

## **I. PENDAHULUAN**

**Bersama ini kami sampaikan laporan hasil Analisa struktur rumah tinggal dengan data - data sebagai berikut:**

## A. KETERANGAN UMUM

1. **Nama Proyek** : Proyek Rumah Tinggal
2. **Lokasi Proyek** : Alam Sutera, Tangerang Selatan
3. **Deskripsi Proyek**

Proyek ini merupakan bangunan rumah tinggal yang terdiri dari 2 lantai (tidak termasuk lantai atap).

Dimana lantai atap berupa atap dak beton. Sistem struktur yang digunakan merupakan sistem struktur beton bertulang berupa balok, kolom, shearwall, dan plat lantai.

4. **Sistem Pondasi**

Sistem pondasi yang digunakan merupakan sistem pondasi dalam, yaitu bored pile dia. 400 mm dengan panjang tiang 10 meter dari bottom of pilecap. Daya dukung tiang bored pile dia. 400 mm (Pall tekan) = 60 ton.

## B. KRITERIA PERANCANGAN STRUKTUR

### 01. Peraturan

- a. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI-1726-2002).
- b. Tata Cara Penghitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI-03-2847-2002).
- c. Tata Cara Perencanaan Pembebaran untuk Rumah dan Gedung (SNI-1727-1989-F).
- d. Standard dan Tata Cara Perhitungan Struktur untuk Bangunan Gedung, SKSNI T-15-1991-03.

### 02. Peraturan Dan Ketentuan Lain Yang Relevan

- a. Pedoman Perencanaan Pembebaran untuk Gedung (SKBI-1.3.53.1987).
- b. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (NI-2).
- c. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Gedung, SKBI-1.3.53.1987.
- d. Buku Pedoman Perencanaan untuk Struktur Beton Bertulang Biasa dan Struktur Tembok Bertulang untuk Gedung 1983, Ditjen Cipta karya, Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, DPU - 1983.
- e. Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia PUBI 1982.

### 03. Spesifikasi Bahan

#### a. Mutu Beton

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| Pondasi Bored Pile Dia. 400 mm     | = K-300 ( $f'_c = 24,90 \text{ MPa}$ ) |
| Pilecap & Tie Beam                 | = K-300 ( $f'_c = 24,90 \text{ MPa}$ ) |
| Dinding Beton & Caping Beam        | = K-300 ( $f'_c = 24,90 \text{ MPa}$ ) |
| Kolom, Balok, Plat Lantai & Tangga | = K-300 ( $f'_c = 24,90 \text{ MPa}$ ) |

#### b. Mutu Baja Tulangan

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| Baja tulangan polos U-24 ( $f_y = 240 \text{ MPa}$ )  | = Ø8, Ø10                      |
| Baja tulangan deform U-40 ( $f_y = 400 \text{ MPa}$ ) | = D10, D13, D16, D19, D22, D25 |

#### c. Mutu baja profil : SS41 atau BJ37 ( $f_y = 240 \text{ MPa}$ )

#### d. Modulus Elastisitas Beton

Mutu Beton (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
$f'_c = 24,90$	23453

#### 04. Pembebanan

##### a. Beban Mati

- Beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Baja : 7850 kg/m<sup>3</sup>
- Pasir : 1800 kg/m<sup>3</sup>
- Tanah : 1600 kg/m<sup>3</sup>
- Tanah urug : 1700 kg/m<sup>3</sup>
- Dinding bata : 250 kg/m<sup>2</sup>
- Dinding bata ringan (hebel) : 150 kg/m<sup>2</sup>
- Plafond : 18 kg/m<sup>2</sup>
- Ducting AC & ME : 12 kg/m<sup>2</sup>
- Air : 1000 kg/m<sup>3</sup>
- Dinding partisi : 50 kg/m<sup>2</sup>
- Penutup atap metal sheet : 7,5 kg/m<sup>2</sup>  
(termasuk glass wool + Al. foil)

##### b. Beban hidup

Berikut ini ditampilkan besaran beban hidup sebelum direduksi dan setelah direduksi menurut Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Gedung 1987 :

Ruangan	Beban Hidup untuk Analisa Pelat Lantai dan Balok Anak (kg/m <sup>2</sup> )	Beban Hidup untuk Analisa Beban Vertikal Balok Portal (kg/m <sup>2</sup> )	Beban Hidup Massa Lantai untuk Analisa Beban Gempa (kg/m <sup>2</sup> )
Hunian	250	250 (100%)	75 (30%)
Atap dak beton	100	100 (100%)	30 (30%)

Khusus dalam perhitungan untuk keperluan analisa kumulatif gaya axial kolom dan pembebanan ke pondasi, dilakukan reduksi sebagai berikut :

Jumlah Lantai Yang Dipikul	Koefisien Reduksi Yang Dikalikan Dengan Beban Hidup Kumulatif
1	1,0
2	1,0
3	0,90
4	0,80
5	0,70
6	0,60
7	0,50
8 atau lebih	0,40

### c. Beban Gempa

Lokasi Bangunan terletak pada zona 3 peta wilayah gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar =  $0,15 \times g$ .

Jenis tanah merupakan “tanah sedang” dengan nilai  $N_{spt} = 15 - 50$  pada kedalaman 0 - 30 m, sehingga percepatan puncak muka tanah  $A_o = 0,23 \times g$ .

Percepatan respons maximum :

$$A_m = 2,5 \times 0,23 \times g = 0,55 \times g.$$

Faktor respons gempa C ditentukan dari persamaan sebagai berikut :

$$T \leq 0,6 \text{ detik}, C = 1 \times A_m$$

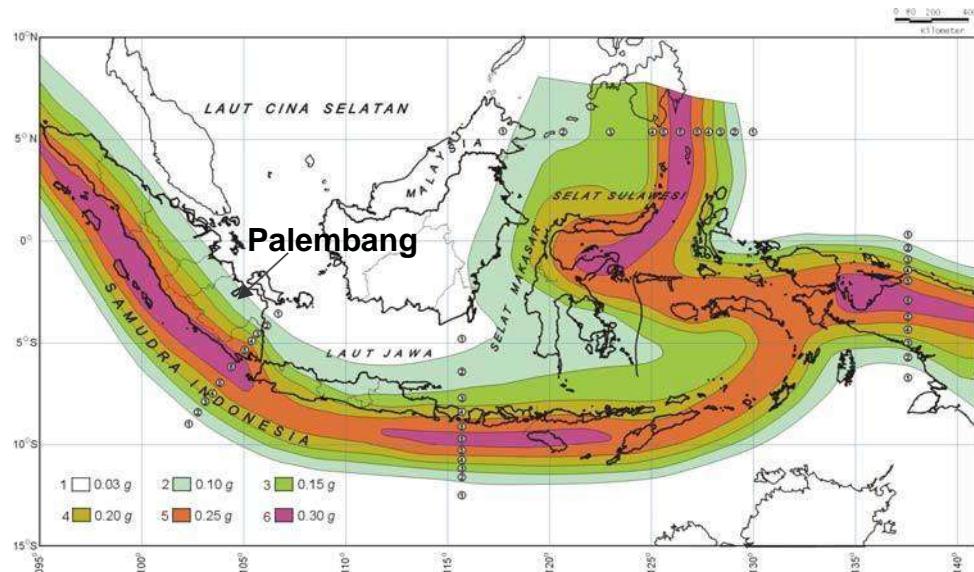
$$C = 1 \times 0,55 \times g = 0,55 \times g.$$

$$T > 0,6 \text{ detik}, A_r = A_m \times T_c$$

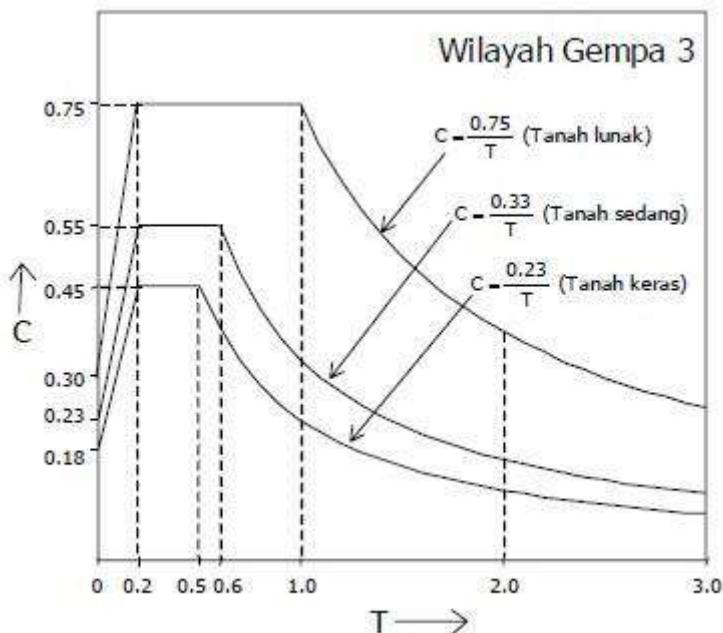
$$A_r = 0,55 \times g \times 0,6$$

$$A_r = 0,33 \times g$$

$$C = \frac{A_r}{T} = \frac{0,33 \times g}{T}$$



**Peta Wilayah Gempa Indonesia**



#### Beban geser dasar (base shear)

Beban geser dasar nominal statik ekuivalen  $V$  yang terjadi di tingkat dasar dihitung dengan persamaan :

$$V : \frac{C_1 \times I \times W_t}{R}$$

$V$  : Beban geser dasar nominal static ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana.

$C_1$  : Nilai faktor respons gempa yang didapat dari spectrum respons gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental dari struktur gedung.

$I$  : Faktor keutamaan = 1,0 ( hunian ).

$W_t$  : Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

R : Faktor reduksi gempa, yaitu rasio antara beban gempa maximum akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung elastik penuh dan beban gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana pada struktur gedung daktail.

Untuk perhitungan struktur atas diambil faktor reduksi gempa R = 5,5 (*sistem rangka pemikul momen menengah beton - SRPMM*).

Di dalam peraturan ini tidak dijelaskan secara jelas mengenai batasan ketinggian bangunan dalam perencanaan gempa. Sehingga di dalam kasus ini dimana bangunan rumah tinggal terdiri dari 2 lantai yang termasuk bangunan rendah (low rise building) kurang cocok jika mengikuti peraturan tersebut. Ini dikarenakan oleh bangunan rendah dengan periode getar alami yang kecil dan didesain dengan menggunakan beban gempa maksimum sehingga perencana harus memperbesar dimensi struktur serta tulangannya yang dinilai kurang efektif dan efisien. Untuk itu, perencana tetap mendesain struktur dengan besaran gempa yang ditentukan dalam peraturan dan dimasukkan ke dalam struktur berupa gempa dinamik dengan scale factor, yaitu sebesar  $I/R_{sg} = 1/5,5 \times 9,81 = 1,7836$  dengan catatan tetap mengontrol kinerja batas layan dan ultimite bangunan tersebut.

### Gaya Gempa

Beban gempa nominal statik ekuivalen  $F_i$  yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i z_i} V_1$$

di mana :

$W_i$  : berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.

$z_i$  : ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral menurut Pasal 5.1.2 dan Pasal 5.1.3.

N : nomor lantai tingkat paling atas.

### Distribusi base shear menjadi gaya geser tingkat $F_i$

Distribusi beban geser dasar (base shear) menjadi gaya geser tingkat, yaitu :

- Analisa statik :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum_{n=1}^N w_i \cdot h_i} \times V$$

dimana :

$w_i$  = berat lantai tingkat ke-i struktur atas suatu gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

$h_i$  = ketinggian lantai tingkat ke-i suatu struktur gedung terhadap taraf penjepitan lateral.

$n$  = nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung; dalam subskrip menunjukkan besaran nominal.

- Analisis dinamik berdasarkan grafik spectrum respons gempa wilayah 2. Penjumlahan respons ragam yang disebut dalam Pasal 7.2.1 SNI 03-1726-2002 untuk struktur gedung tidak beraturan yang memiliki waktu getar alami berdekatan harus dilakukan dengan metode yang dikenal Kombinasi Kuadratik Lengkap (Complete Quadratic Combination atau CQC). Waktu getar alami harus dianggap berdekatan, apabila selisih nilainya kurang dari 15%. Untuk struktur gedung tidak beraturan yang memiliki waktu getar alami yang berjauhan, penjumlahan respons ragam tersebut dapat dilakukan dengan metode yang dikenal dengan Akar Jumlah Kuadrat (Square Root of the Sum of Squares atau SRSS).

Persyaratan menurut Pasal 7.1.3 SNI 03-1726-2002, maka gaya geser tingkat nominal akibat pengaruh Gempa Rencana sepanjang tinggi struktur gedung hasil analisis ragam spektrum respons dalam suatu arah tertentu, harus dikalikan nilainya dengan suatu Faktor Skala :

$$\text{Faktor Skala} = \frac{0,8 V_1}{V_t} \geq 1$$

dimana :

$V_1$  = gaya geser dasar nominal sebagai respons dinamik ragam yang pertama.

$V_t$  = gaya geser dasar nominal yang didapat dari hasil analisis ragam spektrum respons.

- Dari diagram atau kurva gaya geser tingkat nominal akibat pengaruh Gempa Rencana sepanjang tinggi struktur gedung yang telah disesuaikan nilainya menurut Pasal 7.2.3 SNI 03-1726-2002 ditentukan beban-beban gempa nominal statik ekuivalen yang bersangkutan (selisih gaya geser tingkat dari 2 tingkat berturut-turut), yang bila perlu diagram atau kurvanya dimodifikasi terlebih dulu secara konservatif untuk mendapatkan pembagian beban-beban gempa nominal statik ekuivalen yang lebih baik sepanjang tinggi struktur gedung. Beban-beban gempa nominal statik ekuivalen ini kemudian dapat dipakai dalam suatu analisis statik ekuivalen 3 dimensi biasa, seperti diagram di bawah ini.

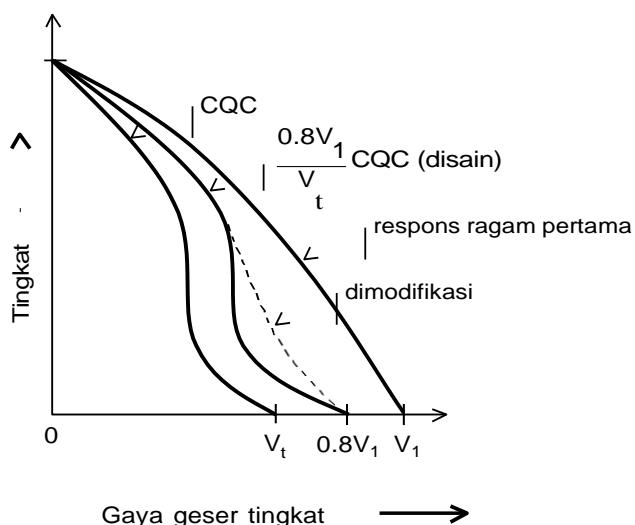


Diagram gaya geser tingkat nominal sepanjang tinggi struktur gedung

#### Eksentrisitas pusat massa terhadap pusat rotasi lantai tingkat

Pusat massa lantai tingkat suatu struktur gedung adalah titik rangkap resultante beban mati,

Kriteria Desain

berikut beban hidup yang sesuai, yang bekerja pada lantai tingkat itu. Pada perencanaan

struktur gedung, pusat massa adalah titik tangkap beban static ekuivalen atau gaya gempa dinamik.

Pusat rotasi lantai tingkat suatu struktur gedung adalah suatu titik pada lantai tingkat itu yang bila suatu beban horizontal bekerja padanya, lantai tingkat tersebut tidak berotasi, tetapi hanya bertranslasi, sedangkan lantai-lantai tingkat lainnya yang tidak mengalami beban horizontal semuanya berotasi dan bertranslasi.

Antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau suatu eksentrisitas rencana  $e_d$ . Apabila ukuran horizontal terbesar denah struktur gedung pada lantai tingkat itu, diukur tegak lurus pada arah pembebanan gempa, dinyatakan dengan  $b$ , maka eksentrisitas rencana  $e_d$  harus ditentukan sebagai berikut :

Untuk  $0 < e \leq 0,3 b$  :

$$e_d = 1,5 e + 0,05 b$$

atau

$$e_d = e - 0,05 b$$

dan dipilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau :

Untuk  $e > 0,3 b$  :

$$e_d = 1,33 e + 0,1 b$$

atau

$$e_d = 1,17 e - 0,1 b$$

dan dipilih diantara keduanya yang pengaruhnya paling menentukan untuk unsur atau subsistem struktur gedung yang ditinjau.

Dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana eksentrisitas rencana  $e_d$  antara pusat massa dan pusat rotasi lantai tingkat harus ditinjau baik dalam analisis static, maupun dalam analisis dinamik 3 dimensi.

## 05. Kekakuan Struktur

Karena dalam perencanaan struktur gedung terhadap pengaruh gempa rencana harus memperhitungkan peretakan beton, maka momen inersia penampang unsur struktur dapat ditentukan sebesar momen inersia penampang utuh dikalikan dengan suatu persentase efektif.

