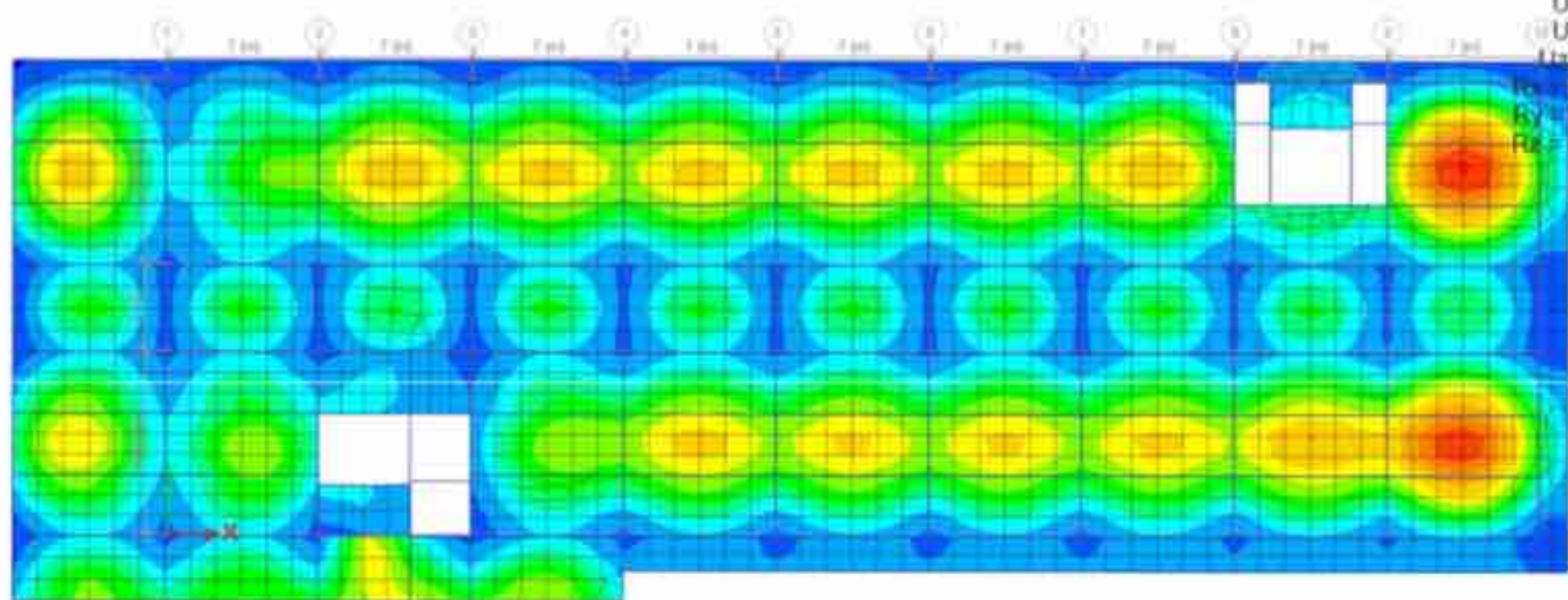
Class	OS-RMS _{avg}		Function of Floor									
	Lower Limit	Upper Limit	Critical Workspaces	Health	Education	Residential	Office	Meeting	Retail	Hotel	Industrial	Sport
A	0.0	0.1	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended
B	0.1	0.2	Critical	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended
C	0.2	0.8	Not recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended
D	0.8	3.2	Not recommended	Critical	Critical	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended	Recommended
E	3.2	12.8	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Critical	Critical	Critical	Critical	Critical	Recommended	Recommended
F	12.8	51.2	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Not recommended	Critical	Critical

Recommended
Critical
Not recommended

Pengetesan Getaran Pelat Lan

Lendutan maksimum pelat lantai





Joint Element: 5600

Story: Lantai 2

Ux = -0.562

Uy = -1.914

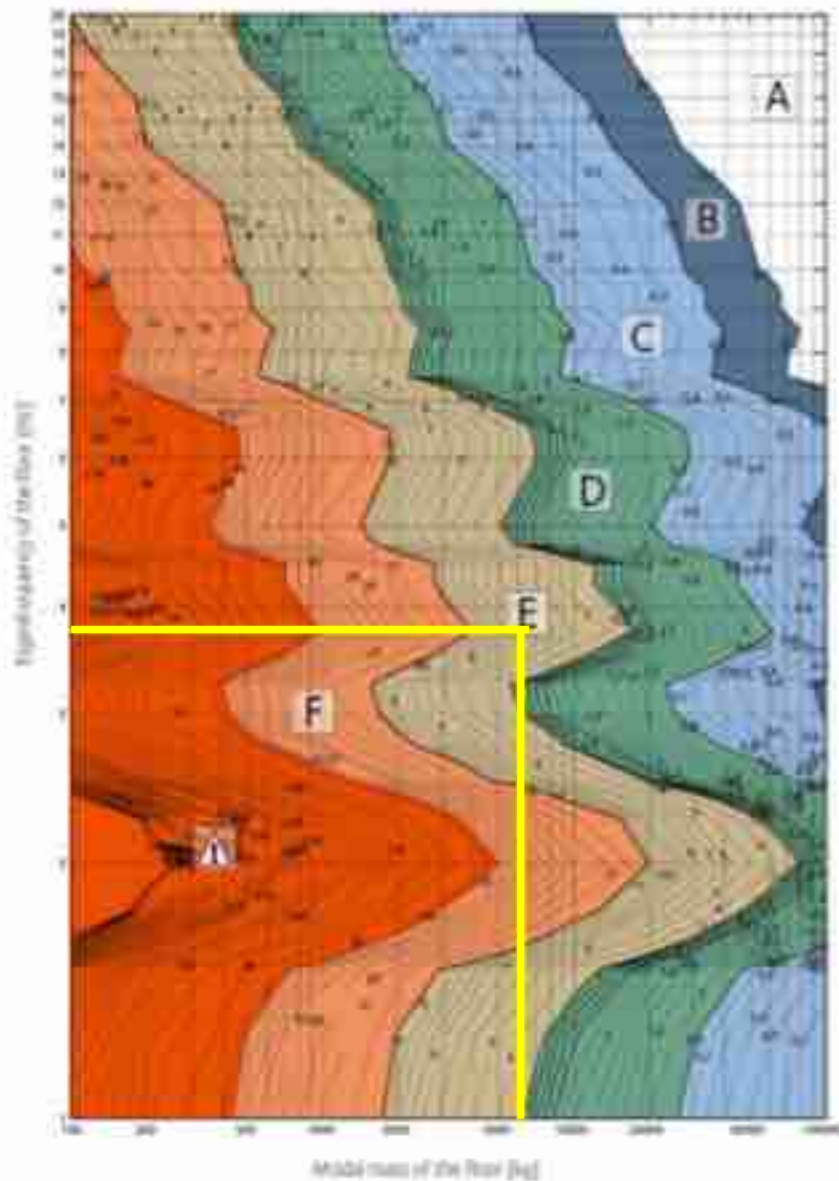
Uz = -22.564

Rx = 0.001459

Ry = 0.000135

Rz = -0.000021

Classification based on a damping ratio of 2%



The approximated natural frequency is

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K}{M}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{4g}{3\delta_{max}}} = \frac{18}{\sqrt{\delta_{max} [mm]}}$$

where:

δ_{max} is the maximum deflection due to loading in reference to the mass m .