Berikut ini besaran persentase penampang efektif :

- Kolom & Shearwall : 70%
- Balok T : 35%
- Torsi balok : 36.5%

## 06. Pembatasan Waktu Getar Alami Fundamental

Untuk mencegah struktur gedung yang terlalu flexible, nilai waktu getar alami fundamental  $T_1$  dibatasi dengan rumus :

$$T_1 < \xi \times n$$

Dimana :

$$\xi : 0,18 \text{ (wilayah gempa 2)}$$

$$n : jumlah tingkat.$$

T1 : waktu getar maximum.

Di dalam peraturan ini tidak dijelaskan secara jelas mengenai batasan ketinggian bangunan dalam perencanaan gempa. Sehingga di dalam kasus ini dimana bangunan rumah tinggal terdiri dari 2 lantai yang termasuk bangunan rendah (low rise building) kurang cocok jika mengikuti peraturan tersebut. Untuk memperoleh periode getar yang diinginkan, perencana harus memperbesar dimensi struktur yang dinilai kurang efektif dan efisien. Untuk itu, perencana mengambil kebijakan untuk tidak mengikuti pembatasan waktu getar fundamental akan tetapi tetap memperhitungkan batasan simpangan yang diijinkan dalam bangunan tersebut. Dan dari hasil pemodelan struktur dengan ETABS, diperoleh waktu getar T1 = 0,29339 detik.

ETABS v9.7.4 File:ALSUT-UNCrack Units:Kgf-m May 26, 2015 14:41 PAGE 2

#### MODAL PERIODS AND FREQUENCIES

MODE NUMBER	PERIOD (TIME)	FREQUENCY (CYCLES/TIME)	CIRCULAR FREQ (RADIAN/TIME)
Mode 1	0.29339	3.40840	21.41563
Mode 2	0.23090	4.33080	27.21123
Mode 3	0.18800	5.31915	33.42120
Mode 4	0.15491	6.45544	40.56070
Mode 5	0.12131	8.24329	51.79414
Mode 6	0.10781	9.27593	58.28238
Mode 7	0.10146	9.85581	61.92590
Mode 8	0.09631	10.38338	65.24073
Mode 9	0.07546	13.25189	83.26411
Mode 10	0.06367	15.70572	98.68197
Mode 11	0.06276	15.93296	100.10971
Mode 12	0.05155	19.39994	121.89344

ETABS v9.7.4 File:ALSUT-UNCrack Units:Kgf-m May 26, 2015 14:41 PAGE 4

#### MODAL PARTICIPATING MASS RATIOS

MODE NUMBER	X-TRANS %MASS <SUM>	Y-TRANS %MASS <SUM>	Z-TRANS %MASS <SUM>	RX-ROTN %MASS <SUM>	RY-ROTN %MASS <SUM>	RZ-ROTN %MASS <SUM>
Mode 1	0.85 < 1>	89.30 < 89>	0.00 < 0>	94.54 < 95>	0.88 < 1>	2.39 < 2>
Mode 2	1.04 < 2>	4.35 < 94>	0.00 < 0>	4.08 < 99>	0.78 < 2>	75.13 < 78>
Mode 3	8.95 < 11>	0.65 < 94>	0.00 < 0>	0.48 < 99>	15.05 < 17>	0.48 < 78>
Mode 4	5.73 < 17>	0.34 < 95>	0.00 < 0>	0.00 < 99>	7.43 < 24>	0.15 < 78>
Mode 5	6.42 < 23>	0.24 < 95>	0.00 < 0>	0.04 < 99>	6.63 < 31>	12.13 < 90>
Mode 6	1.06 < 24>	2.34 < 97>	0.00 < 0>	0.19 < 99>	2.24 < 33>	0.07 < 90>
Mode 7	20.68 < 45>	0.03 < 97>	0.00 < 0>	0.33 < 100>	32.37 < 65>	2.88 < 93>
Mode 8	3.22 < 48>	1.25 < 98>	0.00 < 0>	0.02 < 100>	4.53 < 70>	0.00 < 93>
Mode 9	7.58 < 56>	0.01 < 99>	0.00 < 0>	0.02 < 100>	4.42 < 74>	1.80 < 95>
Mode 10	0.63 < 56>	0.01 < 99>	0.00 < 0>	0.00 < 100>	0.36 < 75>	0.04 < 95>
Mode 11	36.52 < 93>	0.35 < 99>	0.00 < 0>	0.21 < 100>	20.95 < 96>	3.33 < 98>
Mode 12	1.48 < 94>	0.01 < 99>	0.00 < 0>	0.01 < 100>	1.05 < 97>	0.14 < 99>

## 07. Arah Pembebatan Gempa

Dalam pembebatan gempa, arah utama pengaruh gempa rencana ditentukan sedemikian rupa, sehingga memberi pengaruh terbesar terhadap unsur-unsur subsistem dan sistem struktur gedung secara keseluruhan. Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebatan gempa dalam arah utama yang sudah ditentukan, harus dianggap efektif 100% dan harus dianggap terjadi bersamaan dengan pengaruh pembebatan gempa dalam arah tegak lurus pada arah utama pembebatan tadi, tetapi dengan efektifitas hanya 30%.

## 08. Kinerja Batas Layan

Kinerja batas layan struktur gedung ditentukan oleh simpangan antar tingkat akibat pengaruh gempa rencana, untuk membatasi terjadinya peleahan dan peretakan beton yang berlebihan, disamping untuk mencegah kerusakan non struktural dan ketidaknyamanan penghuni. Simpangan antar tingkat

dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pengaruh gempa nominal yang telah dibagi faktor skala.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas layan struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut Pasal 8.1.1 SNI-1726-2002 tidak

boleh melampaui  $\frac{0,03}{R}$  kali tinggi tingkat yang bersangkutan atau 30 mm, bergantung yang mana

yang nilainya terkecil.

#### 09. Kinerja Batas Ultimate

Kinerja batas ultimate ditentukan oleh simpangan antar tingkat maksimum akibat pengaruh gempa rencana dalam kondisi struktur gedung diambil keruntuhan struktur gedung yang dapat menimbulkan korban jiwa manusia.

Simpangan antar tingkat ini harus dihitung dari simpangan struktur gedung akibat pembebanan gempa nominal, dikalikan dengan suatu faktor pengali  $\zeta$  sebagai berikut:

$$\xi = \frac{0,7 \times R}{\text{Faktor Skala}}$$

Kinerja batas ultimate  $\delta_u = \delta \times \xi$ .

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimate struktur gedung, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung menurut Pasal 8.2.1 SNI-1726-2002 tidak boleh melampaui 0,02 kali tinggi tingkat yang bersangkutan.

Untuk memenuhi persyaratan kinerja batas ultimate, dalam segala hal simpangan antar tingkat yang dihitung dari simpangan struktur gedung, tidak boleh melampaui  $0,02 \times$  tinggi tingkat yang bersangkutan.

#### 10. Kombinasi Pembebanan

- i. Beban tetap

$$U = 1,4 \text{ DL}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$$

- ii. Beban sementara akibat gempa pada struktur atas dengan  $R=5,5$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + E$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 1,0 \text{ Ex} + 0,3 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 1,0 \text{ Ex} - 0,3 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 1,0 \text{ Ex} + 0,3 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 1,0 \text{ Ex} - 0,3 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,3 \text{ Ex} + 1,0 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,3 \text{ Ex} - 1,0 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,3 \text{ Ex} + 1,0 \text{ Ey}$$

$$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,3 \text{ Ex} - 1,0 \text{ Ey}$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + E$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ Ex} + 0,3 \text{ Ey}$$

$$U = 0,9 \text{ DL} + 1,0 \text{ Ex} - 0,3 \text{ Ey}$$

$U = 0,9 \text{ DL} - 1,0 \text{ Ex} + 0,3 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 1,0 \text{ Ex} - 0,3 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ Ex} + 1,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,3 \text{ Ex} - 1,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 0,3 \text{ Ex} + 1,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 0,3 \text{ Ex} - 1,0 \text{ Ey}$   
 **$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 2,0 \text{ E}$**   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 2,0 \text{ Ex} + 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 2,0 \text{ Ex} - 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 2,0 \text{ Ex} + 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 2,0 \text{ Ex} - 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,6 \text{ Ex} + 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,6 \text{ Ex} - 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,6 \text{ Ex} + 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,6 \text{ Ex} - 2,0 \text{ Ey}$   
 **$U = 0,9 \text{ DL} + 2,0 \text{ E}$**   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 2,0 \text{ Ex} + 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 2,0 \text{ Ex} - 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 2,0 \text{ Ex} + 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 2,0 \text{ Ex} - 0,6 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,6 \text{ Ex} + 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,6 \text{ Ex} - 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 0,6 \text{ Ex} + 2,0 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 0,6 \text{ Ex} - 2,0 \text{ Ey}$

iii. Beban sementara akibat gempa kuat pada struktur bawah / pondasi dengan R=5.5

Dimana  $f_2 = 0,83 + 0,17 \times (R / 1,6) = 1,4144$

**$U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + f_2 \cdot E$**   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 1,4144 \text{ Ex} + 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 1,4144 \text{ Ex} - 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 1,4144 \text{ Ex} + 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 1,4144 \text{ Ex} - 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,4244 \text{ Ex} + 1,4144 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} + 0,4244 \text{ Ex} - 1,4144 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,4244 \text{ Ex} + 1,4144 \text{ Ey}$   
 $U = 1,2 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL} - 0,4244 \text{ Ex} - 1,4144 \text{ Ey}$   
 **$U = 0,9 \text{ DL} + f_2 \cdot E$**   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 1,4144 \text{ Ex} + 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 1,4144 \text{ Ex} - 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 1,4144 \text{ Ex} + 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} - 1,4144 \text{ Ex} - 0,4244 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,4244 \text{ Ex} + 1,4144 \text{ Ey}$   
 $U = 0,9 \text{ DL} + 0,4244 \text{ Ex} - 1,4144 \text{ Ey}$

$$U = 0,9 \text{ DL} - 0,4244 \text{ Ex} + 1,4144 \text{ Ey}$$

$$U = 0,9 \text{ DL} - 0,4244 \text{ Ex} - 1,4144 \text{ Ey}$$

iv. Beban pondasi

$$\mathbf{U = 1,0 \text{ DL} + 1,0 \text{ LL}}$$

## 11. Pemodelan Struktur

Pemodelan struktur yang digunakan adalah model 3 dimensi dengan bantuan program ETABS versi 9.7.4. Dimana struktur rumah tinggal dimodelkan dengan sistem struktur beton bertulang berupabalon, kolom, shearwall, dan plat lantai. Analisis struktur dan pondasi dilakukan secara terpisah. Selain menggunakan perhitungan menggunakan program ETABS, program-progam lainnya yaitu seperti EXCEL untuk perhitungan-perhitungan yang lebih umum. Permodelan dan perhitungan struktur pada ETABS :

a. Pelat Lantai.

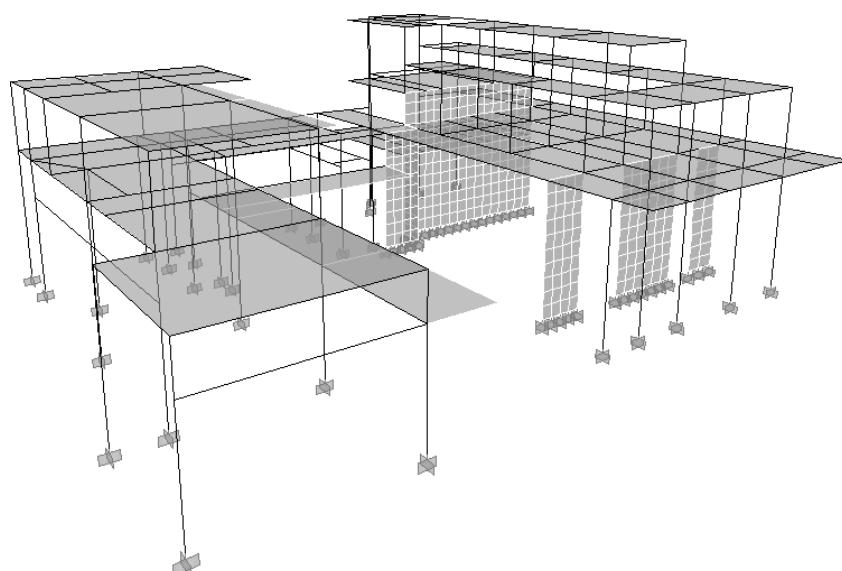
Pelat direncanakan hanya berdasarkan kombinasi beban tetap (gravitasi) karena struktur dimodelkan sebagai open frame.

b. Balok.

Balok dimodelkan sebagai frame properties. Analisis kekuatan balok dilakukan dengan mengambil gaya-gaya dalam yang dihasilkan dalam pemodelan. Kekakuan yang disumbangkan balok T untuk lentur sebesar 70% dan torsi 36,5%, balok L untuk lentur sebesar 52,5% dan torsi 36,5%, sedangkan balok kotak untuk lentur sebesar 35% dan torsi 36,5% (modeling balok persegi dengan koreksi inersia balok tersebut).

c. Kolom & Shearwall.

Kolom dimodelkan sebagai frame properties & shearwall dimodelkan sebagai area properties. Analisis kekuatan kolom dilakukan dengan melihat diagram interaksi dengan mengambil gaya-gaya dalam yang dihasilkan dalam pemodelan. Kekakuan yang disumbangkan kolom & shearwall untuk lentur sebesar 70% (f22, m11, m12, m22).



Pemodelan Dalam Bentuk 3 Dimensi

## **II. KRITERIA DISAIN**

# SISTEM PEMBEBANAN

## Lantai Hunian

- Slab, t = 120 mm	:	0,12 x 2400	=	288 kg/m <sup>2</sup>
- Finishing	:	4 x 21 + 1 x 24	=	108 kg/m <sup>2</sup>
- Plafond + ME	:	18 + 12	=	30 kg/m <sup>2</sup>
- Partisi (dinding bata)			=	250 kg/m <sup>2</sup>
		DL	=	676 kg/m <sup>2</sup>
- Beban Hidup (tempat penyimpanan)		LL	=	250 kg/m <sup>2</sup>
		TL	=	926 kg/m <sup>2</sup>

## Lantai Hunian

- Slab, t = 150 mm	:	0,15 x 2400	=	360 kg/m <sup>2</sup>
- Finishing	:	4 x 21 + 1 x 24	=	108 kg/m <sup>2</sup>
- Plafond + ME	:	18 + 12	=	30 kg/m <sup>2</sup>
- Partisi (dinding bata)			=	250 kg/m <sup>2</sup>
		DL	=	748 kg/m <sup>2</sup>
- Beban Hidup (tempat penyimpanan)		LL	=	250 kg/m <sup>2</sup>
		TL	=	998 kg/m <sup>2</sup>

## Lantai Atap Beton

- Slab, t = 120 mm	:	0,12 x 2400	=	288 kg/m <sup>2</sup>
- Finishing	:	4 x 21 + 1 x 24	=	108 kg/m <sup>2</sup>
- Plafond + ME	:	18 + 12	=	30 kg/m <sup>2</sup>
		DL	=	426 kg/m <sup>2</sup>
- Beban Hidup		LL	=	100 kg/m <sup>2</sup>
		TL	=	526 kg/m <sup>2</sup>

## Lantai Atap Beton

- Slab, t = 150 mm	:	0,15 x 2400	=	360 kg/m <sup>2</sup>
- Finishing	:	4 x 21 + 1 x 24	=	108 kg/m <sup>2</sup>
- Plafond + ME	:	18 + 12	=	30 kg/m <sup>2</sup>
		DL	=	498 kg/m <sup>2</sup>
- Beban Hidup		LL	=	100 kg/m <sup>2</sup>
		TL	=	598 kg/m <sup>2</sup>

### Lantai Kanopi Beton

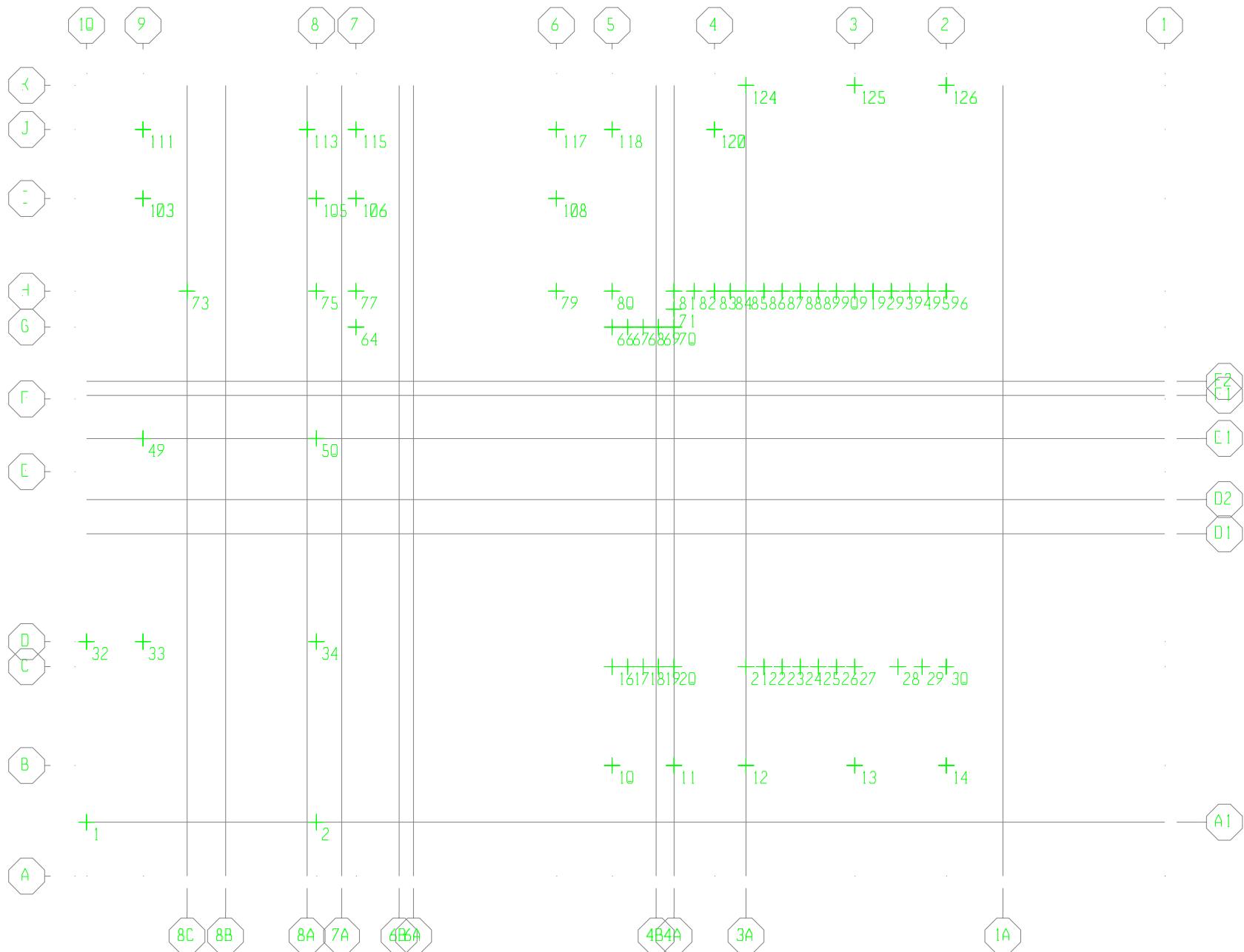
- Slab, t = 150 mm	:	0,15 x 2400	=	360 kg/m <sup>2</sup>
- Finishing	:	4 x 21 + 1 x 24	=	108 kg/m <sup>2</sup>
		DL	=	<u>468 kg/m<sup>2</sup></u>
- Beban Hidup		LL	=	100 kg/m <sup>2</sup>
		TL	=	<u>568 kg/m<sup>2</sup></u>

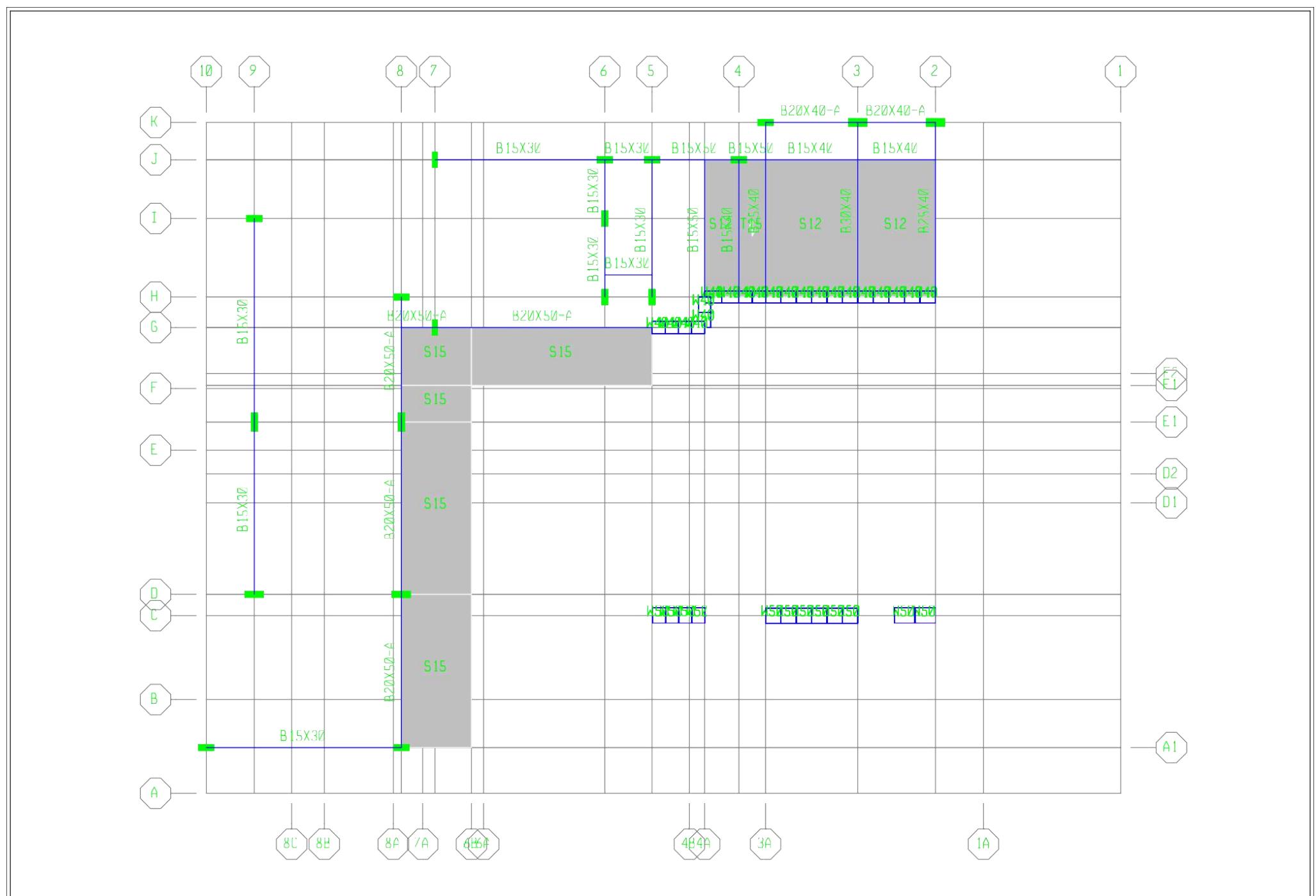
### Beban Lain-Lain

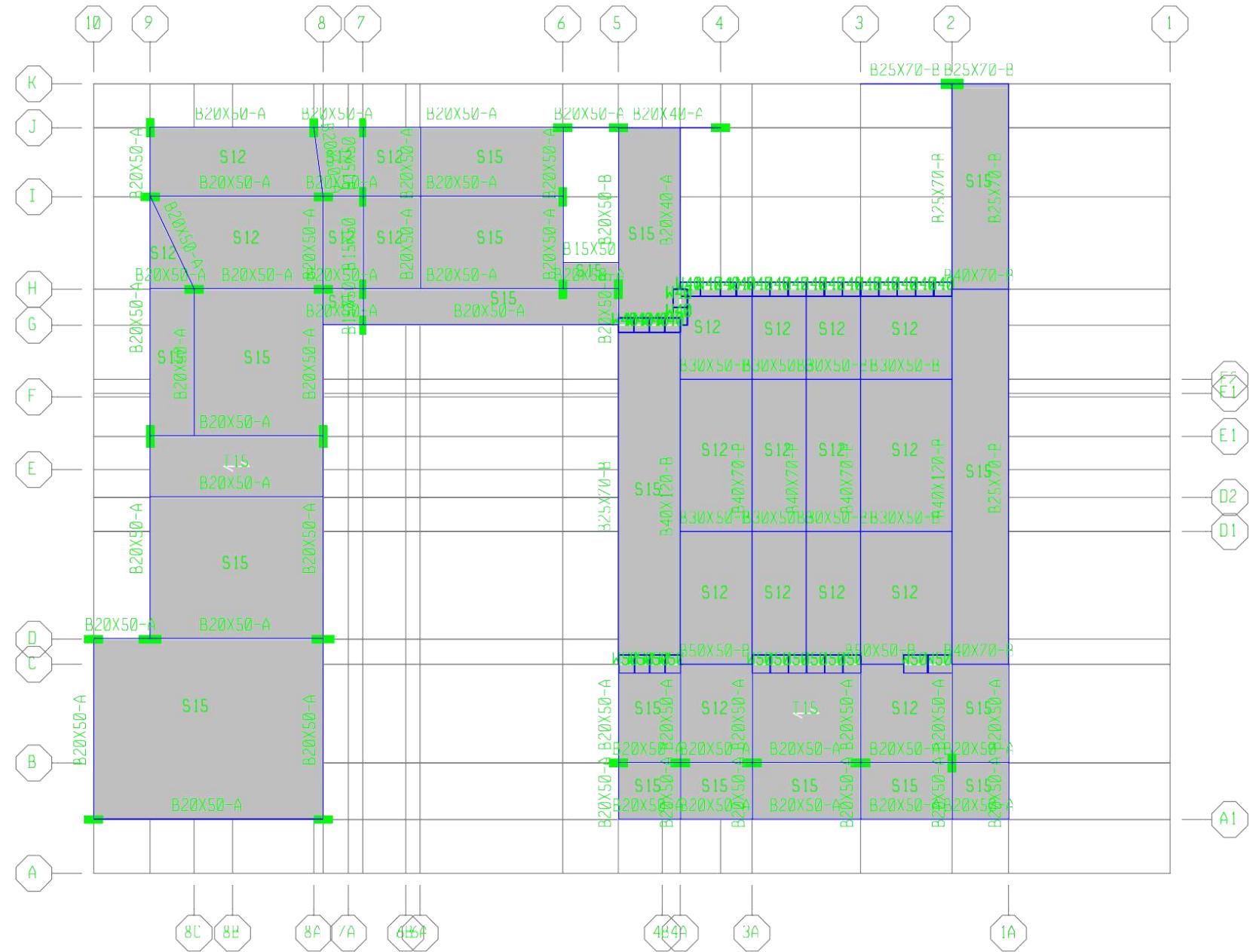
Untuk beban lainnya yaitu :

- Beban dinding bata sebesar 250 kg/m<sup>2</sup> yang dimasukkan berupa beban garis diatas balok berdasarkan tinggi antai lantai.
- Beban tanah sebesar 1800 kg/m<sup>3</sup> yang dimasukkan berupa beban area diatas plat lantai berdasarkan tinggi tanah.