$$f = \frac{18}{\sqrt{22.564}} = 3.79$$

Berat Pelat Lantai

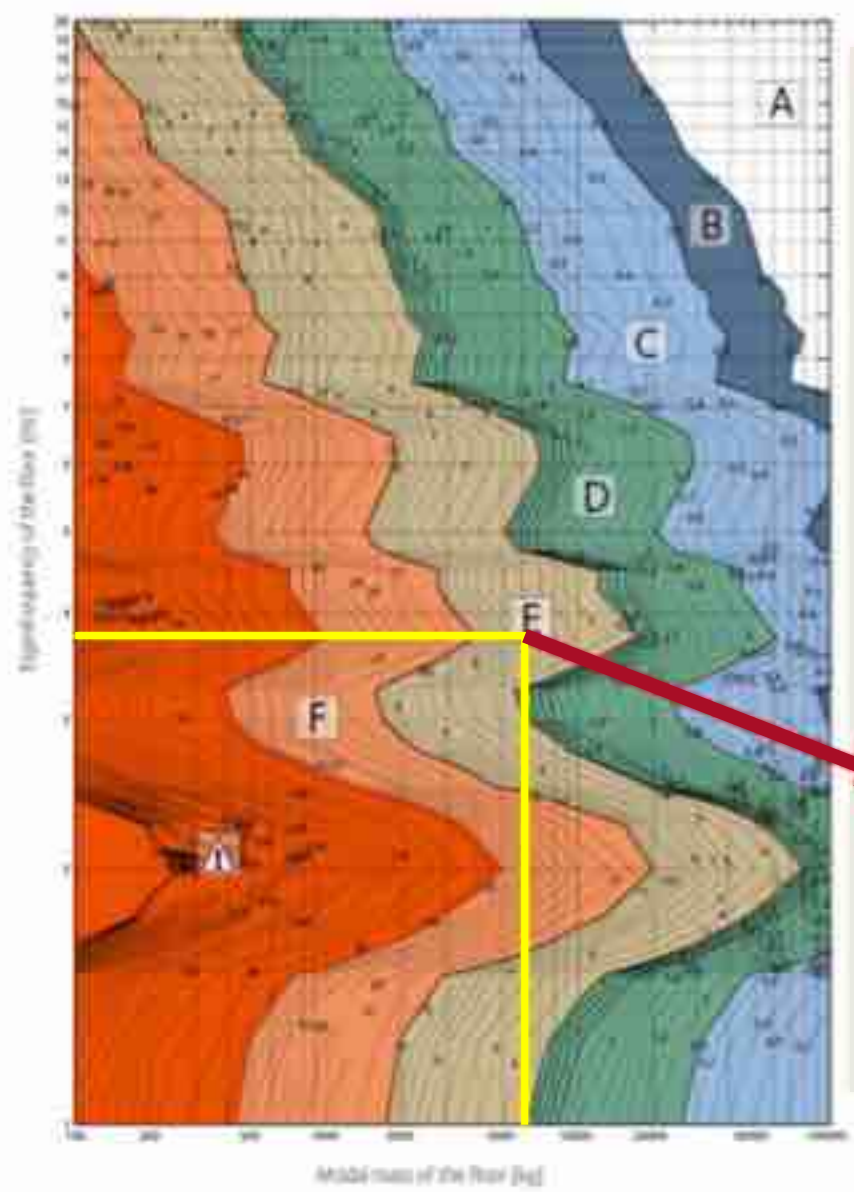
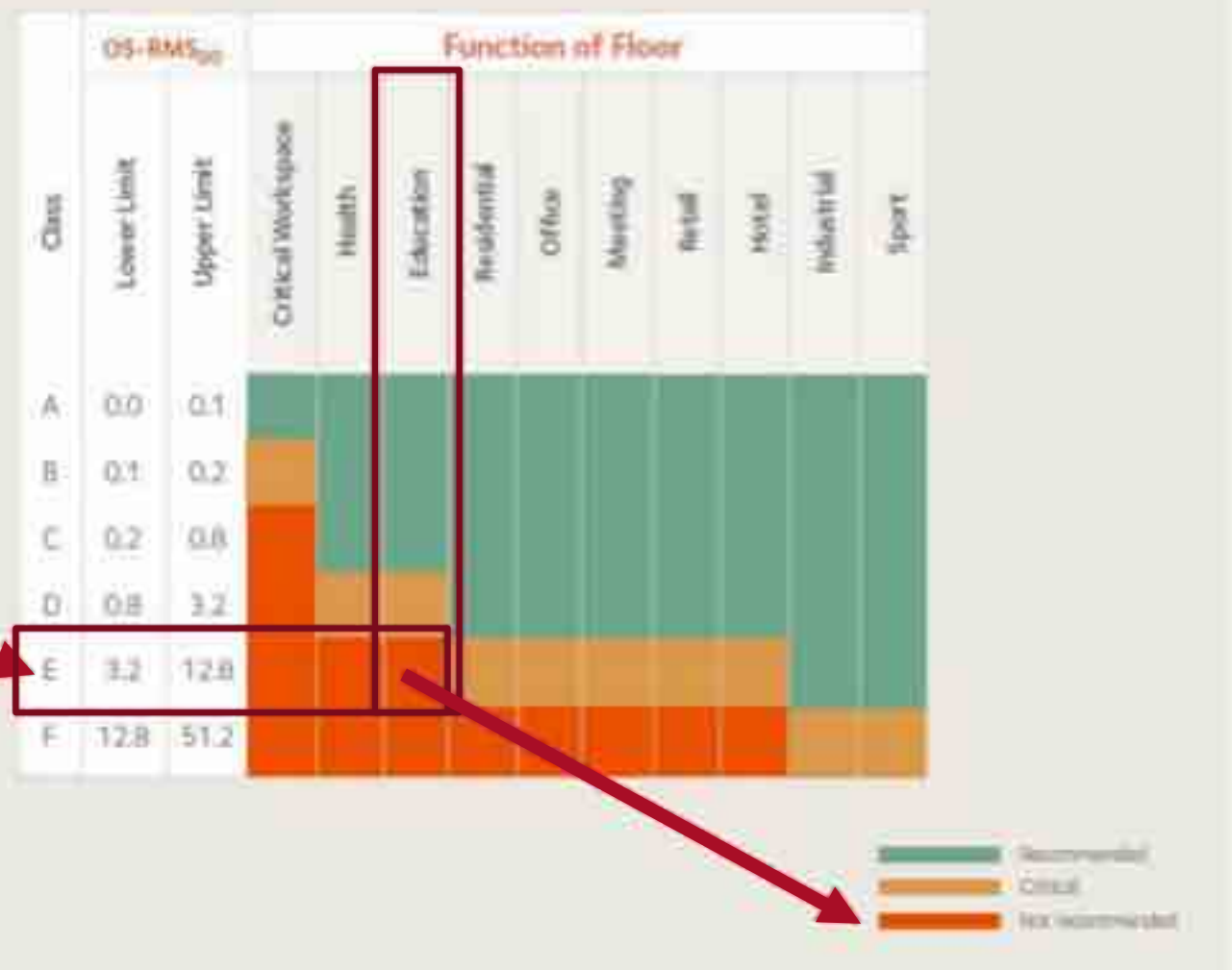
Massa Jenis Beton : 2400 kg/m³

Luas Pelat Lantai : 19.72 m²

Tebal Pelat Lantai : 130 mm

$$\begin{aligned} \text{Berat} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 19.72 \text{ m}^2 \times 0.13 \text{ m} \\ &= 6152.6 \text{ kg} \end{aligned}$$

Classification based on a damping ratio of 2%



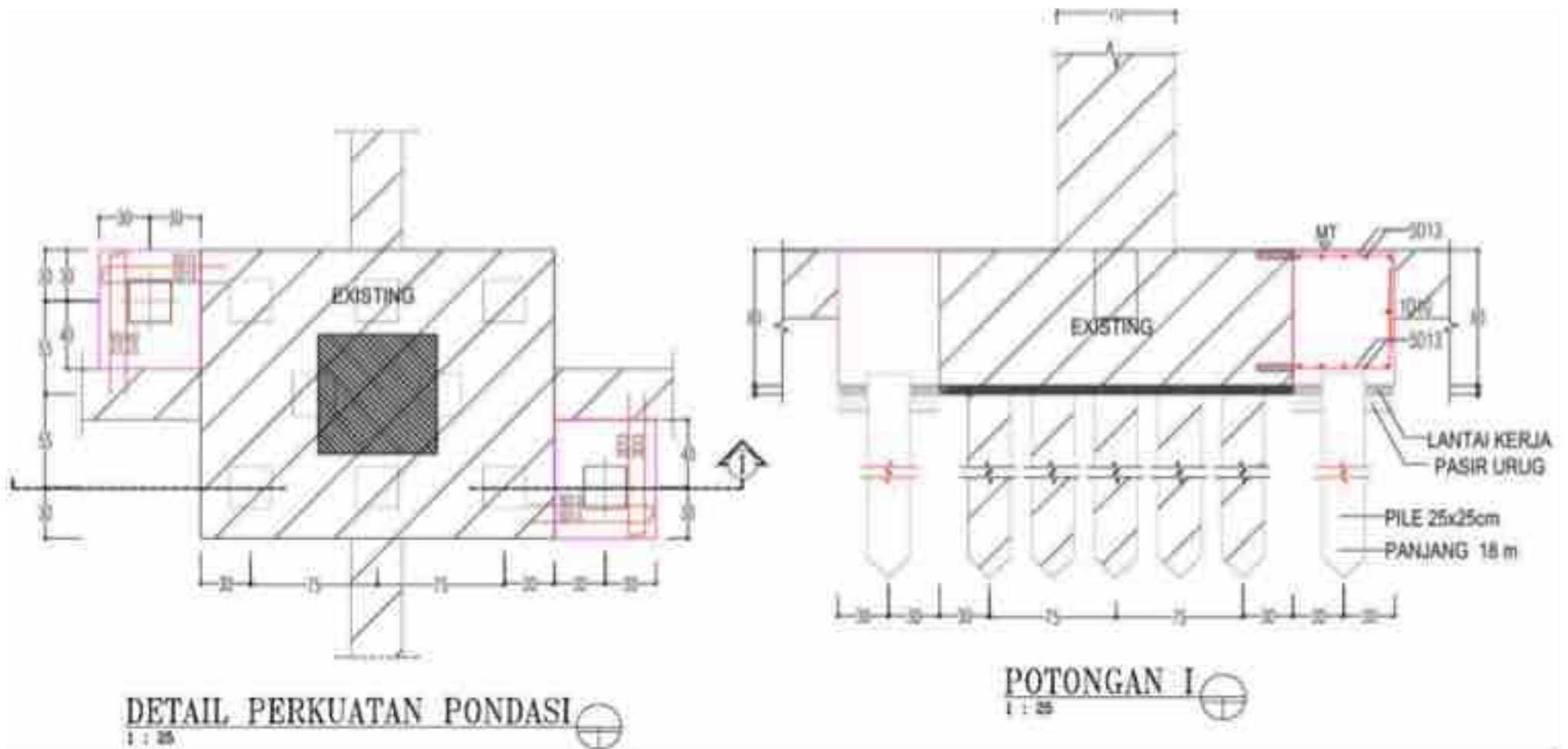
Perkuatan Struktur Sekolah Maitreya

Rencana Perkuatan Pondasi (Tiang Pancang)

Setelah dilakukan pengecekan kembali terhadap struktur pondasi berdasarkan fungsi ruang dan desain arsitektur terupdate, hasil analisis menunjukkan terdapat beberapa titik pondasi yang kapasitasnya belum mencukupi untuk menahan beban rencana. Kondisi tersebut terjadi akibat adanya perubahan fungsi dan penyesuaian beban bangunan dibanding kondisi perencanaan sebelumnya. Perencanaan dan pengecekan pondasi ini telah dilakukan dengan memperhitungkan kombinasi pembebanan gempa nominal dan gempa kuat sesuai ketentuan SNI yang berlaku.

Oleh karena itu, diperlukan perkuatan pondasi dengan penambahan tiang pancang berukuran 25 x 25 cm sesuai dimensi tiang existing agar kapasitas daya dukung pondasi dapat memenuhi kebutuhan struktur serta menjaga keamanan dan kestabilan bangunan.