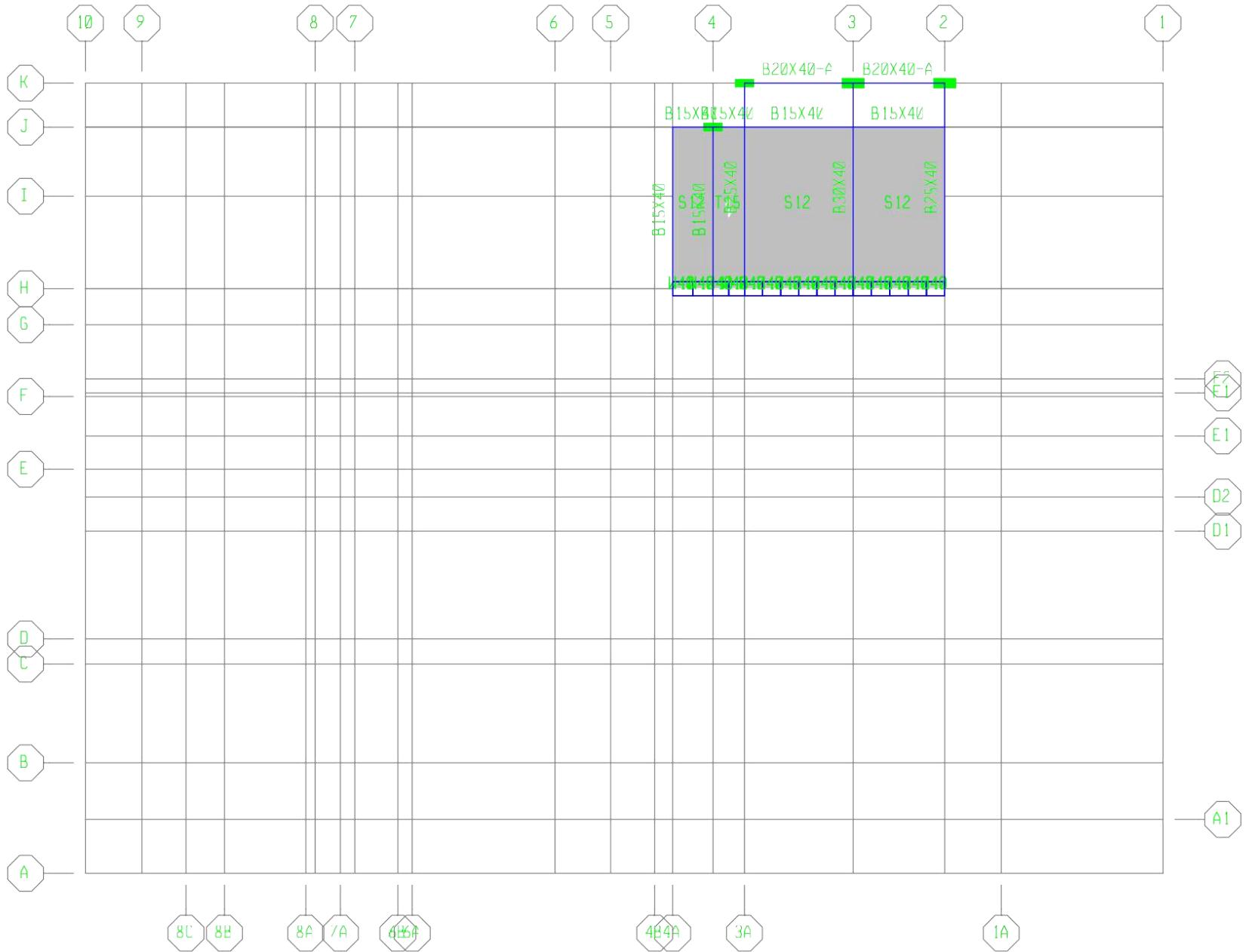
### **III. PEMODELAN STRUKTUR**

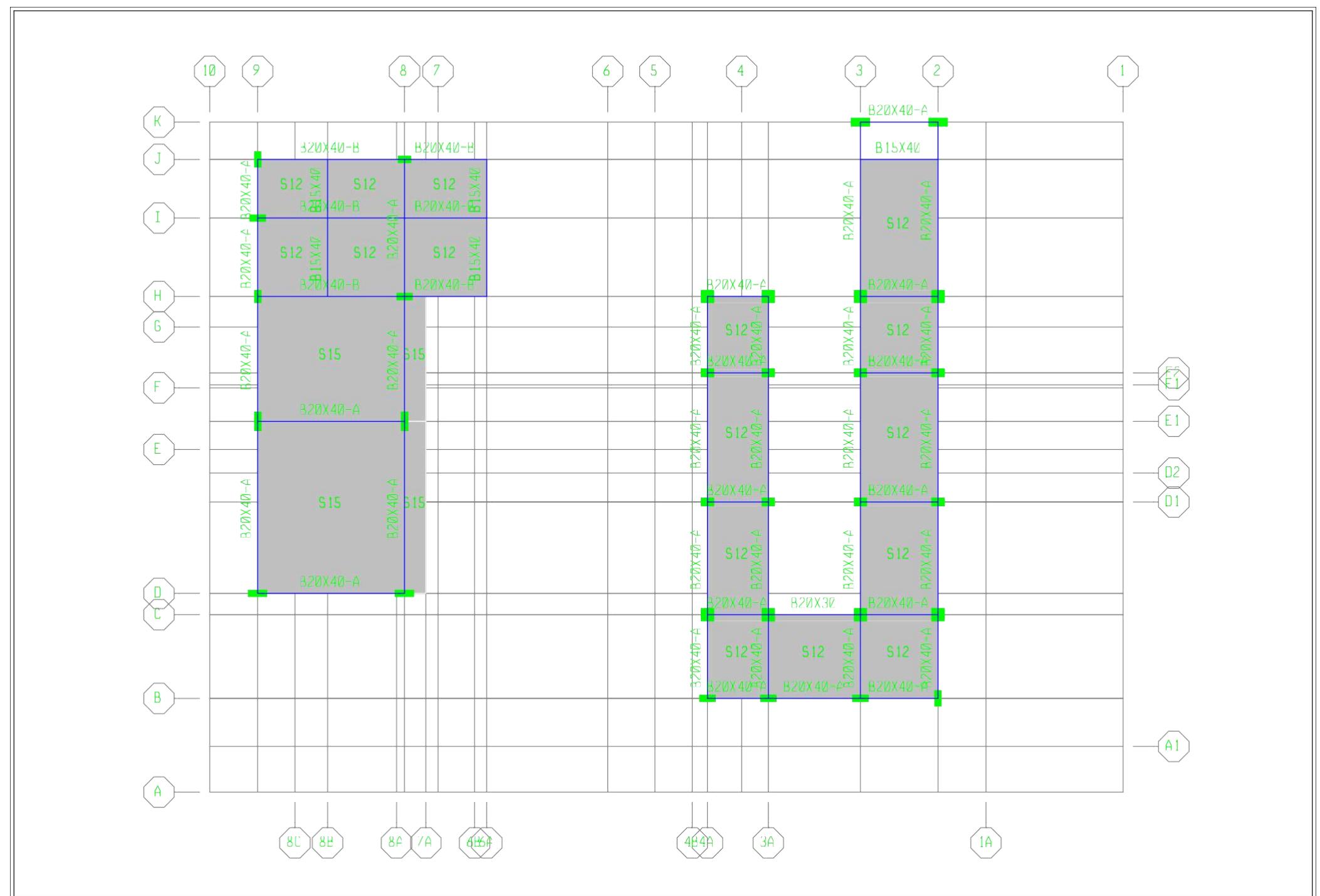


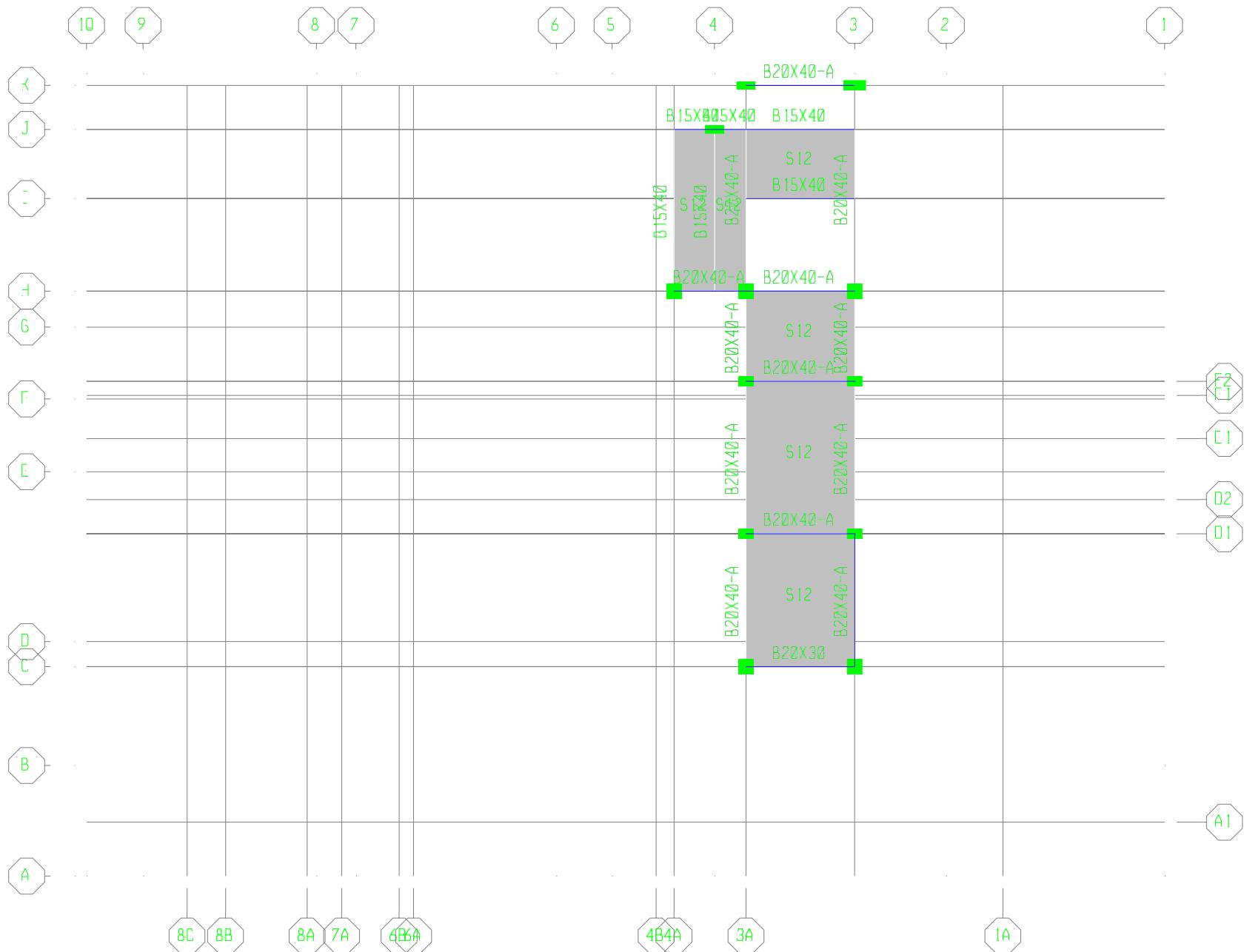


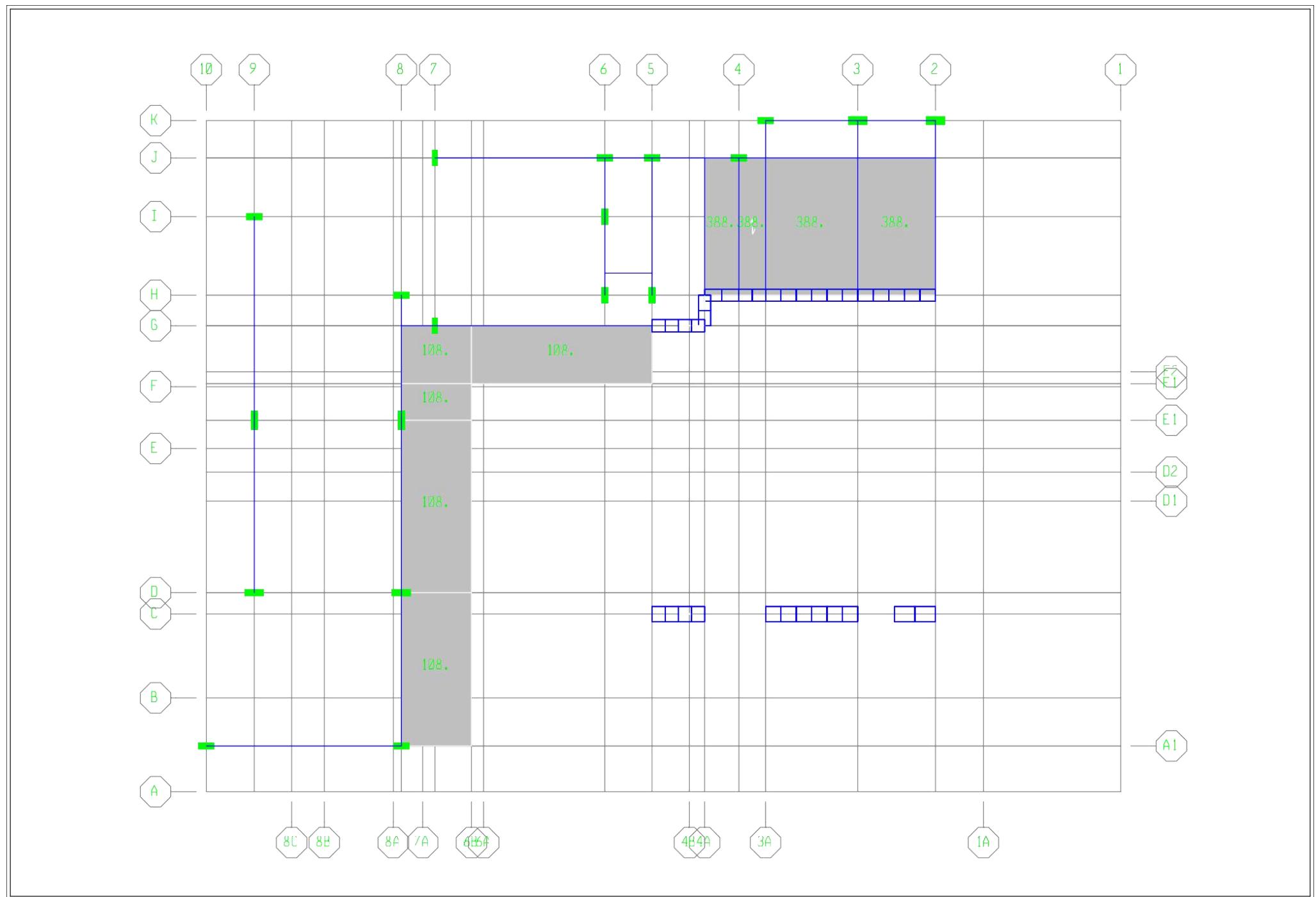


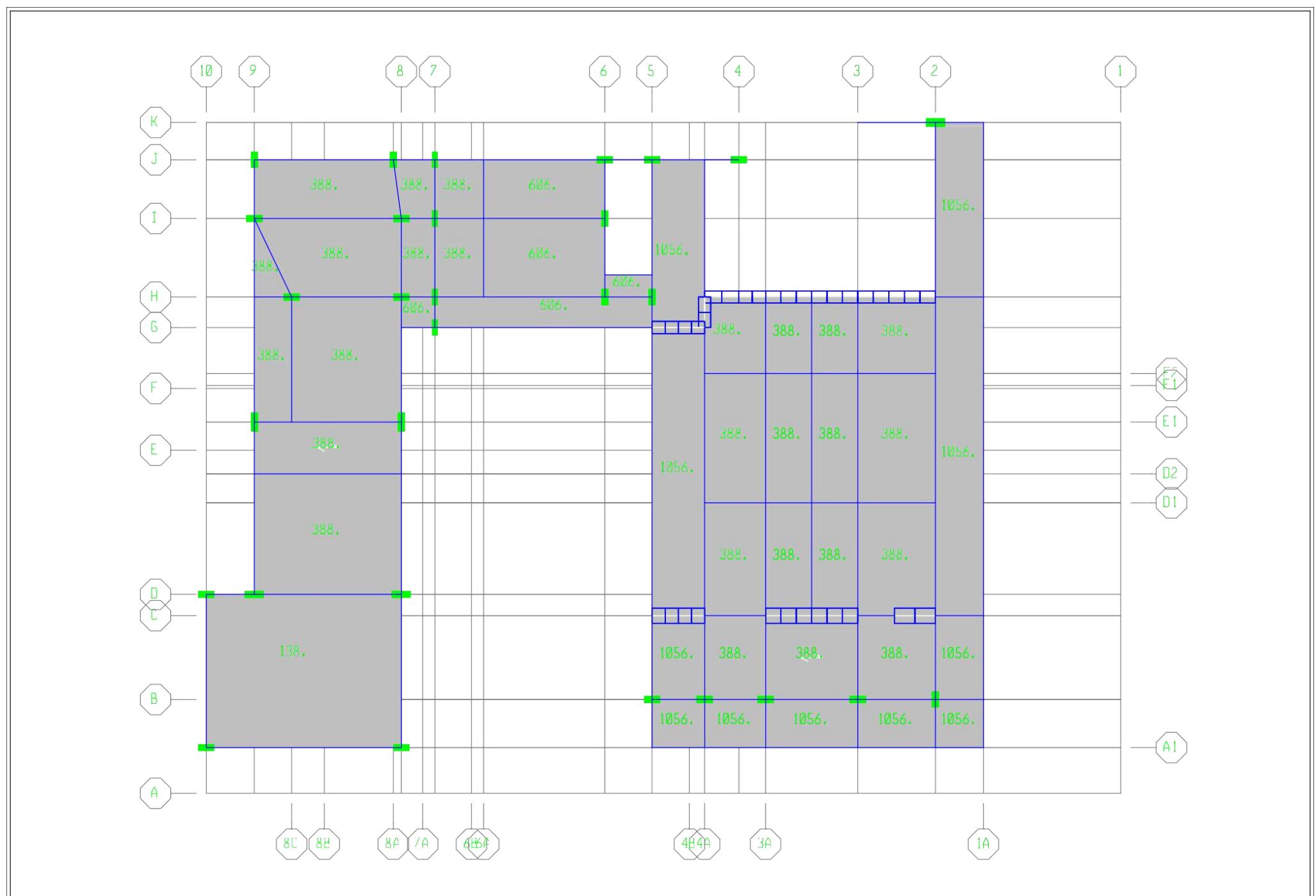
ETABS

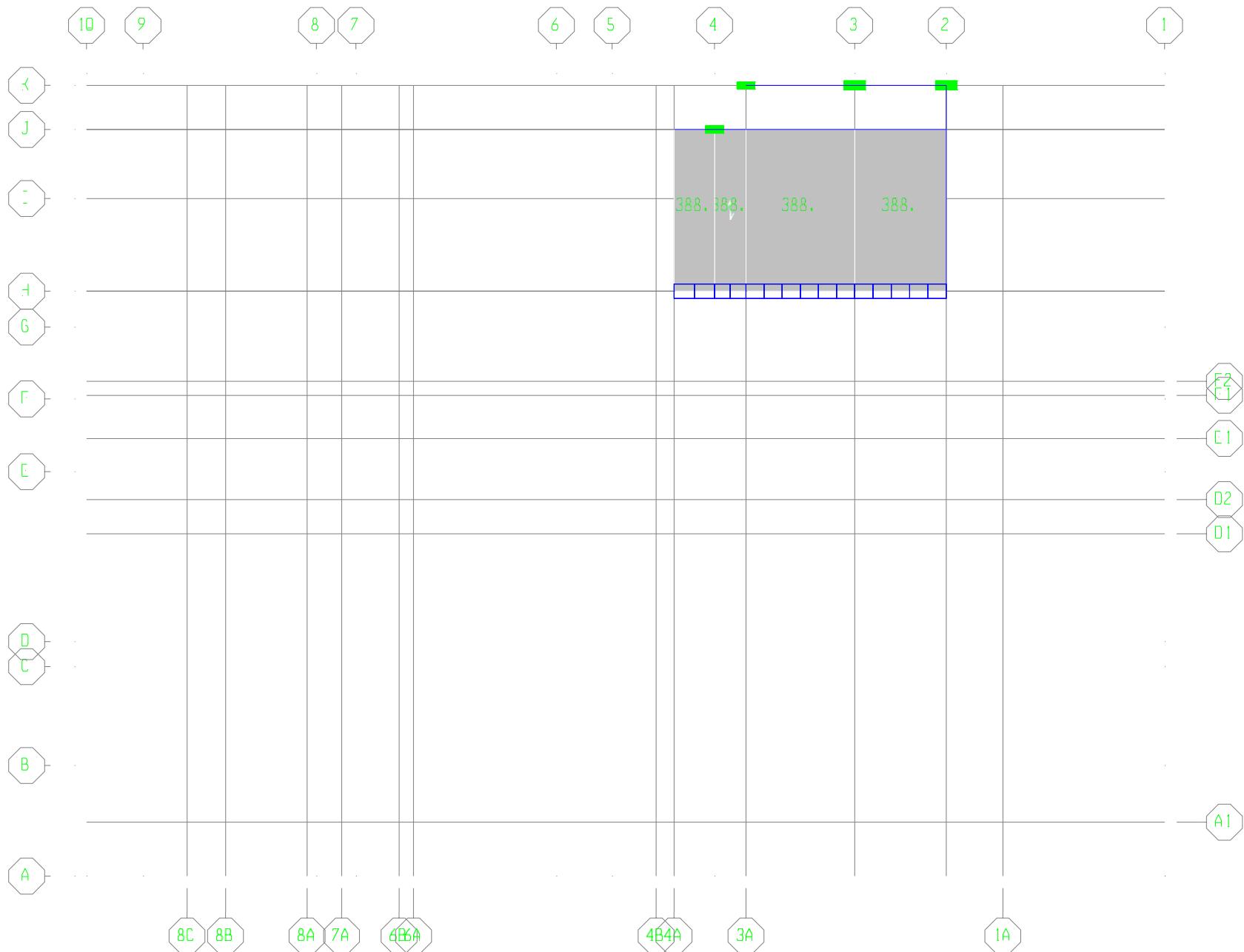


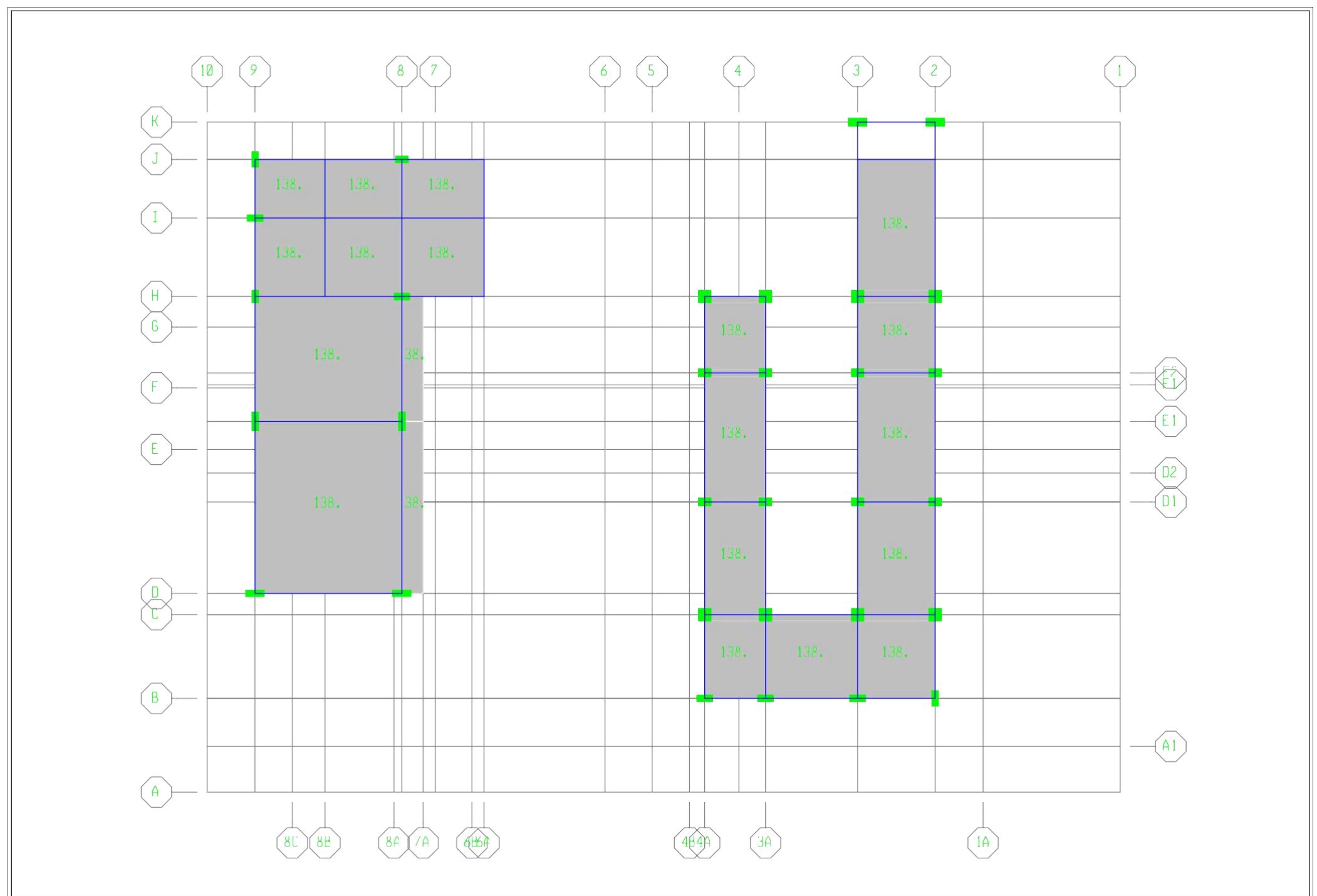


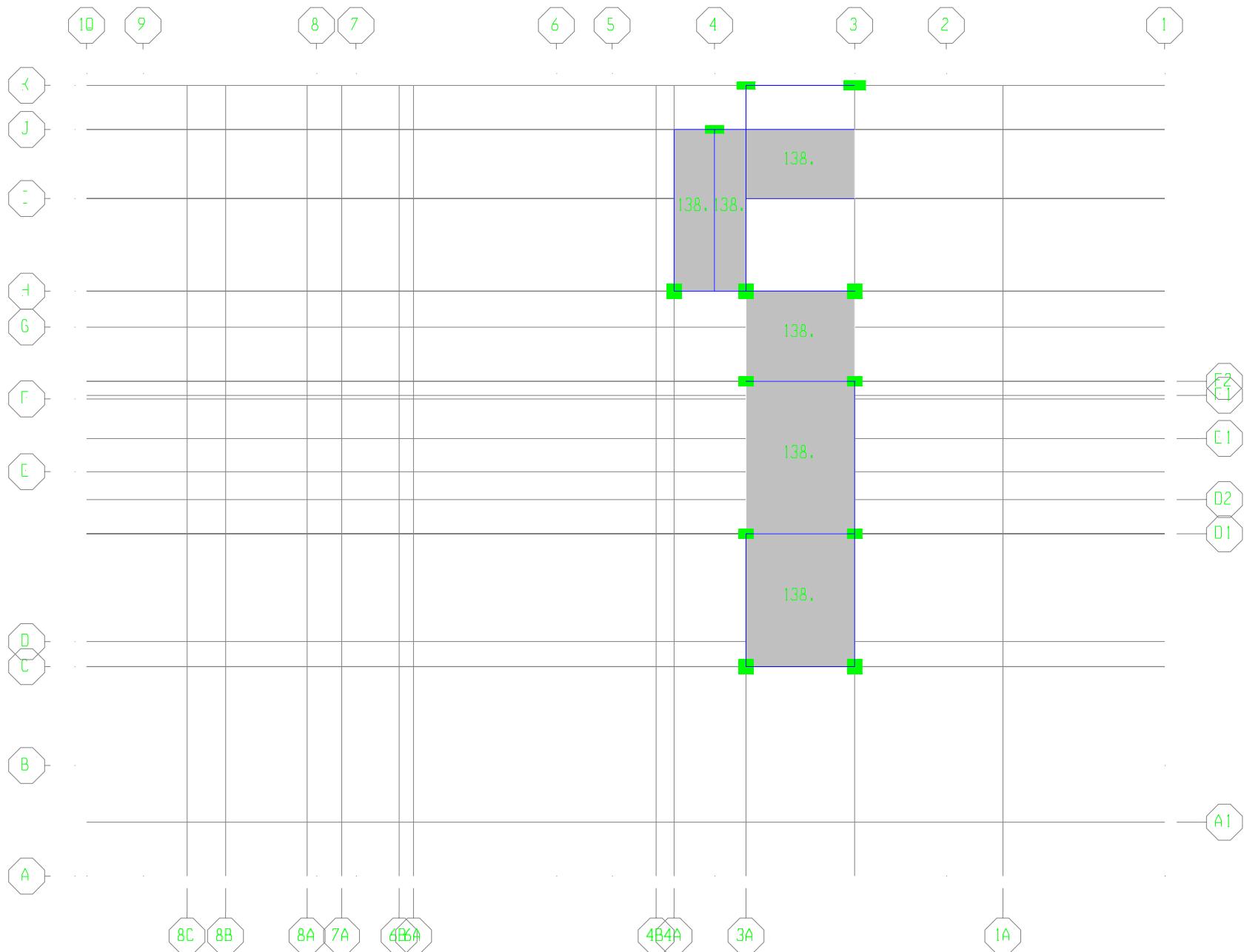


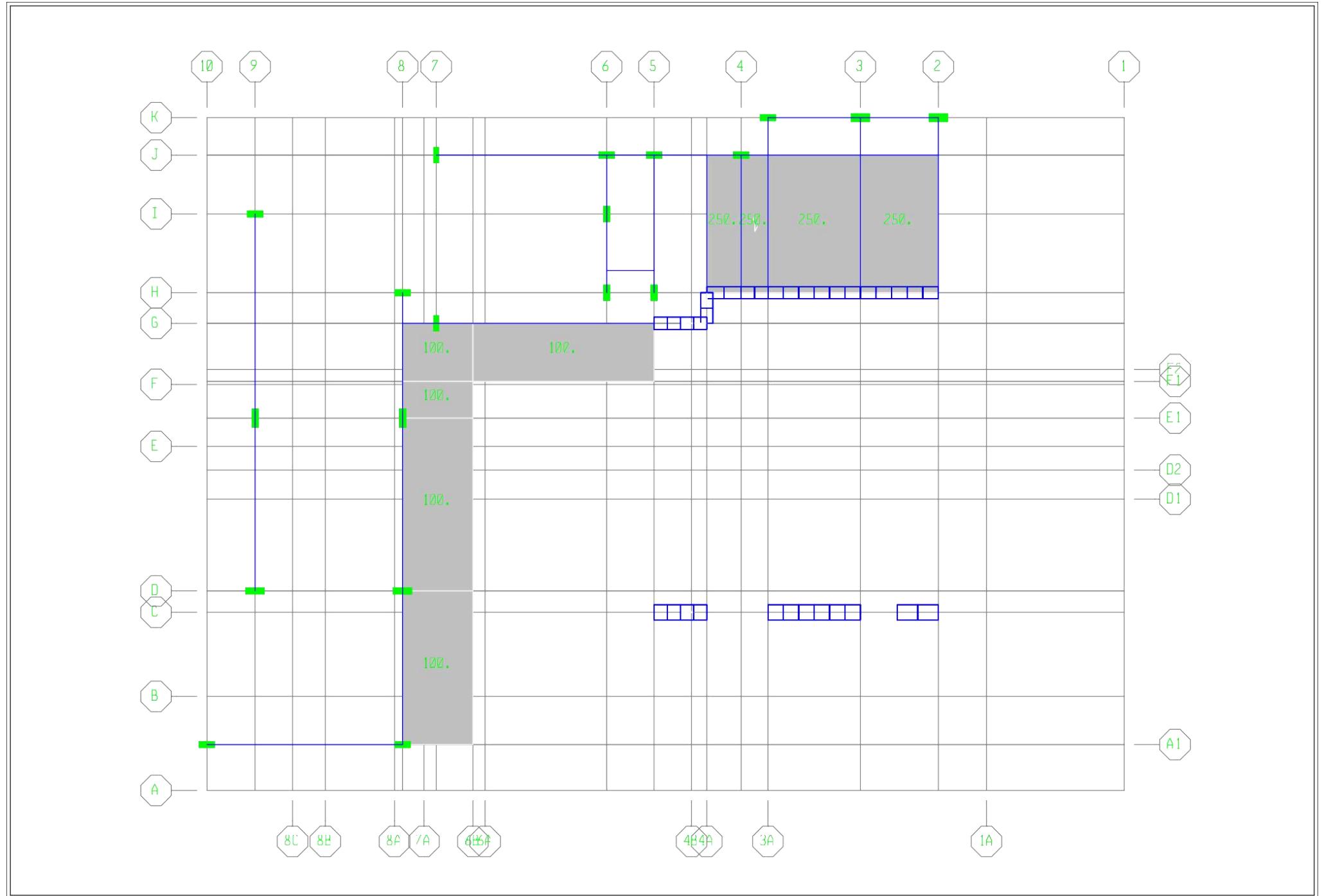


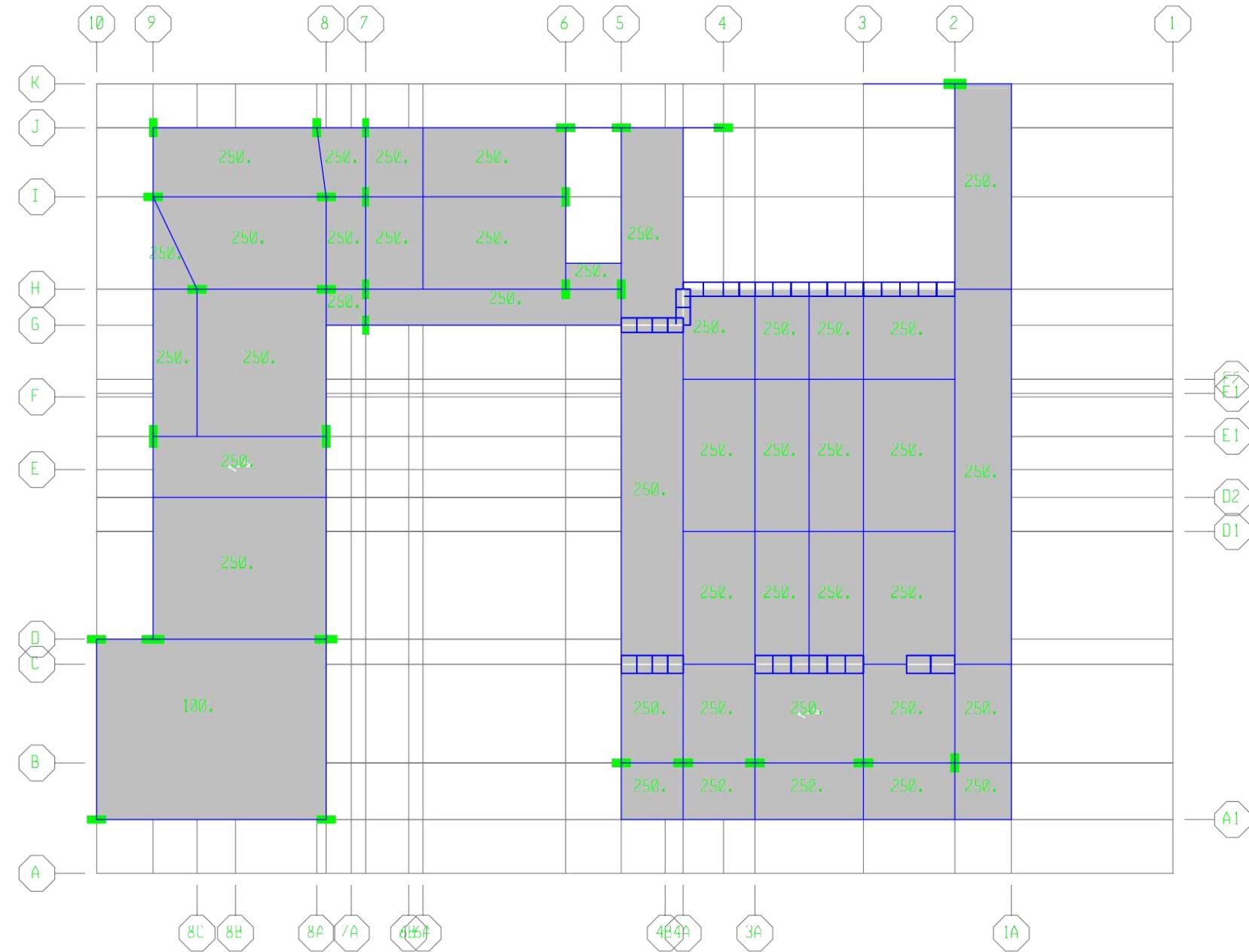


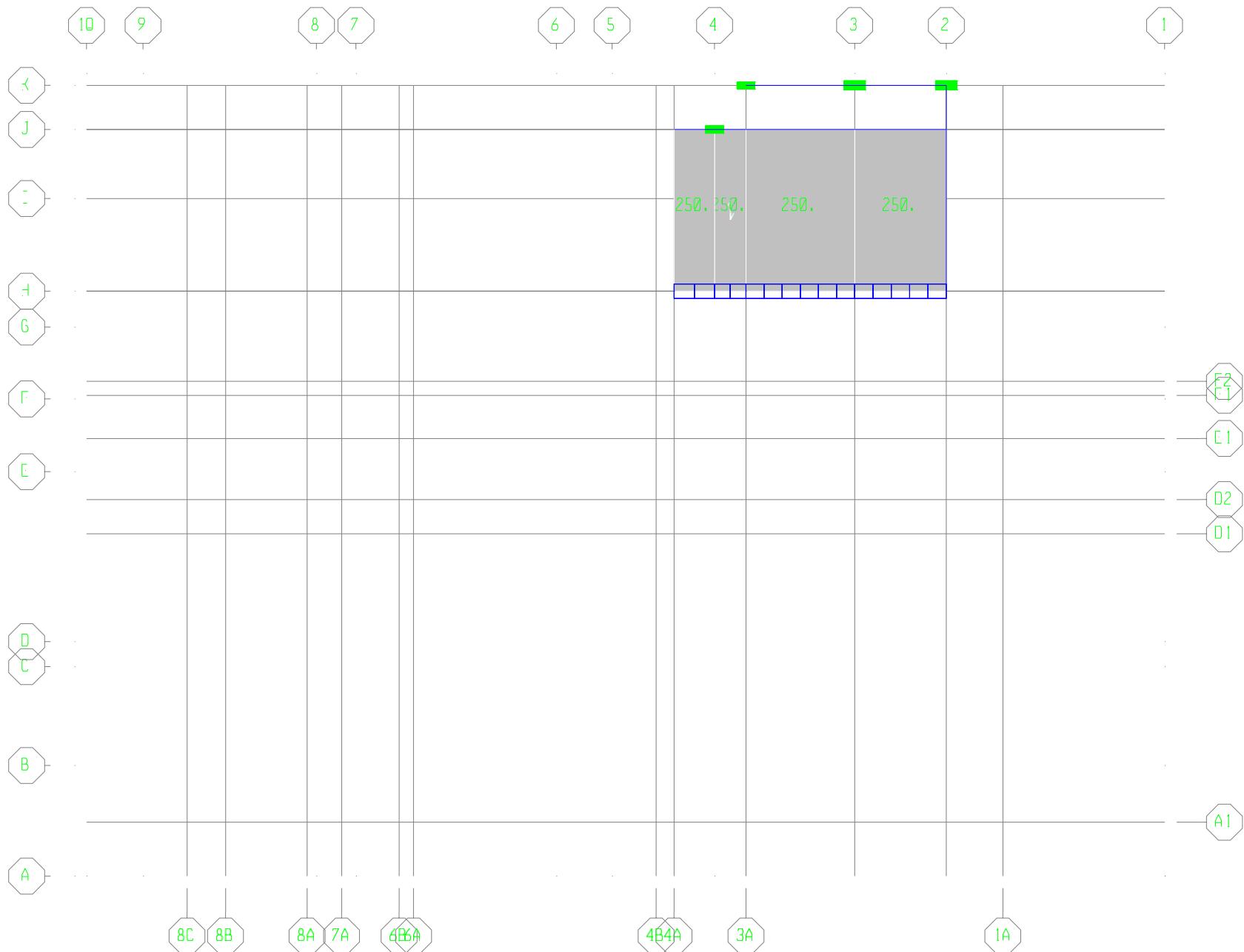


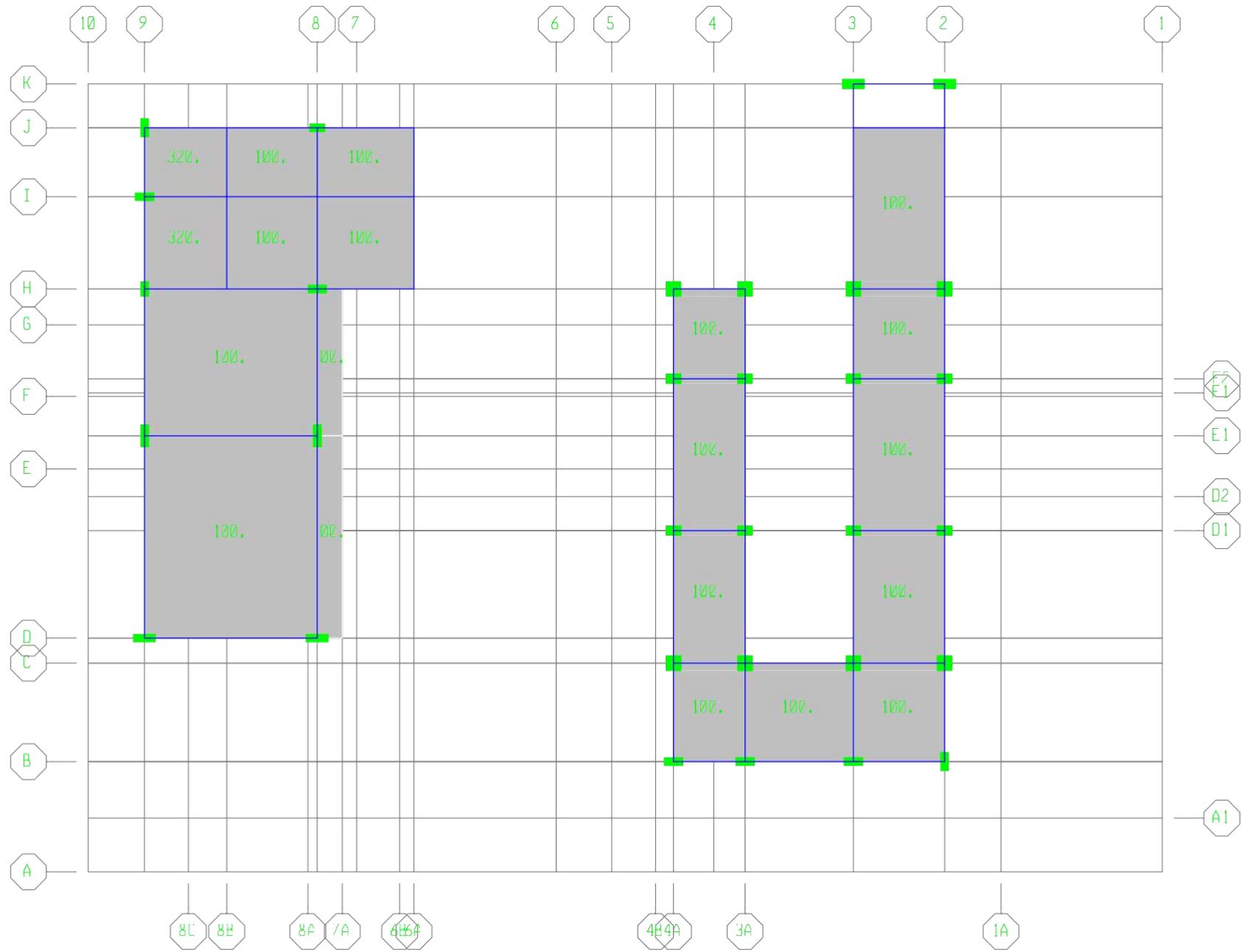


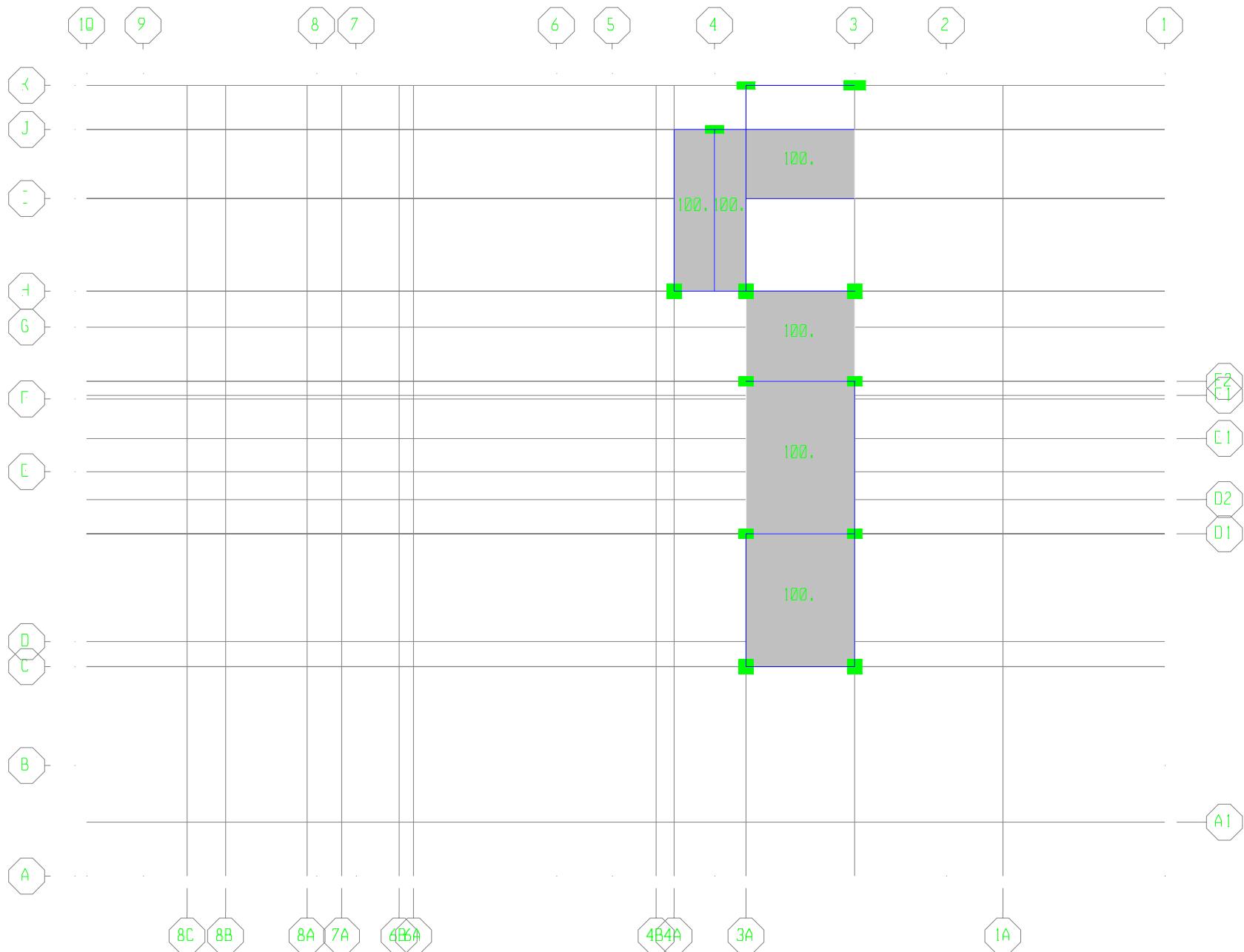


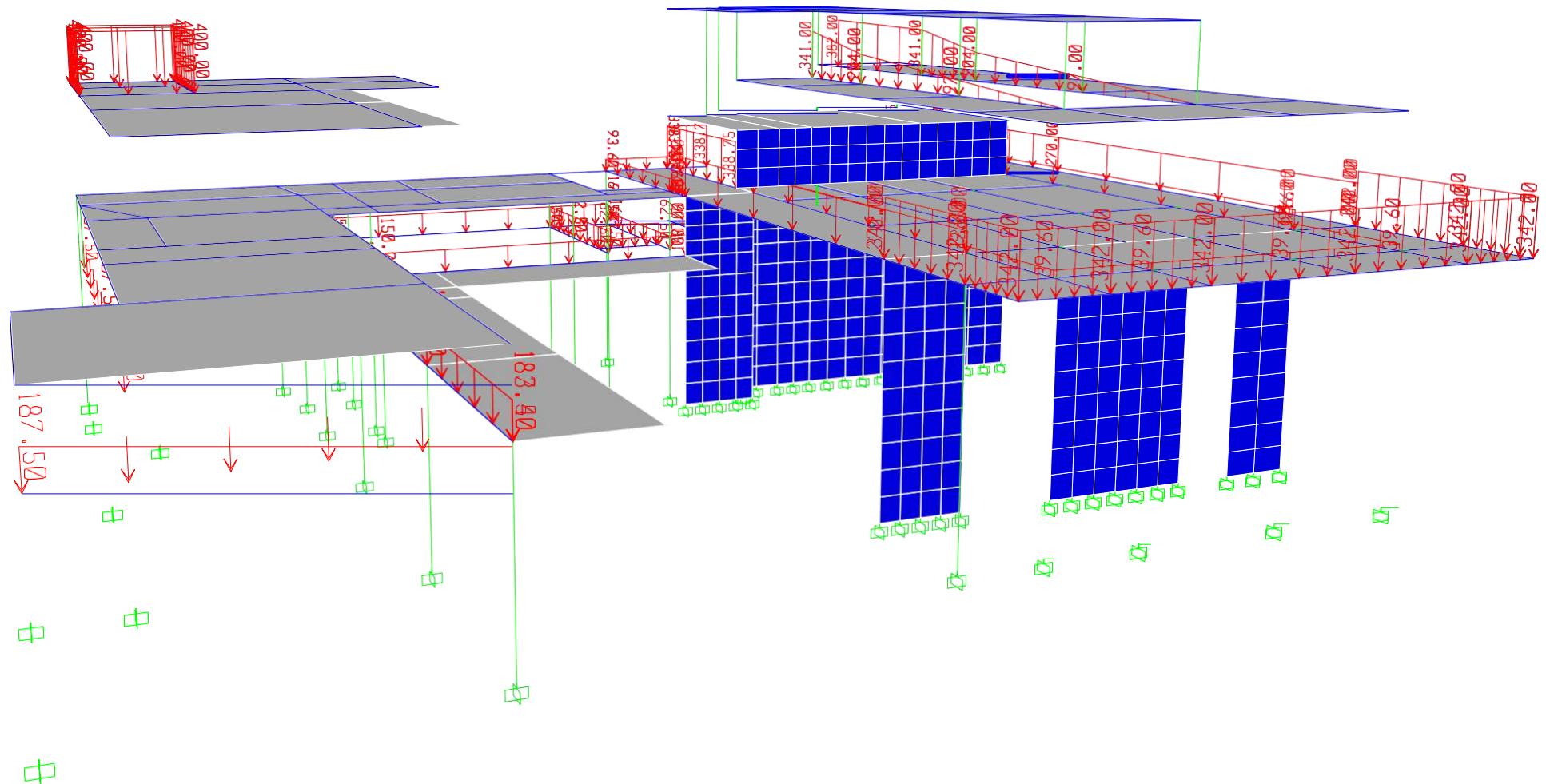


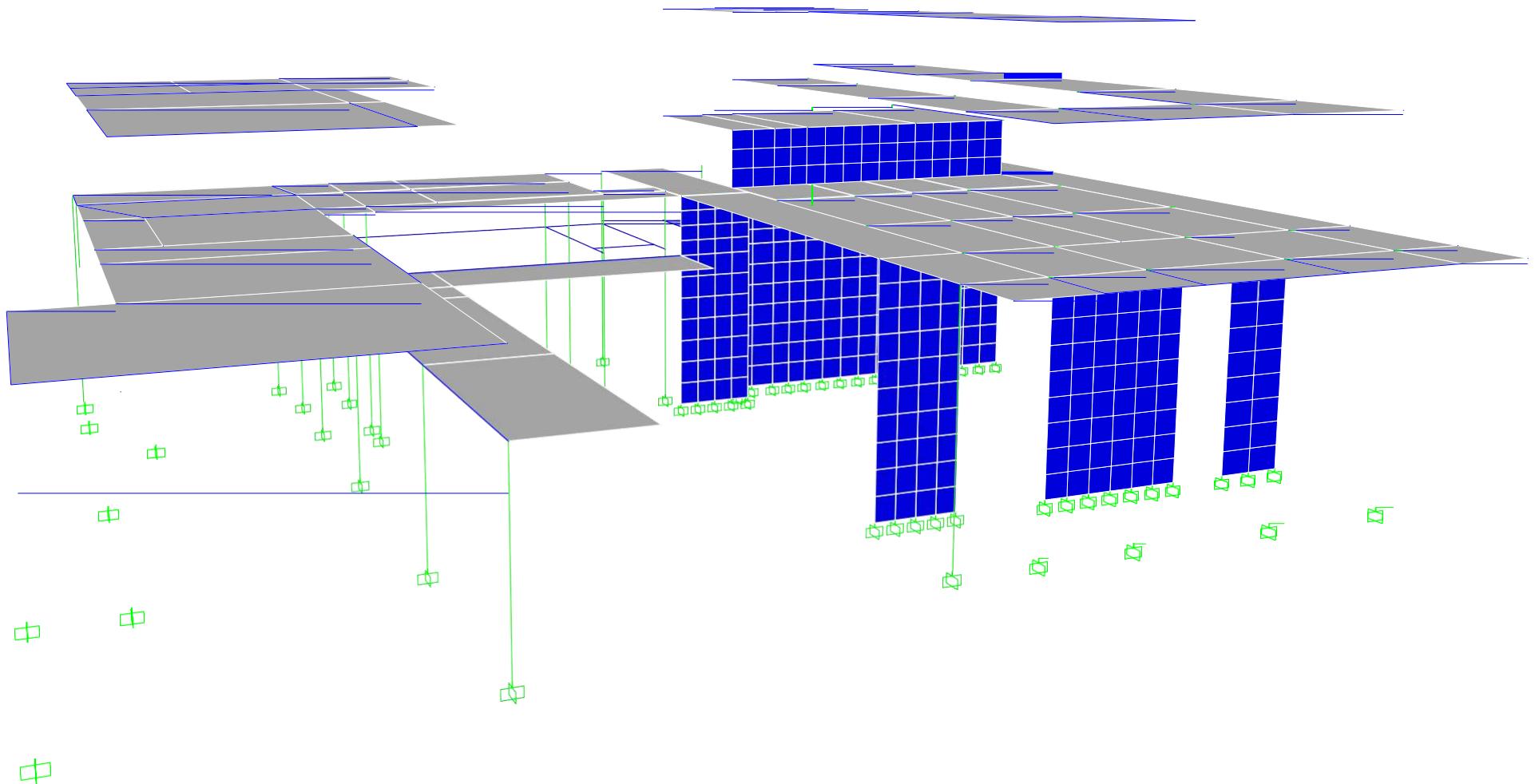












## **IV. HASIL ANALISA STRUKTUR**

## **PLAT LANTAI**

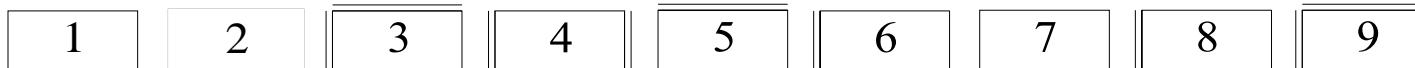
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **426** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **100** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **671.2** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang	
1	671.2	4.25	3.05	2	1.4	53 38 73 57	Mu lx 331 Mu ly 237 Mu tx 456 Mu ty 356	24.9	400	90 90 90 90	0.0013 0.0009 0.0018 0.0014	0.0018	162 162 162 162	D 10 - D 10 - D 10 - D 10 -	240 240 240 240	Puncak Atap PA1 D10- 200
2	671.2	4.725	2.7	2	1.8	60 35 82 57	Mu lx 294 Mu ly 171 Mu tx 401 Mu ty 279	24.9	400	90 90 90 90	0.0011 0.0007 0.0016 0.0011	0.0018	162 162 162 162	D 10 - D 10 - D 10 - D 10 -	240 240 240 240	Lt. Atap LA1 D10- 200
3	671.2	2.65	2.525	2	1.1	42 37 59 54	Mu lx 180 Mu ly 158 Mu tx 252 Mu ty 231	24.9	400	90 90 90 90	0.0007 0.0006 0.0010 0.0009	0.0018	162 162 162 162	D 10 - D 10 - D 10 - D 10 -	240 240 240 240	Lt. Atap LA1 D10- 200