Rencana Perkuatan Pondasi (Tiang Pancang)

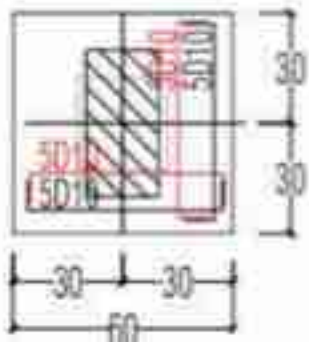
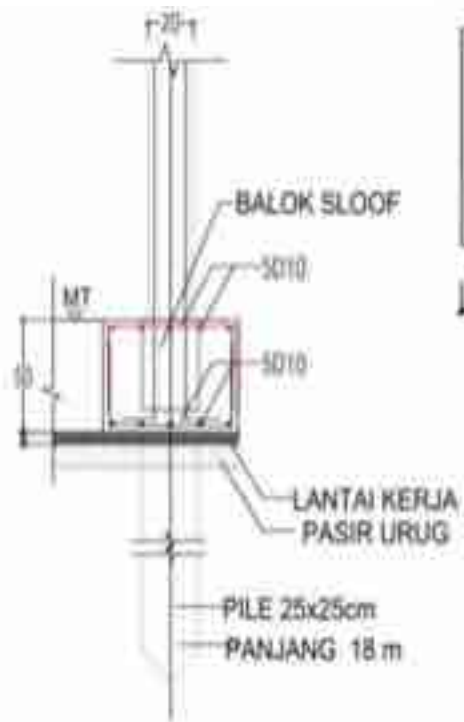


Rencana Perkuatan Pondasi (Pilecap)

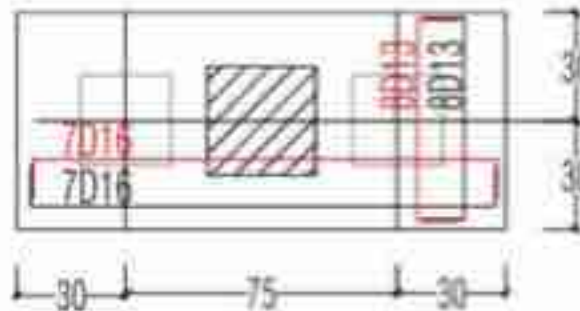
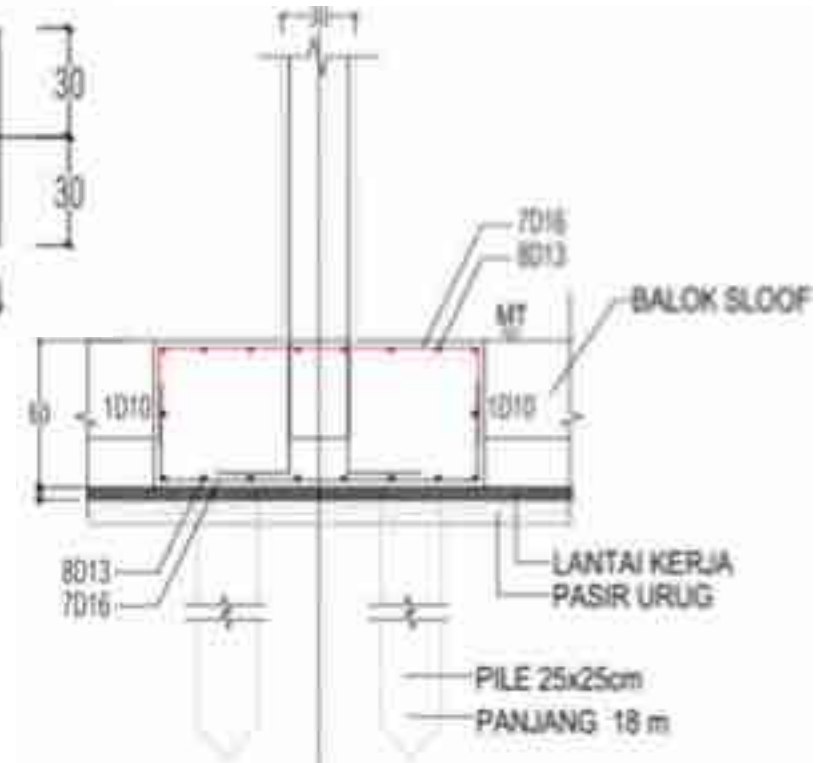
Kondisi existing menunjukkan terdapat pilecap yang tidak dilengkapi tulangan sisi atas. Pada kondisi tersebut, pilecap tetap memiliki risiko menerima gaya tarik maupun momen pada bagian atas akibat distribusi beban kolom, reaksi tiang, serta kemungkinan pengaruh penurunan yang tidak merata. Apabila tidak terdapat tulangan atas, maka bagian beton atas pilecap berpotensi mengalami keretakan yang dapat mempengaruhi kekuatan dan durabilitas struktur dalam jangka panjang.

Oleh karena itu, dilakukan perkuatan dengan penambahan tulangan sisi atas pada pilecap untuk meningkatkan kapasitas struktur dalam menahan gaya tarik, mengurangi potensi retak, serta memastikan pilecap dapat bekerja lebih aman dan optimal sesuai fungsi strukturnya.

Rencana Perkuatan Pondasi (Pilecap)



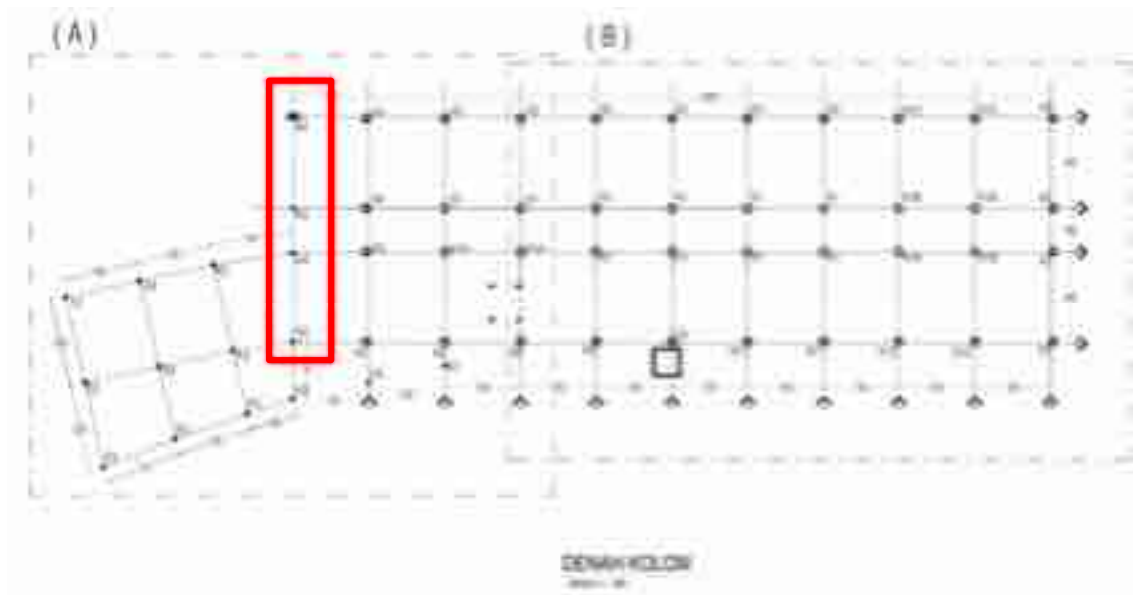
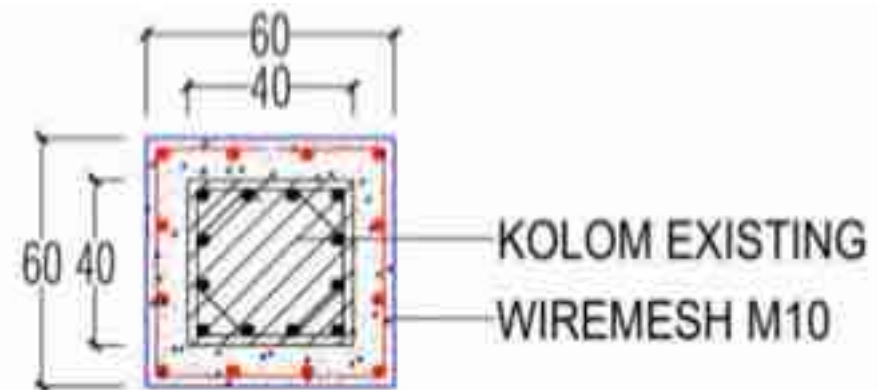
DETAIL PILE CAP P1-25
SKALA 1:20



DETAIL PILE CAP P2-25
SKALA 1:20

Rencana Perkuatan Kolom

Usulan perkuatan kolom K4 pada As 0 yaitu pelebaran kolom menjadi 600 x 600 mm dengan tambahan tulangan wiremesh M10.

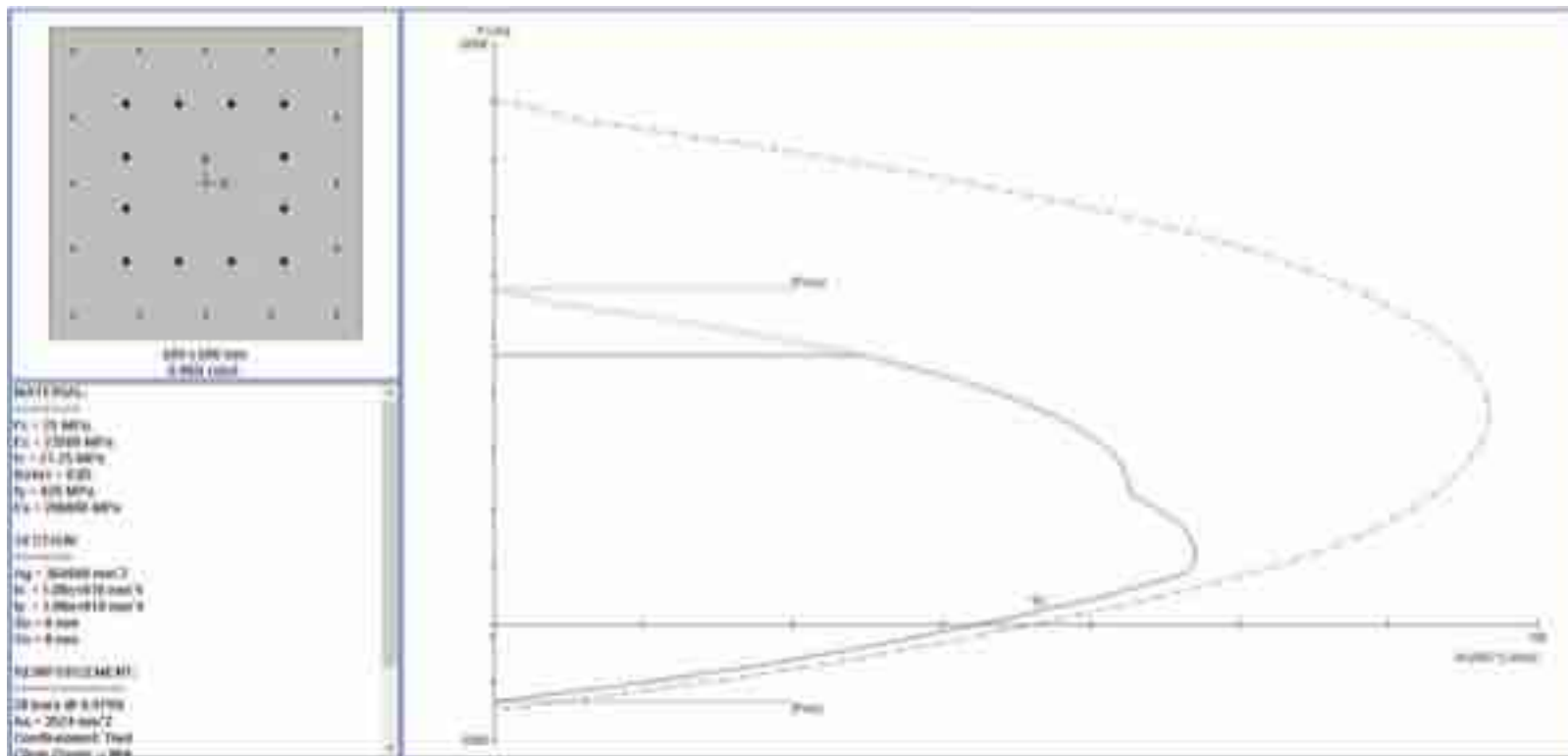
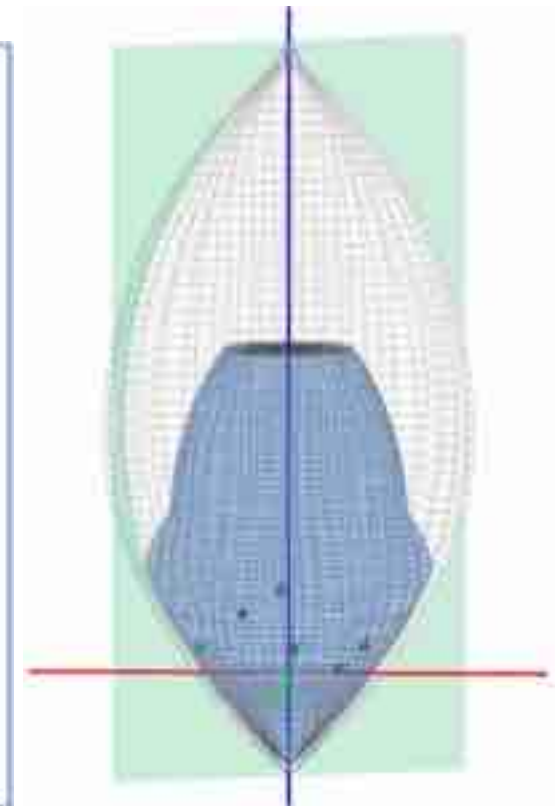


DETAIL KOLOM K4(PERKUATAN)
1 : 20



Rencana Perkuatan Kolom

Berikut merupakan diagram interaksi kolom K4 setelah perkuatan

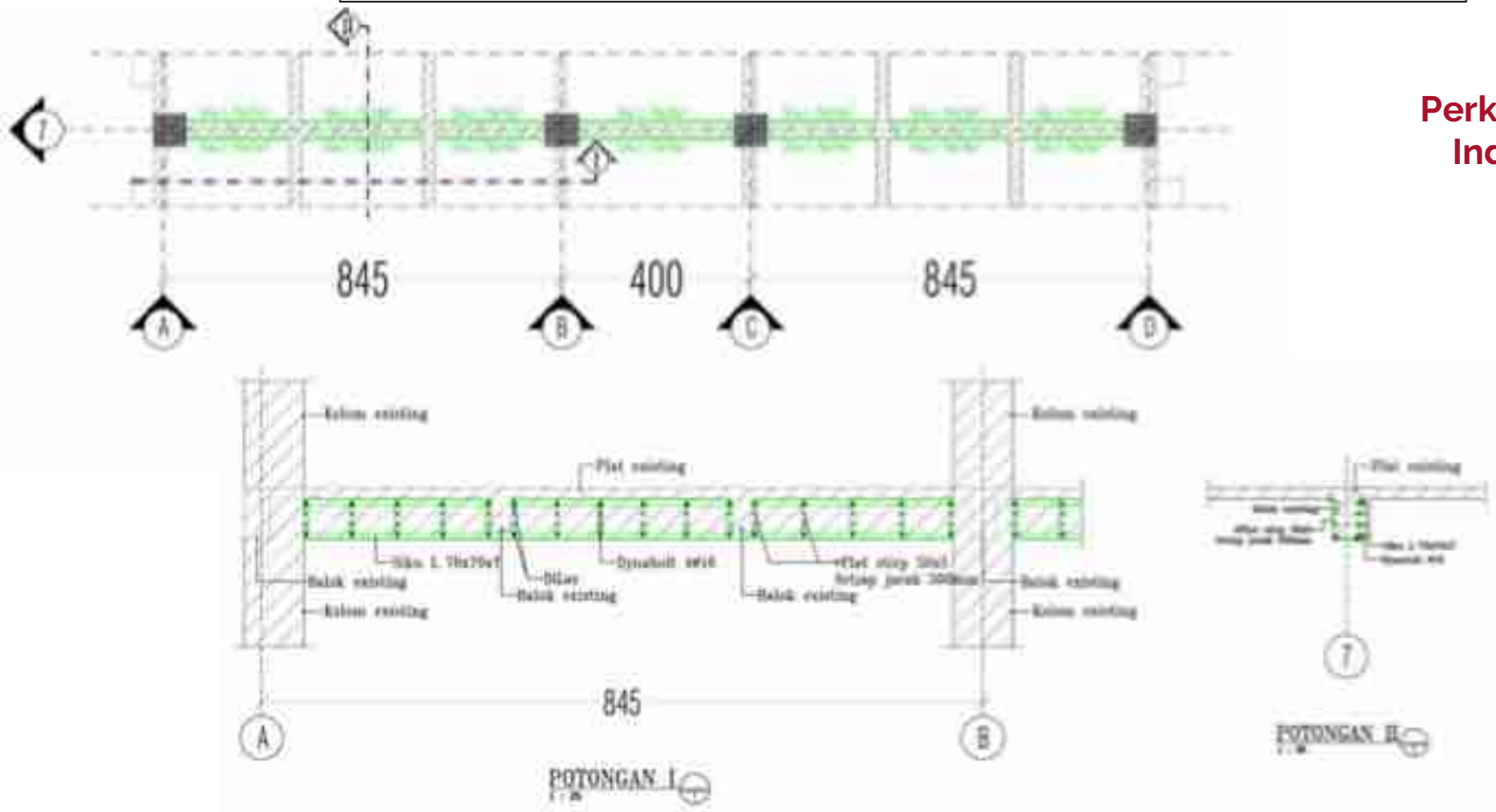


Rencana Perkuatan Balok

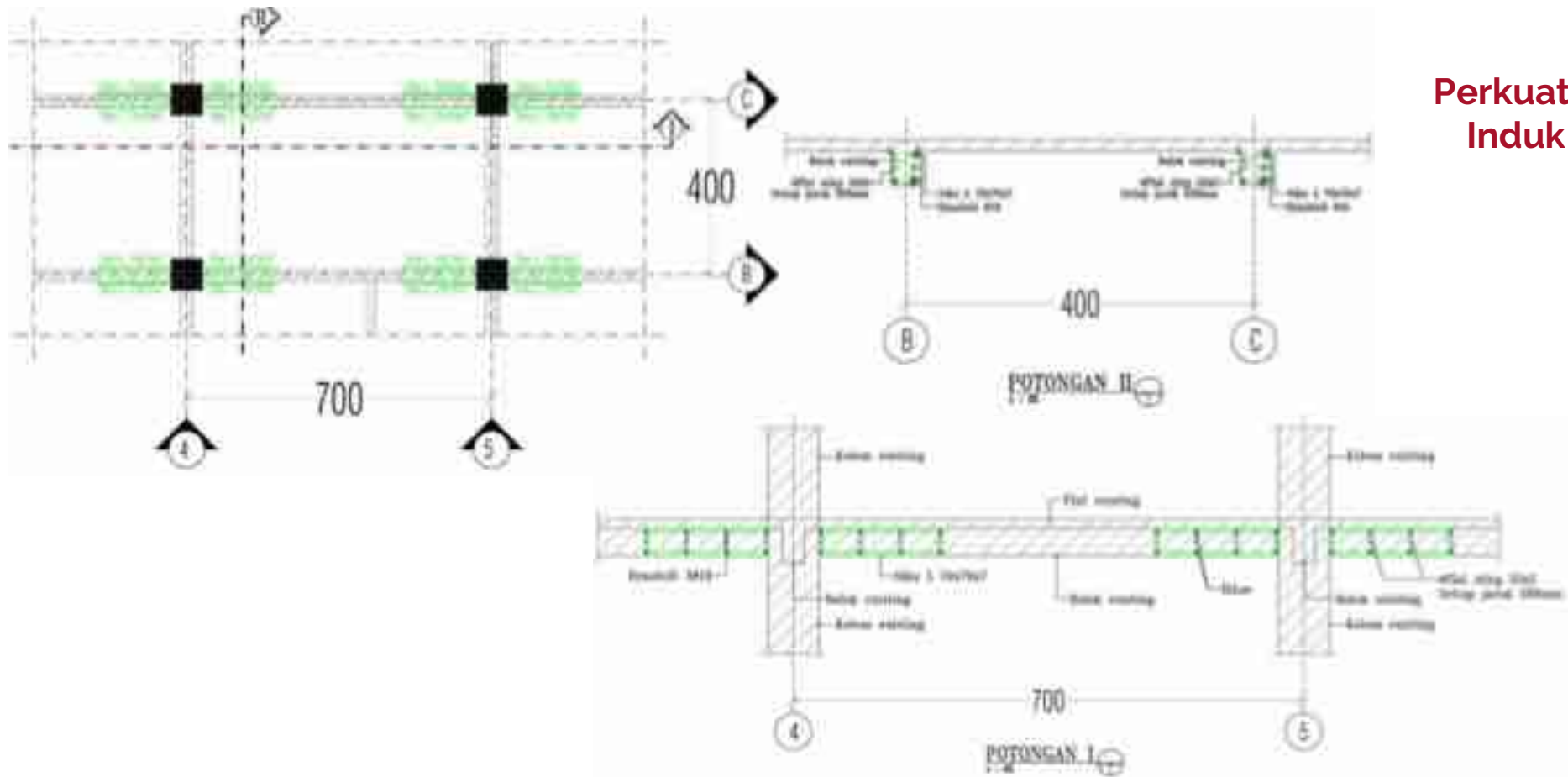
Usulan perkuatan balok dilakukan dengan penambahan siku pada keempat sisi balok. Untuk balok induk arah X, perkuatan hanya dipasang pada area tumpuan kiri dan tumpuan kanan. Sedangkan untuk balok induk arah Y, yang berfungsi sebagai balok induk penumpu balok anak, perkuatan dilakukan pada keempat sisi balok dan dipasang sepanjang bentang balok untuk mengakomodasi beban serta interaksi dari balok anak yang ditumpu.

Rencana Perkuatan Balok

Perkuatan Balok Induk Arah Y



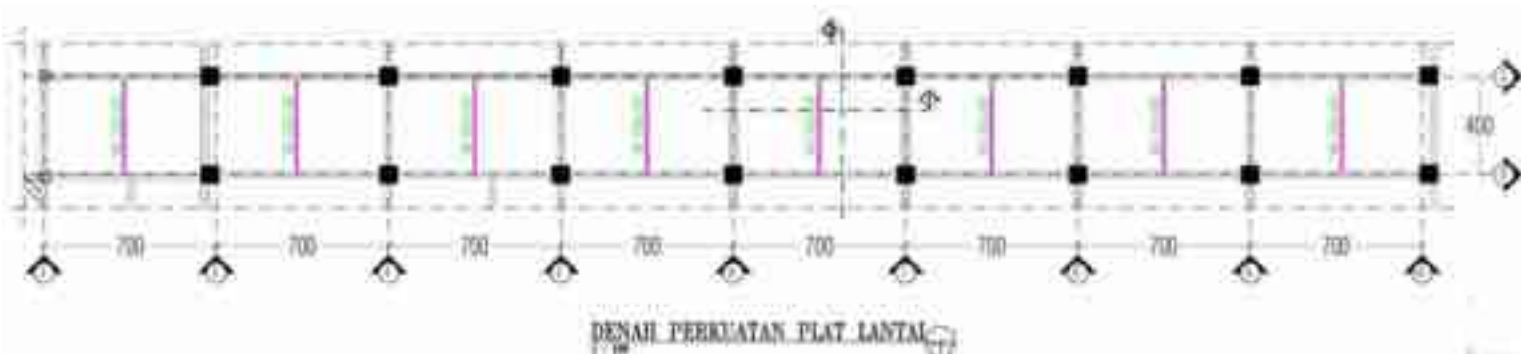
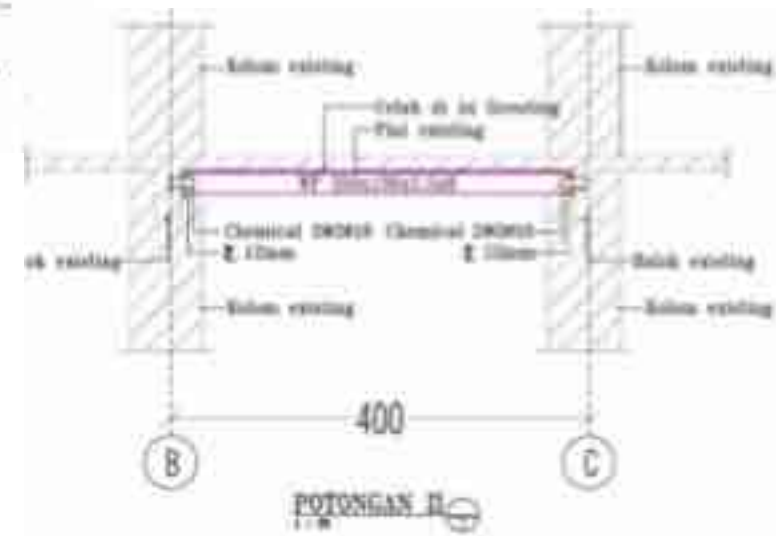
Rencana Perkuatan Balok



Perkuatan Balok
Induk Arah X

Rencana Perkuatan Pelat Lantai

Berdasarkan perhitungan lendutan pelat lantai, diperlukan perkuatan pada panel pelat lantai yang difungsikan sebagai koridor. Usulan perkuatan berupa penambahan balok baja WF pada tengah panel pelat.



PERHITUNGAN PLAT LANTAI (SLAB)

Fungsi Ruang : Koridor

A. DATA BAHAN STRUKTUR

Kuat tekan beton,

Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur,

$f'_c =$	25	MPa
$f_y =$	420	MPa

B. DATA PLAT LANTAI

Panjang bentang plat arah x,

Panjang bentang plat arah y,

Tebal plat lantai,

Koefisien momen plat untuk

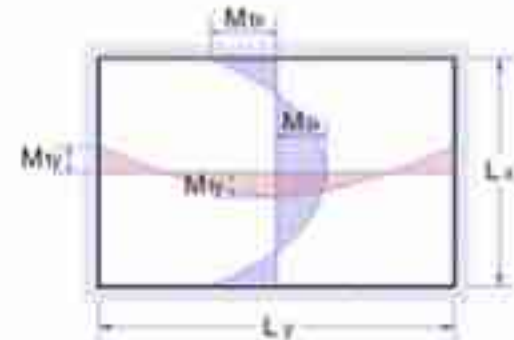
$$L_y / L_x = 1.14$$

$L_x =$	3.00	m
$L_y =$	4.00	m
$h =$	130	mm

DUA ARAH karena $L_y/L_x < 2$

Lapangan x	$C_{lx} =$	44
Lapangan y	$C_{ly} =$	38
Tumpuan x	$C_{tx} =$	44
Tumpuan y	$C_{ty} =$	38

Tabel 2 dengan 4 sisi terjepit



Diameter tulangan yang digunakan,

Tebal bersih selimut beton,

$D =$	8	mm
$t_s =$	20	mm

C. BEBAN PLAT LANTAI

1. BEBAN MATI (DEAD LOAD)

No	Jenis Beban Mati	Berat satuan	Tebal (m)	Q (kN/m ²)
1	Berat sendiri plat lantai (kN/m ³)	24.0	0.13	3.120
2	Berat finishing lantai, Berat plafon dan rangka, Instalasi, dll (kN/m ²)			1.5
Total beban mati,				$Q_D = 4.620$

2. BEBAN HIDUP (LIVE LOAD)

Beban hidup pada lantai bangunan =	383	kg/m ²
→ $Q_L =$	3.8	kN/m ²

3. BEBAN RENCANA TERFAKTOR

Beban rencana terfaktor, $Q_u = 1.2 * Q_D + 1.6 * Q_L = 11.672$ kN/m²

4. MOMEN PLAT AKIBAT BEBAN TERFAKTOR

Momen lapangan arah x,	$M_{ulx} = C_{lx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	6.291	kNm/m
Momen lapangan arah y,	$M_{uly} = C_{ly} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	5.362	kNm/m
Momen tumpuan arah x,	$M_{utx} = C_{tx} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	6.291	kNm/m
Momen tumpuan arah y,	$M_{uty} = C_{ty} * 0.001 * Q_u * L_x^2 =$	5.362	kNm/m
Momen rencana (maksimum) plat,	→ $M_u =$	6.291	kNm/m

D. PENULANGAN PLAT

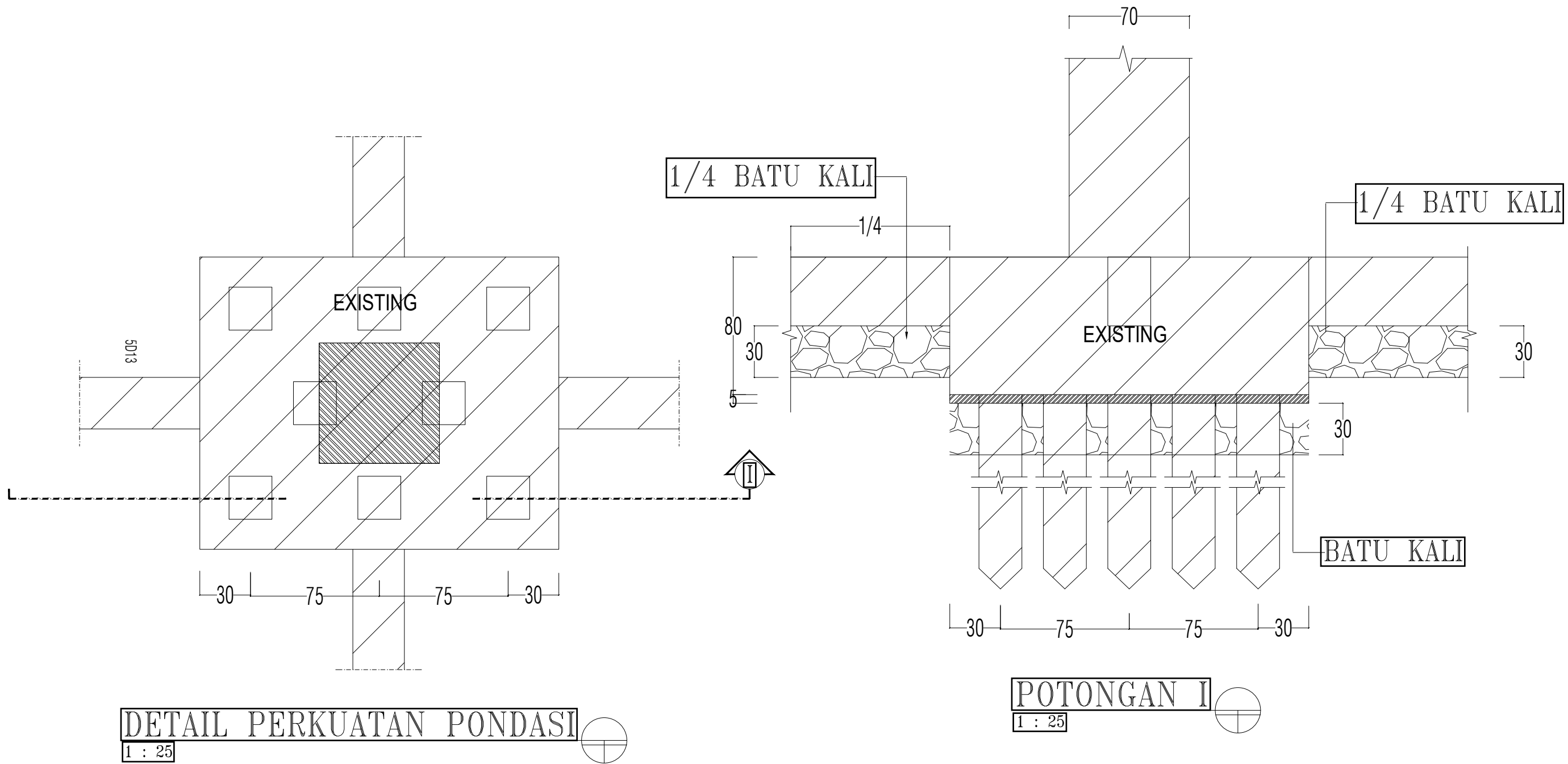
Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa,	$\beta_1 =$	0.85	
Untuk : $f_c' > 30$ MPa,	$\beta_1 = 0.85 - 0.05 * (f_c' - 30) / 7 =$	-	
Faktor bentuk distribusi tegangan beton,	$\rightarrow \beta_1 =$	0.85	
Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i> ,			
$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * f_c' / f_y * 600 / (600 + f_y) =$		0.0253	
Faktor tahanan momen maksimum,			
$R_{max} = 0.75 * \rho_b * f_y * [1 - \frac{1}{2} * 0.75 * \rho_b * f_y / (0.85 * f_c')] =$		6.4746	
Faktor reduksi kekuatan lentur,	$\phi =$	0.90	
Jarak tulangan terhadap sisi luar beton,	$d_s = t_s + \varnothing / 2 =$	24.0	mm
Tebal efektif plat lantai,	$d = h - d_s =$	106.0	mm
Ditinjau plat lantai selebar 1 m,	$\rightarrow b =$	1000	mm
Momen nominal rencana,	$M_n = M_u / \phi =$	6.990	kNm
Faktor tahanan momen,	$R_n = M_n * 10^{-6} / (b * d^2) =$	0.62213	
$R_n < R_{max} \rightarrow$		(OK)	
Rasio tulangan yang diperlukan :			
$\rho = 0.85 * f_c' / f_y * [1 - \sqrt{1 - 2 * R_n / (0.85 * f_c')}] =$		0.0015	
Rasio tulangan minimum,	$\rho_{min} =$	0.0020	
Rasio tulangan yang digunakan,	$\rightarrow \rho =$	0.0020	
Luas tulangan yang diperlukan,	$A_s = \rho * b * d =$	212	mm ²
Jarak tulangan yang diperlukan,	$s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / A_s =$	237	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} = 2 * h =$	260	mm
Jarak tulangan maksimum,	$s_{max} =$	200	mm
Jarak sengkang yang harus digunakan,	$s =$	200	mm
Diambil jarak sengkang :	$\rightarrow s =$	200	mm
Digunakan tulangan,	D 8 - 150		
Luas tulangan terpakai,	$A_s = \pi / 4 * \varnothing^2 * b / s =$	335	mm ²

E. KONTROL LENDUTAN PLAT

Modulus elastis beton,	$E_c = 4700 * \sqrt{f_c'} =$	23500	Mpa
Modulus elastis baja tulangan,	$E_s =$	2.10E+05	MPa
Beban merata (tak terfaktor) padaplat,	$Q = Q_D + Q_L =$	8.450	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,	$I_g = 1/12 * b * h^3 =$	183083333	mm ³
Modulus keruntuhan lentur beton,	$f_r = 0.7 * \sqrt{f_c'} =$	3.5	MPa
Nilai perbandingan modulus elastis,	$n = E_s / E_c =$	8.94	
Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,	$c = n * A_s / b =$	2.995	mm
Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sbb. :			
$I_{cr} = 1/3 * b * c^3 + n * A_s * (d - c)^2 =$		31781388	mm ⁴
$y_t = h / 2 =$		65	mm
Momen retak :	$M_{cr} = f_r * I_g / y_t =$	9858333	Nmm
Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :			
$M_a = 1 / 8 * Q * L_x^2 =$		12939063	Nmm
Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,			
$I_e = (M_{cr} / M_a)^3 * I_g + [1 - (M_{cr} / M_a)^3] * I_{cr} =$		98699946	mm ⁴
Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :			
$\delta_e = 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		7.118	mm
Rasio tulangan slab lantai :	$\rho = A_s / (b * d) =$	0.0032	
Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :			
$\zeta =$		2.0	
$\lambda = \zeta / (1 + 50 * \rho) =$		1.7270	
Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut :			
$\delta_g = \lambda * 5 / 384 * Q * L_x^4 / (E_c * I_e) =$		7.118	mm
Lendutan total,	$\delta_{tot} = \delta_e + \delta_g =$	14.237	mm
Syarat :			
$\delta_{tot} \leq L_x / 240$			
14.237 < 14.583 $\rightarrow$			AMAN (OK)

Desain Perkuatan

PERKUATAN PONDASI



C A T A T A N

MUTU BETON $f_c' = 25$ MPa
MUTU BAJA $f_y = 420$ MPa
MUTU BAJA PROFIL SESUAI ASTM A-36
MUTU BAJA PROFIL SESUAI ASTM A-36
SAMBUNGAN BAWA HUB (HIGH TENSILE BOLT)
SAMBUNGAN BAWA HUB (HIGH TENSILE BOLT)
SIGMA YIELD = 8000 KSI
SIGMA YIELD = 8000 KSI
MUTU BAJA PROFIL : SS400
MUTU BAJA PROFIL : SS400
MUTU BAJA : ASTM A325 (HIGH TENSILE BOLT)
MUTU BAJA : ASTM A325 (HIGH TENSILE BOLT)
MUTU PLAT BAJA : min $f_y = 240$ MPa

Konstruktor

Owner

Proyek

Gambar

DETAIL PERKUATAN PONDASI

Diperiksa

Disetujui

Digambar

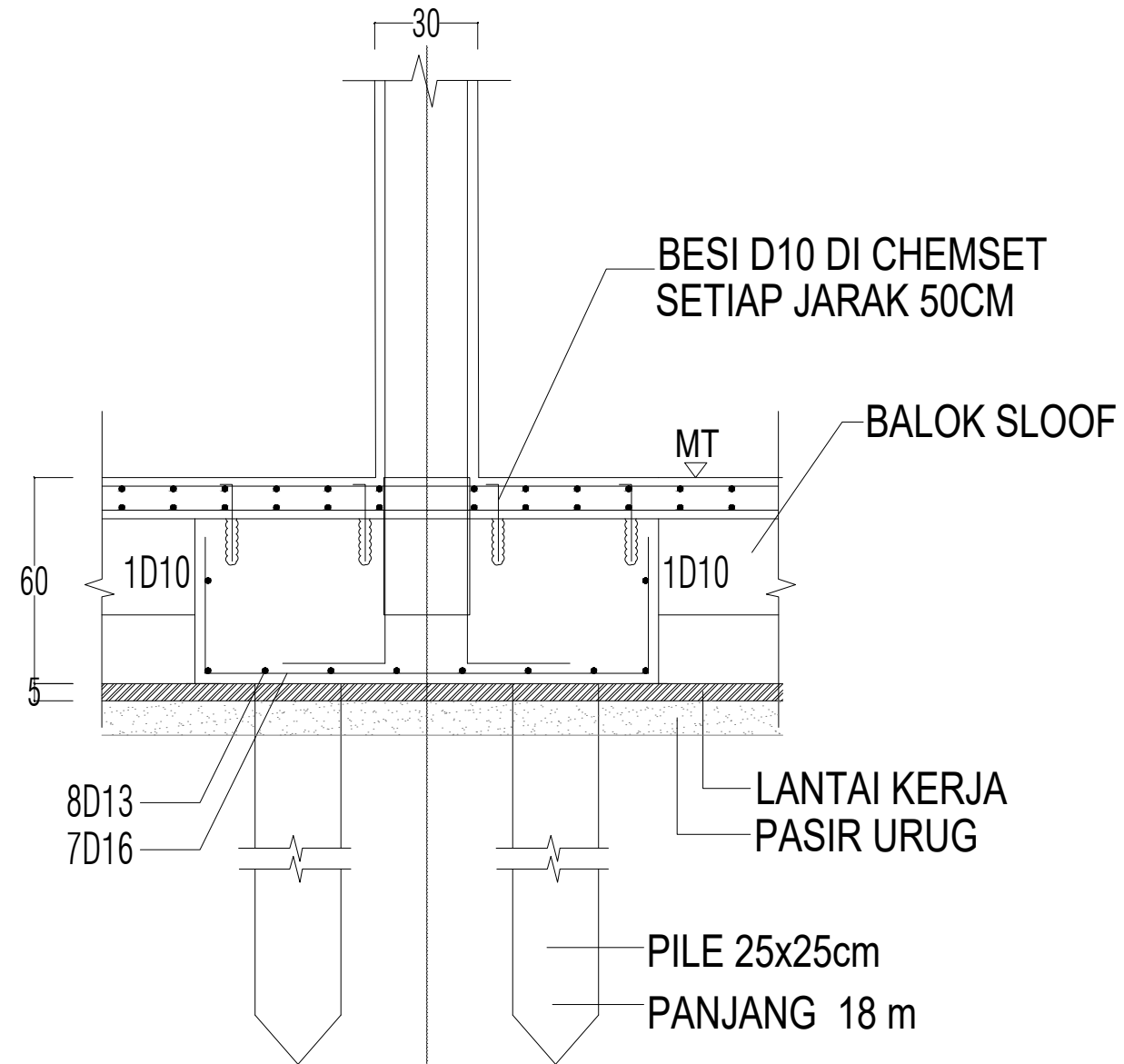
Skala

Tanggal

JULI 2026

No.gambar

PERKUATAN PILE CAP



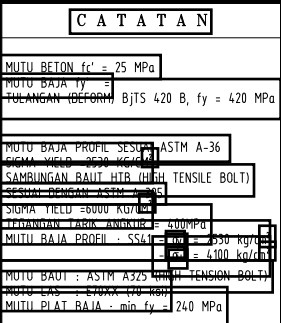
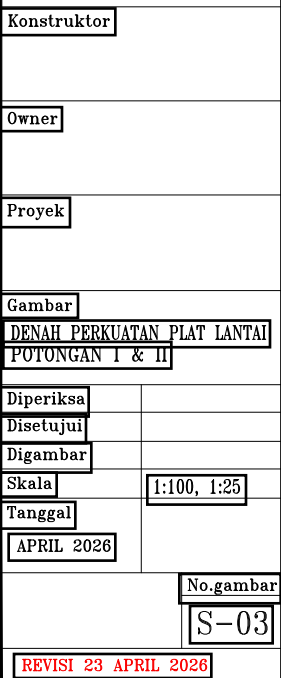
DETAIL PILE CAP P2-25

SKALA 1: 20

C A T A T A N	
MUTU BETON $f_c' = 25 \text{ MPa}$ MUTU BAJA $f_y =$ TULANGAN (DEFORH) BJTS 420 B, $f_y = 420 \text{ MPa}$ MUTU BAJA PROFIL SESUAI ASTM A-36 SIGMA YIELD 2650 kg/cm^2 SAMBUNGAN BAIT HTR (HIGH TENSILE BOLT) SESUAI DENGAN ASTM A-308 SIGMA YIELD 26000 kg/cm^2 TEGANGAN TARIK AKHIR $F = 4000 \text{ MPa}$ MUTU BAJA PROFIL : SS400 $\rho_{min} = 350 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{min} = 4000 \text{ kg/m}^3$ MUTU BAIT : ASTM A325 (HIGH TENSILE BOLT) MUTU LAS : E70XX (16 KPa) MUTU PLAT BAJA : min $f_y = 240 \text{ MPa}$	
Konstruktor	
Owner	
Proyek	
Gambar	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">DETAIL PILE CAP P1-25</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">DETAIL PILE CAP P2-25</div>	
Diperiksa	
Disetujui	
Digambar	
Skala	1:20
Tanggal	
JULI 2026	
No.gambar	

PERKUATAN PLAT LANTAI

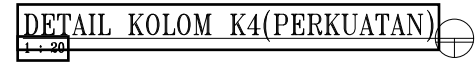
OPSI 1



OPSI 2

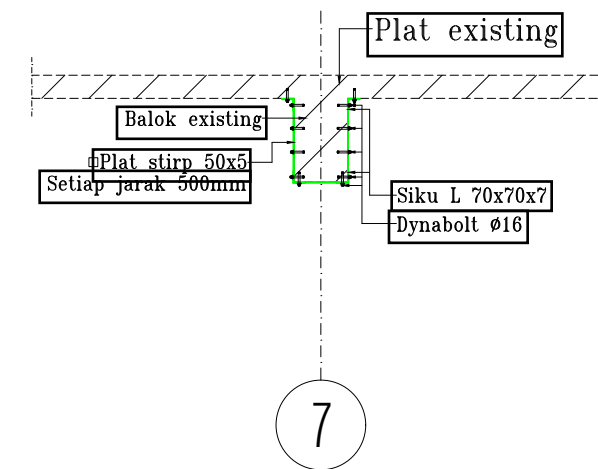
PERKUATAN KOLOM K4

MULTI BAYAN $f_c = 25 \text{ MPa}$
MUTU BAJA TULANGAN DEFORM BJTS 420 B, fy = 420 MPa
MUTU BAJA PROFIL SESUAI ASTM A-36
 $\sigma_{\text{SIGMA YIELD}} = 250 \text{ Kgf/cm}^2$
SAMBINGAN BOLA HTR (HIGH TENSILE BOLT)
MUTU BOLA HTR
 $\sigma_{\text{SIGMA YIELD}} = 800 \text{ Kgf/cm}^2$
MUTU BOLA HTR SANGKAT = 400MPa
MUTU BAJA PROFIL SS400
 $\sigma_{\text{SIGMA YIELD}} = 350 \text{ Kgf/cm}^2$
 $\sigma_{\text{TENSILE}} = 490 \text{ Kgf/cm}^2$
MUTU BAJA : ASTM A325 MPA (TENSILE BOLT)
MUTU CAS : EPOXY 7400 (8000)
MUTU PLAT BAJA - min fy = 240 MPa



No.gambar

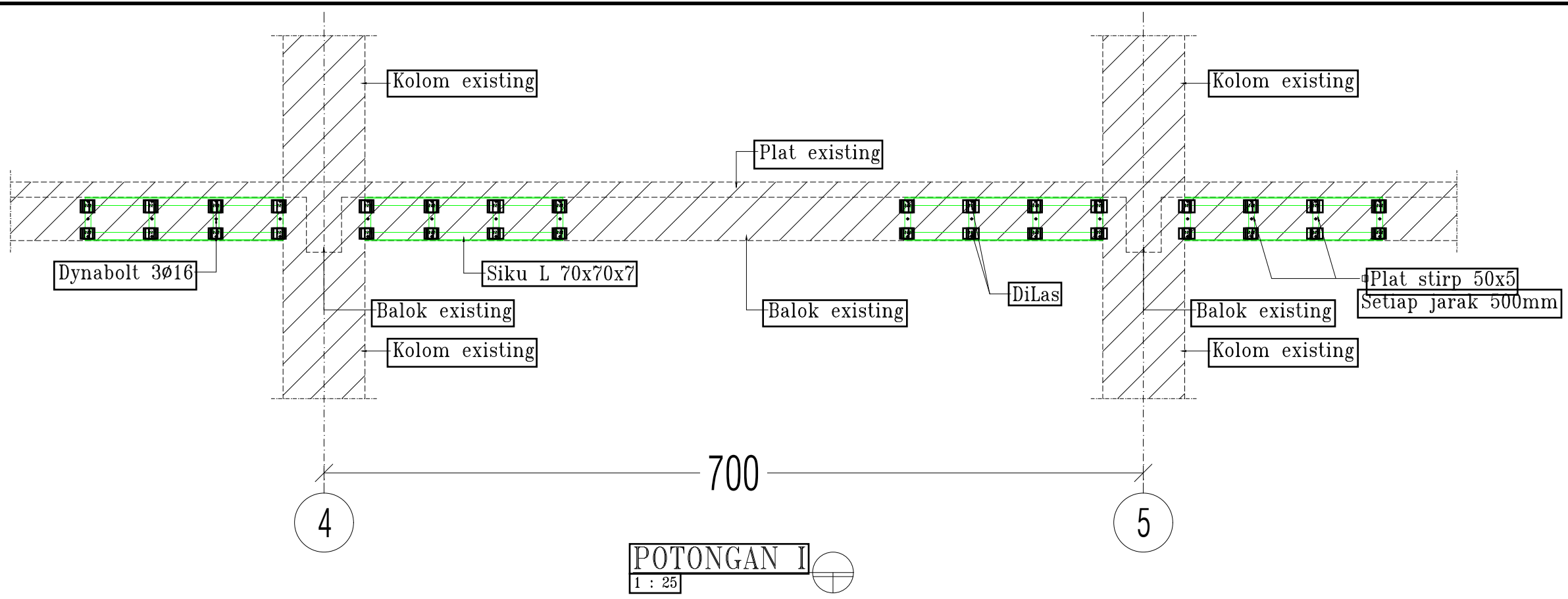
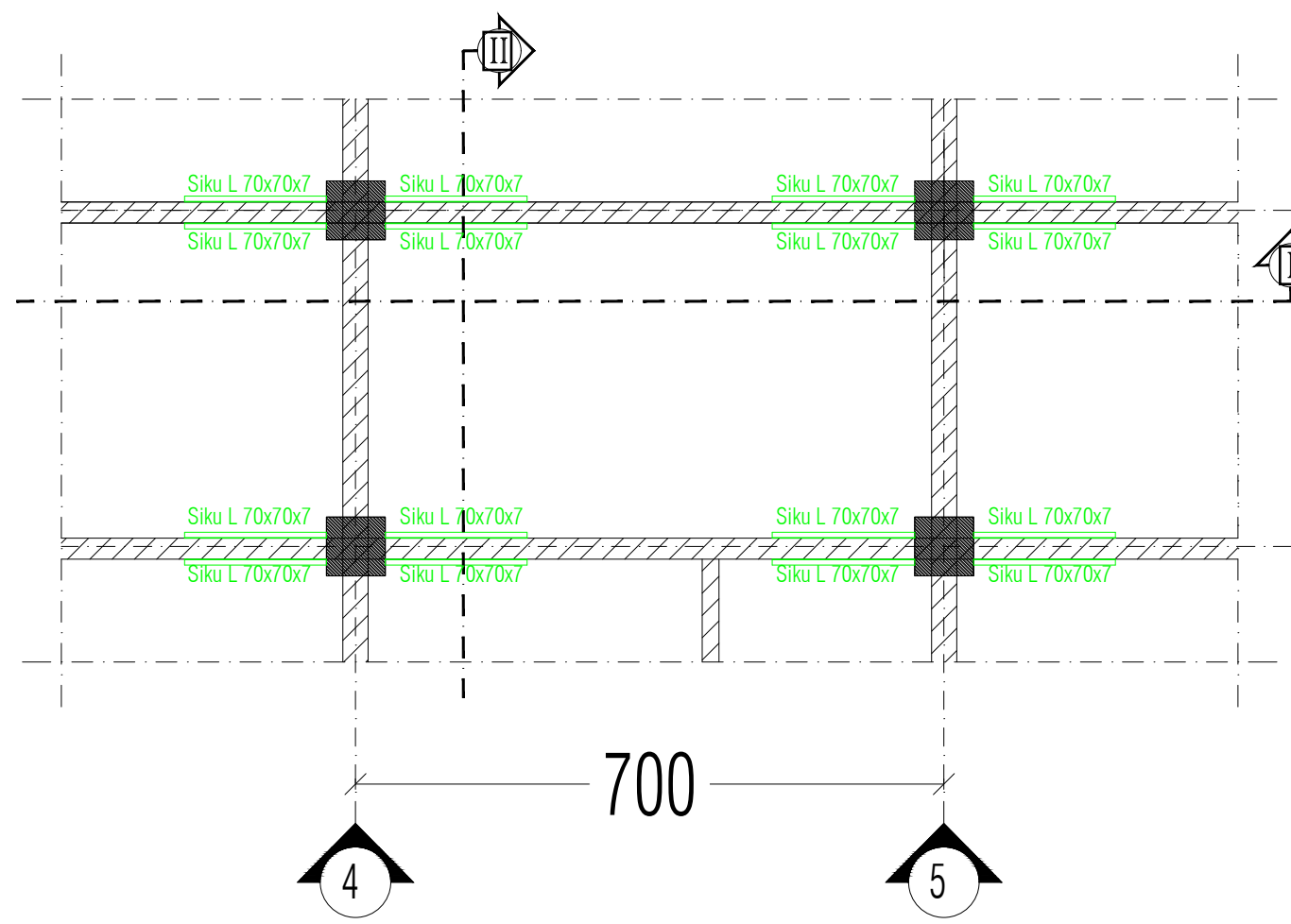
PERKUATAN BALOK



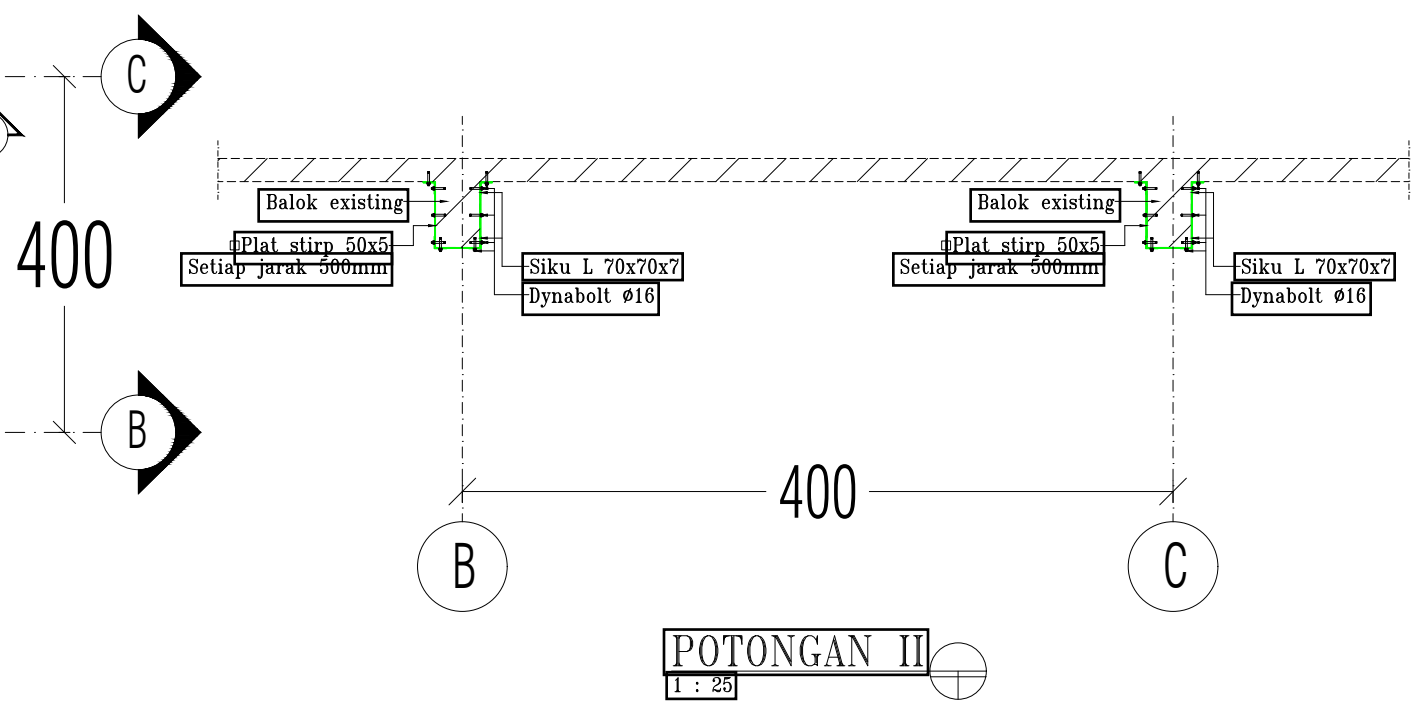
POTONGAN I



C A T A T A N	
MUTU BETON : $f_c' = 25 \text{ MPa}$	
MUTU BAJA : fy = TOLERANSI - DEFORM BJTS 420 B, fy = 420 MPa	
MUTU BAJA PROFIL SESUAI ASTM A-36 SIGMA YIELD = 250 KG/CM ²	
SAMBUNGAN BAWA HTR (HIGH TENSILE BOLT) SESUAI DENGAN ASTM A-308	
SIGMA YIELD = 6000 KGF/CM ²	
TIDAK BANYAK LARUTAN KARBUKLE = 0.0005%	
MUTU BAJA PROFIL : SS400	berat = 7850 kg/m ³ luas = 4100 kg/cm ²
MUTU BAWA : ASTM A325 HIGH TENSION BOLT	
MUTU BAWA : 1190KG (100 RING)	
MUTU PLAT BAJA : min fy = 240 MPa	
Konstruktor	
Owner	
Proyek	
Gambar	DENAH PERKUATAN BALOK I PUTONGAN I & II
Diperiksa	
Disetujui	
Digambar	
Skala	1:50, 1:25
Tanggal	
APRIL 2026	
No.gambar	S-04
REVISI 23 APRIL 2026	



DENAH PERKUATAN BALOK II
1 : 50



POTONGAN II
1 : 25

CATATAN	
MUTU BETON $f_c' = 25 \text{ MPa}$	
MUTU BAJA $f_y = 420 \text{ MPa}$	
LOKANGAN (DEFORM) BJTS 420 B, $f_y = 420 \text{ MPa}$	
MUTU BAJA PROFIL SISI ASIM A-36	
SIGMA YIELD $= 250 \text{ MPa}$	
SAMBUNGAN BAIT HTR (HIGH TENSILE BOLT)	
SIGMA YIELD $= 800 \text{ MPa}$	
LOKANGAN TACK BAKAR $= 400 \text{ MPa}$	
MUTU BAJA PROFIL $= 50 \text{ MPa}$	
MUTU BAIT $= 420 \text{ MPa}$	
MUTU LAS $= 420 \text{ MPa}$	
MUTU PLAT BAJA $= 240 \text{ MPa}$	
Konstruktor	
Owner	
Proyek	
Gambar	
DENAH PERKUATAN BALOK II	
POTONGAN I & II	
Diperiksa	
Disetujui	
Digambar	
Skala	1:50, 1:25
Tanggal	
APRIL 2026	
No.gambar	
S-05	
REVISI 23 APRIL 2026	

PERKUATAN TANGGA



<div>CATATAN</div>	
<div>MUTU BETON : $f_c' = 25 \text{ MPa}$</div>	
<div>MUTU BAJA : $f_y =$</div>	
<div>TOLONGAN (BEFORM) BJTS 420 B, $f_y = 420 \text{ MPa}$</div>	
<div>MUTU BAJA PROFIL SEDU : ASTM A-36</div>	
<div>SAMBUNGAN BAJIT HTR (HIGH TENSILE BOLT)</div>	
<div>SEKUPU BENTANG ASTA : 100</div>	
<div>SLOPA YIELD : 8000 kg/cm²</div>	
<div>Tahanan tarik : 4000 MPa</div>	
<div>MUTU BAJA PROFIL : SS400</div>	
<div>$f_y = 350 \text{ kg/cm}^2$</div>	
<div>$f_u = 4100 \text{ kg/cm}^2$</div>	
<div>MUTU BAJIT : ASTM A325 (HIGH TENSION BOLT)</div>	
<div>MUTU LAS : E70XX (70 MPa)</div>	
<div>MUTU PLAT BAJA : min $f_y = 240 \text{ MPa}$</div>	
<div>Konstruktur</div>	
<div>Owner</div>	
<div>Proyek</div>	
<div>Gambar</div>	
<div>DENAH TANGGA</div>	
<div>Diperiksa</div>	
<div>Disetujui</div>	
<div>Digambar</div>	
<div>Skala</div>	<div>1:20, 1:25</div>
<div>Tanggal</div>	
<div>JULI 2026</div>	
<div>No.gambar</div>	