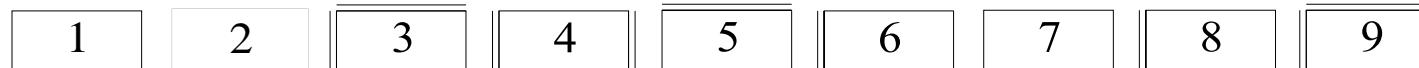
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **426** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **320** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1023** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang	
1	1023.2	<b>2.525</b>	<b>2.271</b>	<b>2</b>	<b>1.2</b>	<b>46</b> <b>38</b> <b>64</b> <b>56</b>	<b>Mu lx</b> 243 <b>Mu ly</b> 201 <b>Mu tx</b> 338 <b>Mu ty</b> 296	<b>24.9</b>	<b>400</b>	<b>90</b> <b>90</b> <b>90</b> <b>90</b>	<b>0.0009</b> <b>0.0008</b> <b>0.0013</b> <b>0.0012</b>	<b>0.0018</b>	<b>162</b> <b>162</b> <b>162</b> <b>162</b>	<b>D 10</b> - <b>D 10</b> - <b>D 10</b> - <b>D 10</b> -	<b>240</b> <b>240</b> <b>240</b> <b>240</b>	<b>Lt. Atap</b> <b>LA1 D10-</b> <b>200</b> <b>Toren Air 2x1200 Ltr</b>

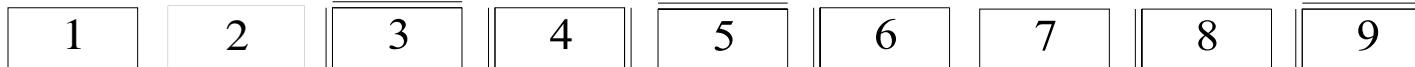
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **150** mm

Beban Mati DL **498** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **100** kg/m<sup>2</sup> a.  $U = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL} = 757.6 \text{ kg/m}^2$  (tekan)

Jarak tulangan maksimum **300** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	757.6	5.625	4.775	2	1.2	46	Mu lx 795	24.9	400	120	0.0018	0.0018	216	D 10 - 300	Lt. Atap LA2 D10-150
						38	Mu ly 656			120	0.0014		216	D 10 - 300	
						64	Mu tx 1106			120	0.0025		295	D 10 - 266	
						56	Mu ty 967			120	0.0021		257	D 10 - 300	
2	757.6	6.275	4.9	2	1.3	50	Mu lx 909	24.9	400	120	0.0020	0.0018	241	D 10 - 300	Lt. Atap L2A D10-150
						38	Mu ly 691			120	0.0015		216	D 10 - 300	
						69	Mu tx 1255			120	0.0028		336	D 10 - 233	
						57	Mu ty 1037			120	0.0023		276	D 10 - 284	

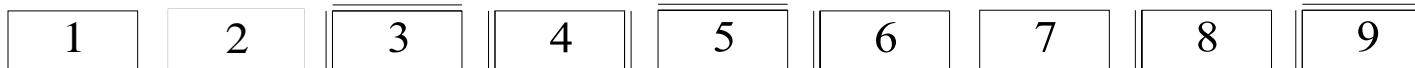
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **676** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1211** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	1211.2	4.625	2.875	2	1.6	58 36 79 57	Mu lx 581 Mu ly 360 Mu tx 791 Mu ty 571	24.9	400	90 90 90 90	0.0023 0.0014 0.0031 0.0022	0.0018	206 D 10 - 240 162 D 10 - 240 283 D 10 - 240 202 D 10 - 240	-	Lt. Atas (3) L3 D10-200
2	1211.2	4.625	1.05	2	4.4	63 13 83 57	Mu lx 84 Mu ly 17 Mu tx 111 Mu ty 76	24.9	400	90 90 90 90	0.0003 0.0001 0.0004 0.0003	0.0018	162 D 10 - 240 162 D 10 - 240 162 D 10 - 240 162 D 10 - 240	-	Lt. Atas (3) L3 D10-200
3	1211.2	4.538	2.525	2	1.8	60 35 82 57	Mu lx 463 Mu ly 270 Mu tx 633 Mu ty 440	24.9	400	90 90 90 90	0.0018 0.0011 0.0025 0.0017	0.0018	164 D 10 - 240 162 D 10 - 240 225 D 10 - 240 162 D 10 - 240	-	Lt. Atas (2) L2C D10-200

## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **676** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1211** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum

**240** mm

Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
4	1211.2	<b>4.241</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1.7</b>	<b>59</b>	Mu lx <b>447</b>	24.9	<b>400</b>	<b>90</b>	0.0018	0.0018	162	D <b>10</b> - <b>240</b>	Lt. Atas (2) L2C D10- 200
						<b>36</b>	Mu ly <b>273</b>			<b>90</b>	0.0011		162	D <b>10</b> - <b>240</b>	
						<b>81</b>	Mu tx <b>613</b>			<b>90</b>	0.0024		218	D <b>10</b> - <b>240</b>	
						<b>57</b>	Mu ty <b>431</b>			<b>90</b>	0.0017		162	D <b>10</b> - <b>240</b>	
5	1211.2	<b>2.775</b>	<b>2.1</b>	<b>2</b>	<b>1.4</b>	<b>53</b>	Mu lx <b>283</b>	24.9	<b>400</b>	<b>90</b>	0.0011	0.0018	162	D <b>10</b> - <b>240</b>	Lt. Atas (2) L2C D10- 200
						<b>38</b>	Mu ly <b>203</b>			<b>90</b>	0.0008		162	D <b>10</b> - <b>240</b>	
						<b>73</b>	Mu tx <b>390</b>			<b>90</b>	0.0015		162	D <b>10</b> - <b>240</b>	
						<b>57</b>	Mu ty <b>304</b>			<b>90</b>	0.0012		162	D <b>10</b> - <b>240</b>	

## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' =$  **24.9** Mpa  
diketahui tebal pelat **150** mm

Beban Mati	DL	748 kg/m <sup>2</sup>
Beban Hidup	LL	250 kg/m <sup>2</sup>

a.  $U = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL} = 1298 \text{ kg/m}^2$  (tekan)

Jarak tulangan maksimum 300 mm Pembulatan 1 mm

1    2    3    ||| 4    5    6    7    8    9

No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu			Tul. Terpasang		
1	1297.6	4.775	3.875	2	1.3	50	Mu lx	974	24.9	400	120	0.0022	0.0018	259	D	10	-	300	Lt. Atas (2) L2B D10-150
						38	Mu ly	740			120	0.0016		216	D	10	-	300	
						69	Mu tx	1344			120	0.0030		360	D	10	-	217	
						57	Mu ty	1111			120	0.0025		296	D	10	-	265	
						46	Mu lx	1053			120	0.0023		280	D	10	-	280	
2	1297.6	4.775	4.2	2	1.2	38	Mu ly	870	24.9	400	120	0.0019	0.0018	231	D	10	-	300	Lt. Atas (2) L2B D10-150
						64	Mu tx	1465			120	0.0033		394	D	10	-	199	
						56	Mu ty	1282			120	0.0029		343	D	10	-	228	

## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **150** mm

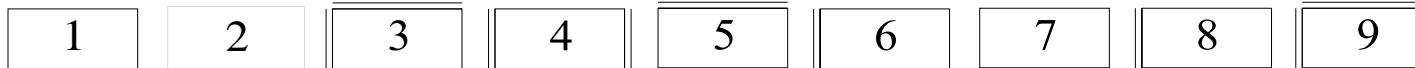
Beban Mati DL **966** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1559** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum

**300** mm

Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	1559.2	4.05	2.525	2	1.6	58	Mu lx 577	24.9	400	120	0.0013	0.0018	216 D 10 - 300	Lt. Atas (2) L2D D10-200	
						36	Mu ly 358			120	0.0008		216 D 10 - 300		
						79	Mu tx 785			120	0.0017		216 D 10 - 300		
						57	Mu ty 567			120	0.0012		216 D 10 - 300		
2	1559.2	7.15	1.025	2	7.0	63	Mu lx 103	24.9	400	120	0.0002	0.0018	216 D 10 - 300	Lt. Atas (2) L2D D10-200	
						13	Mu ly 21			120	0.0000		216 D 10 - 300		
						83	Mu tx 136			120	0.0003		216 D 10 - 300		
						57	Mu ty 93			120	0.0002		216 D 10 - 300		

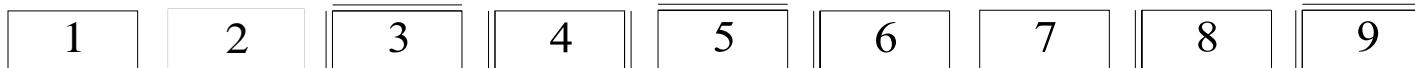
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **150** mm

Beban Mati DL **1416** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **2099** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **300** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	2099.2	<b>5.35</b>	<b>1.8</b>	<b>2</b>	<b>3.0</b>	<b>63</b>	Mu lx <b>428</b>	24.9	<b>400</b>	120	0.0009	0.0018	216	D <b>10</b> - 300	Lt. Atas (2) L2E D10-200
						<b>13</b>	Mu ly <b>88</b>			120	0.0002		216	D 10 - 300	
						<b>83</b>	Mu tx <b>565</b>			120	0.0012		216	D 10 - 300	
						<b>57</b>	Mu ty <b>388</b>			120	0.0008		216	D 10 - 300	
2	2099.2	<b>9.45</b>	<b>1.875</b>	<b>2</b>	<b>5.1</b>	<b>63</b>	Mu lx <b>465</b>	24.9	<b>400</b>	120	0.0010	0.0018	216	D <b>10</b> - 300	Lt. Atas (2) L2E D10-200
						<b>13</b>	Mu ly <b>96</b>			120	0.0002		216	D 10 - 300	
						<b>83</b>	Mu tx <b>613</b>			120	0.0013		216	D 10 - 300	
						<b>57</b>	Mu ty <b>421</b>			120	0.0009		216	D 10 - 300	
3	2099.2	<b>2.85</b>	<b>1.8</b>	<b>2</b>	<b>1.6</b>	<b>58</b>	Mu lx <b>394</b>	24.9	<b>400</b>	120	0.0009	0.0018	216	D <b>10</b> - 300	Lt. Atas (2) L2E D10-200
						<b>36</b>	Mu ly <b>245</b>			120	0.0005		216	D 10 - 300	
						<b>79</b>	Mu tx <b>537</b>			120	0.0012		216	D 10 - 300	
						<b>57</b>	Mu ty <b>388</b>			120	0.0008		216	D 10 - 300	

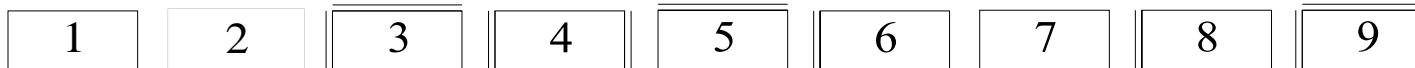
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **150** mm

Beban Mati DL **1416** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **2099** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **300** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
4	2099.2	<b>2.95</b>	<b>1.35</b>	<b>2</b>	<b>2.2</b>	<b>62</b>	Mu lx <b>237</b>	<b>24.9</b>	<b>400</b>	120	0.0005	0.0018	216 D <b>10</b> - 300	Lt. Atas (2) L2E D10-200	
						<b>34</b>	Mu ly <b>130</b>			120	0.0003		216 D <b>10</b> - 300		
						<b>83</b>	Mu tx <b>318</b>			120	0.0007		216 D <b>10</b> - 300		
						<b>57</b>	Mu ty <b>218</b>			120	0.0005		216 D <b>10</b> - 300		
5	2099.2	<b>5.725</b>	<b>1.5</b>	<b>2</b>	<b>3.9</b>	<b>63</b>	Mu lx <b>298</b>	<b>24.9</b>	<b>400</b>	120	0.0006	0.0018	216 D <b>10</b> - 300	Lt. Atas (2) L2E D10-200	
						<b>13</b>	Mu ly <b>61</b>			120	0.0001		216 D <b>10</b> - 300		
						<b>83</b>	Mu tx <b>392</b>			120	0.0009		216 D <b>10</b> - 300		
						<b>57</b>	Mu ty <b>269</b>			120	0.0006		216 D <b>10</b> - 300		

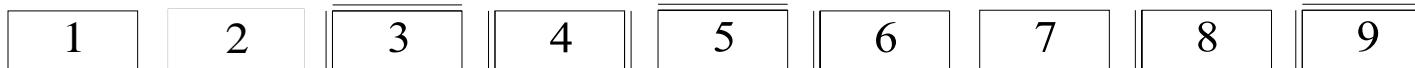
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **438** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **925.6** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	925.6	<b>3.375</b>	<b>2.85</b>	<b>2</b>	<b>1.2</b>	<b>46</b>	Mu lx <b>346</b>	24.9	<b>400</b>	90	0.0014	0.0018	162	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>38</b>	Mu ly <b>286</b>			90	0.0011		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>64</b>	Mu tx <b>481</b>			90	0.0019		170	D <b>10</b> - 240	
						<b>56</b>	Mu ty <b>421</b>			90	0.0017		162	D <b>10</b> - 240	
2	925.6	<b>4.725</b>	<b>1.938</b>	<b>2</b>	<b>2.5</b>	<b>63</b>	Mu lx <b>219</b>	24.9	<b>400</b>	90	0.0009	0.0018	162	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>13</b>	Mu ly <b>45</b>			90	0.0002		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>83</b>	Mu tx <b>289</b>			90	0.0011		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>57</b>	Mu ty <b>198</b>			90	0.0008		162	D <b>10</b> - 240	
3	925.6	<b>4.75</b>	<b>2.65</b>	<b>2</b>	<b>1.8</b>	<b>60</b>	Mu lx <b>390</b>	24.9	<b>400</b>	90	0.0015	0.0018	162	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>35</b>	Mu ly <b>228</b>			90	0.0009		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>82</b>	Mu tx <b>533</b>			90	0.0021		189	D <b>10</b> - 240	
						<b>57</b>	Mu ty <b>371</b>			90	0.0014		162	D <b>10</b> - 240	

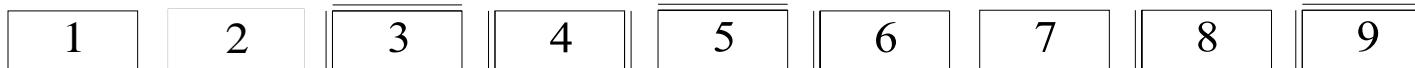
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **438** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **925.6** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
4	925.6	<b>7.225</b>	<b>1.85</b>	<b>2</b>	<b>3.9</b>	<b>63</b>	Mu lx <b>200</b>	24.9	<b>400</b>	<b>90</b>	0.0008	0.0018	162	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>13</b>	Mu ly <b>41</b>			<b>90</b>	0.0002		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>83</b>	Mu tx <b>263</b>			<b>90</b>	0.0010		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>57</b>	Mu ty <b>181</b>			<b>90</b>	0.0007		162	D <b>10</b> - 240	
5	925.6	<b>4.525</b>	<b>2.5</b>	<b>2</b>	<b>1.9</b>	<b>61</b>	Mu lx <b>353</b>	24.9	<b>400</b>	<b>90</b>	0.0014	0.0018	162	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>35</b>	Mu ly <b>202</b>			<b>90</b>	0.0008		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>83</b>	Mu tx <b>480</b>			<b>90</b>	0.0019		170	D <b>10</b> - 240	
						<b>57</b>	Mu ty <b>330</b>			<b>90</b>	0.0013		162	D <b>10</b> - 240	
6	925.6	<b>5.35</b>	<b>2.875</b>	<b>2</b>	<b>1.9</b>	<b>61</b>	Mu lx <b>467</b>	24.9	<b>400</b>	<b>90</b>	0.0018	0.0018	165	D <b>10</b> - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						<b>35</b>	Mu ly <b>268</b>			<b>90</b>	0.0010		162	D <b>10</b> - 240	
						<b>83</b>	Mu tx <b>635</b>			<b>90</b>	0.0025		226	D <b>10</b> - 240	
						<b>57</b>	Mu ty <b>436</b>			<b>90</b>	0.0017		162	D <b>10</b> - 240	

## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **688** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1226** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	1225.6	2.85	2.85	2	1.0	36	Mu lx 358	24.9	400	90	0.0014	0.0018	162	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						36	Mu ly 358			90	0.0014		162	D 10 - 240	
						52	Mu tx 518			90	0.0020		183	D 10 - 240	
						21	Mu ty 209			90	0.0008		162	D 10 - 240	
2	1225.6	4.725	1.55	2	3.1	63	Mu lx 186	24.9	400	90	0.0007	0.0018	162	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						13	Mu ly 38			90	0.0001		162	D 10 - 240	
						83	Mu tx 244			90	0.0010		162	D 10 - 240	
						57	Mu ty 168			90	0.0007		162	D 10 - 240	
3	1225.6	5.15	1.8	2	2.9	63	Mu lx 250	24.9	400	90	0.0010	0.0018	162	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						13	Mu ly 52			90	0.0002		162	D 10 - 240	
						83	Mu tx 330			90	0.0013		162	D 10 - 240	
						57	Mu ty 226			90	0.0009		162	D 10 - 240	
4	1225.6	4.525	1.9	2	2.4	63	Mu lx 279	24.9	400	90	0.0011	0.0018	162	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						13	Mu ly 58			90	0.0002		162	D 10 - 240	
						83	Mu tx 367			90	0.0014		162	D 10 - 240	
						57	Mu ty 252			90	0.0010		162	D 10 - 240	

## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **676** kg/m<sup>2</sup>

Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1211** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm



No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	1211.2	4.725	2.7	2	1.8	60 35 82 57	Mu lx 530 Mu ly 309 Mu tx 724 Mu ty 503	24.9	400	90 90 90 90	0.0021 0.0012 0.0029 0.0020	0.0018	188 D 10 - 240 162 D 10 - 240 258 D 10 - 240 178 D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10- 200	

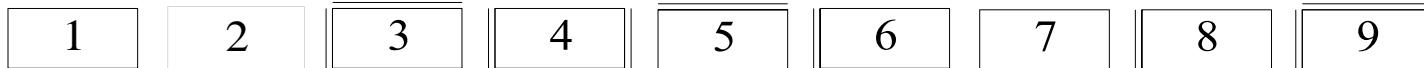
## Perhitungan Tulangan Plat Lantai

Mutu Beton K - **300** kg/cm<sup>2</sup> atau setara dengan  $f_c' = 24.9$  Mpa  
diketahui tebal pelat **120** mm

Beban Mati DL **676** kg/m<sup>2</sup>

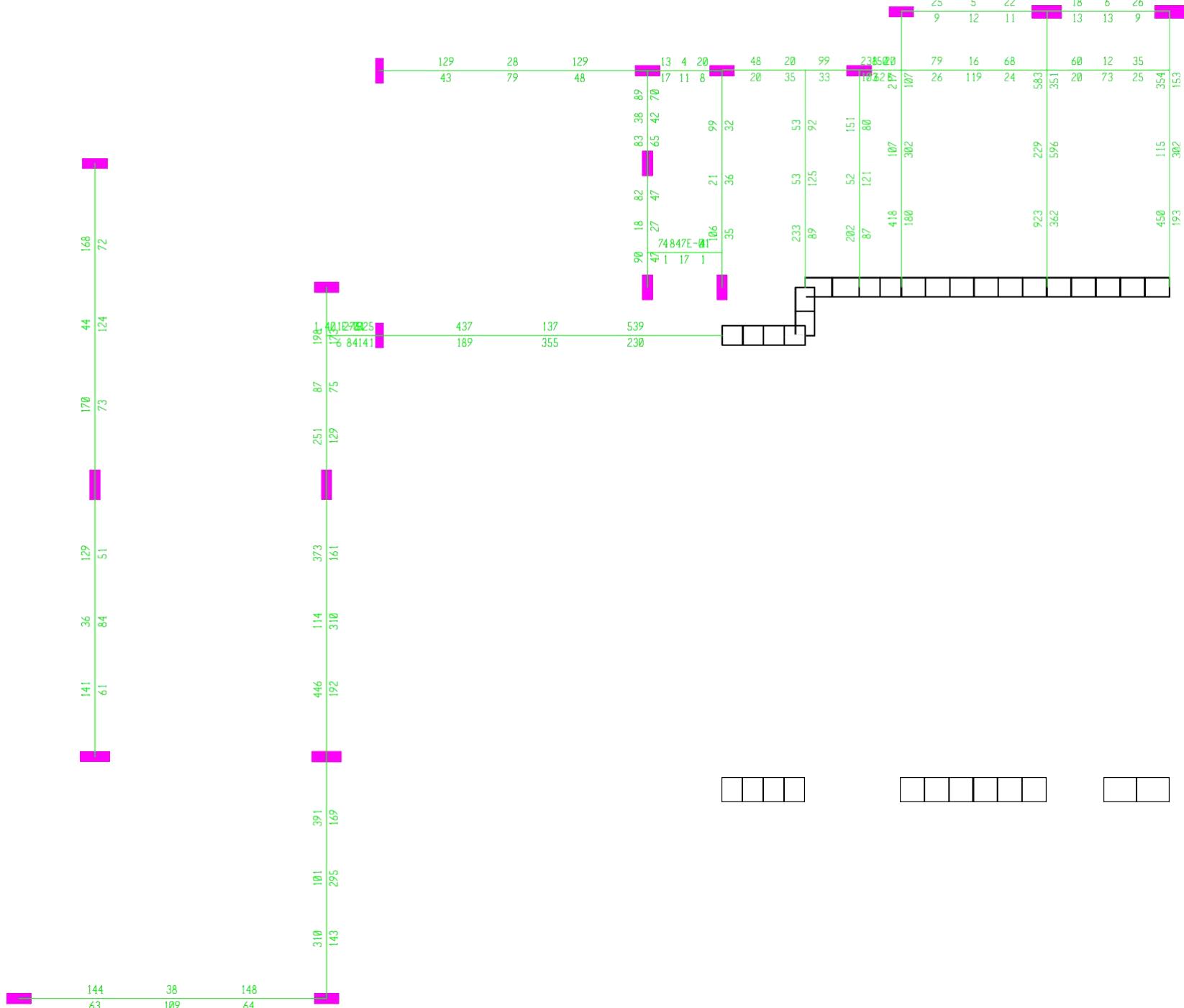
Beban Hidup LL **250** kg/m<sup>2</sup> a. U = 1.2 DL + 1.6 LL = **1211** kg/m<sup>2</sup> (tekan)

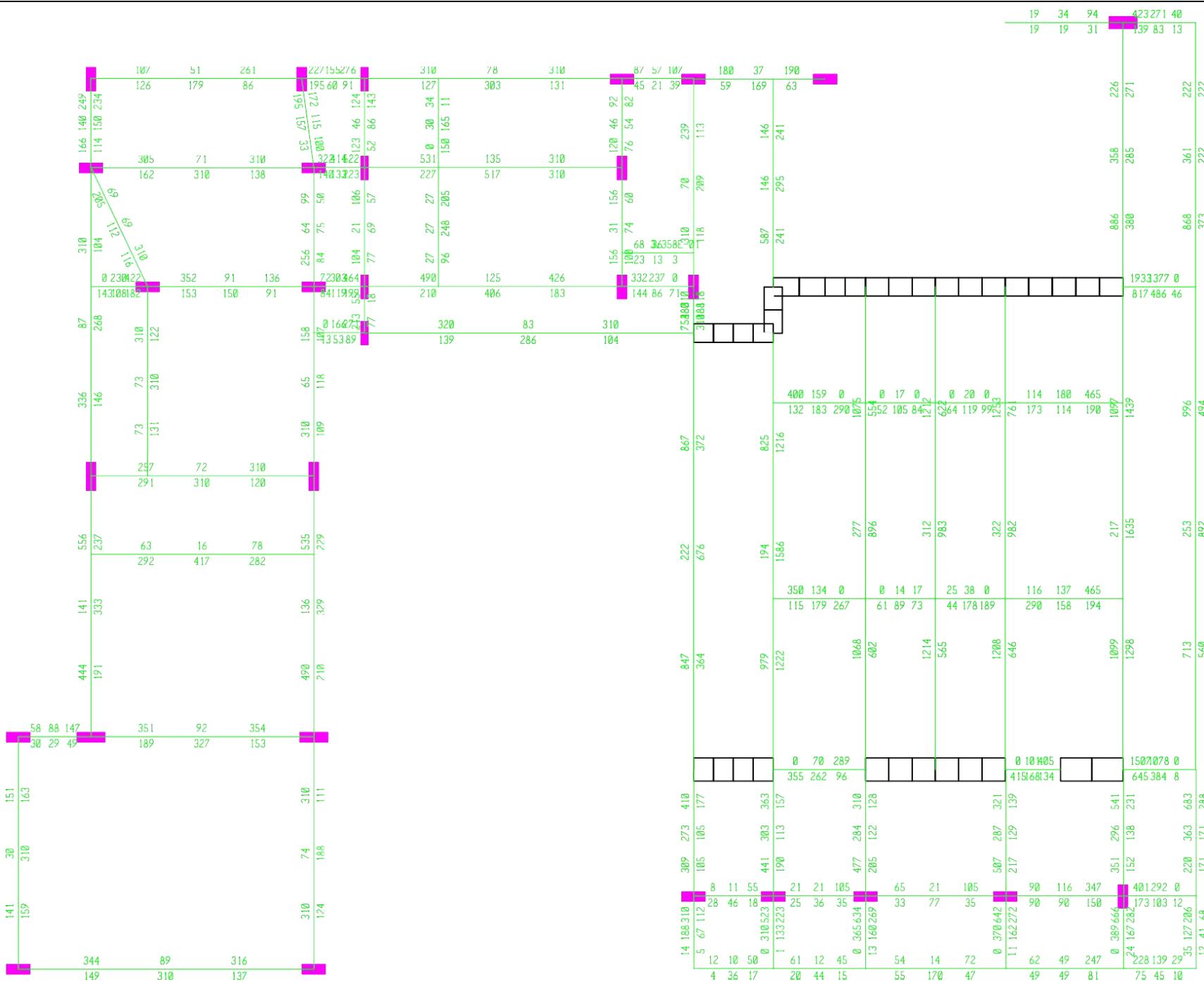
Jarak tulangan maksimum **240** mm Pembulatan **1** mm

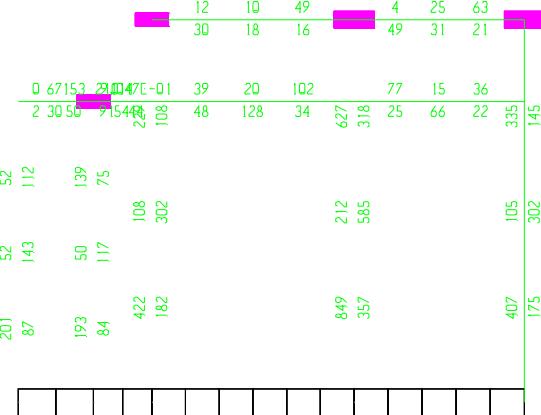


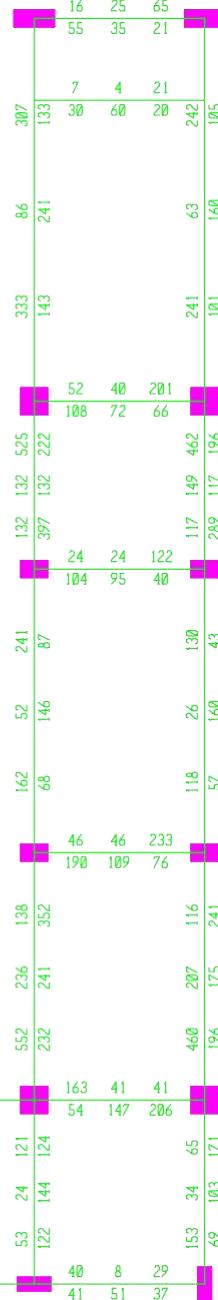
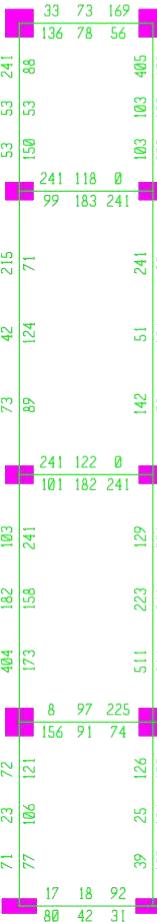
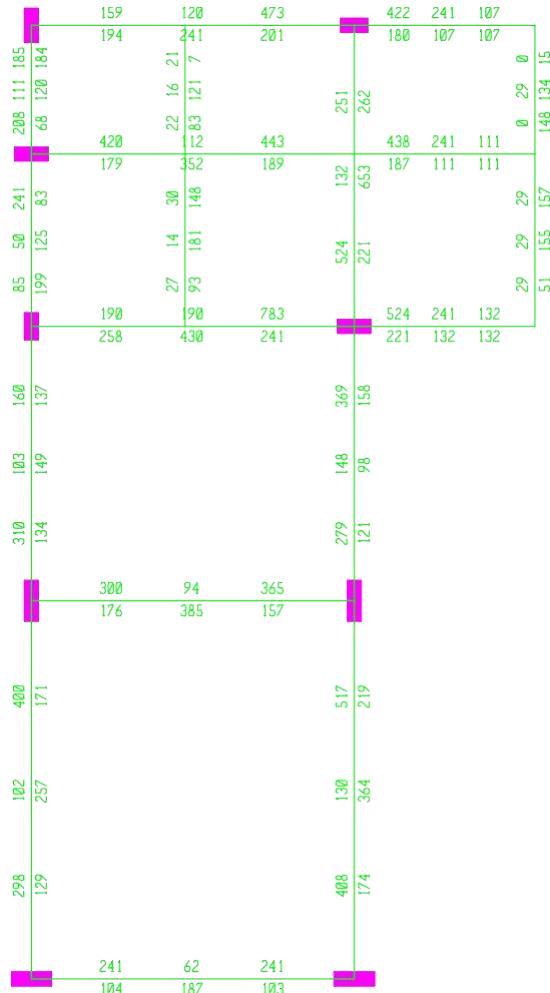
No.	Qu (kg/m <sup>2</sup> )	ly (m)	lx (m)	type	ly/lx	x	Mu (kgm)	fc'	fy	d eff (mm)	rho	rho min	As	Tul. Perlu	Tul. Terpasang
1	1211.2	6	3.35	2	1.8	60	Mu lx 816	24.9	400	90	0.0032	0.0018	292	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						35	Mu ly 476			90	0.0019		168	D 10 - 240	
						82	Mu tx 1115			90	0.0045		404	D 10 - 194	
						57	Mu ty 775			90	0.0031		277	D 10 - 240	
2	1211.2	6	2.825	2	2.2	62	Mu lx 599	24.9	400	90	0.0024	0.0018	213	D 10 - 240	Lt. Dasar (2) LD1 D10-200
						34	Mu ly 329			90	0.0013		162	D 10 - 240	
						83	Mu tx 802			90	0.0032		287	D 10 - 240	
						57	Mu ty 551			90	0.0022		195	D 10 - 240	

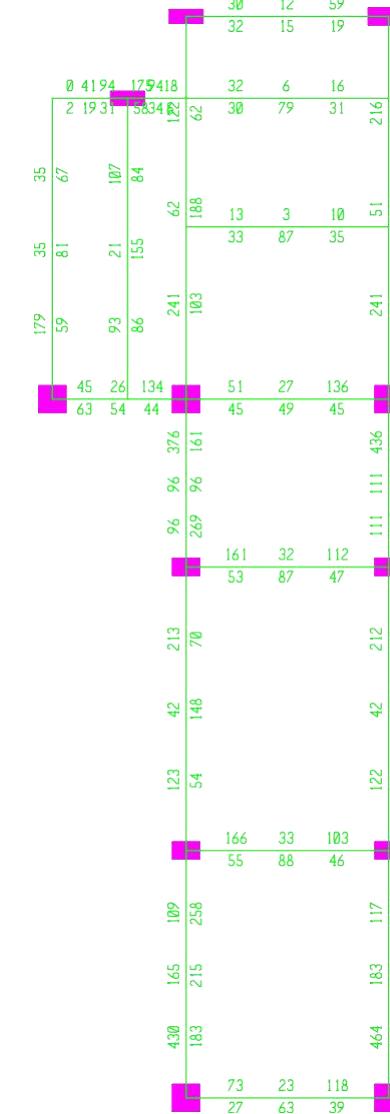
**BALOK**

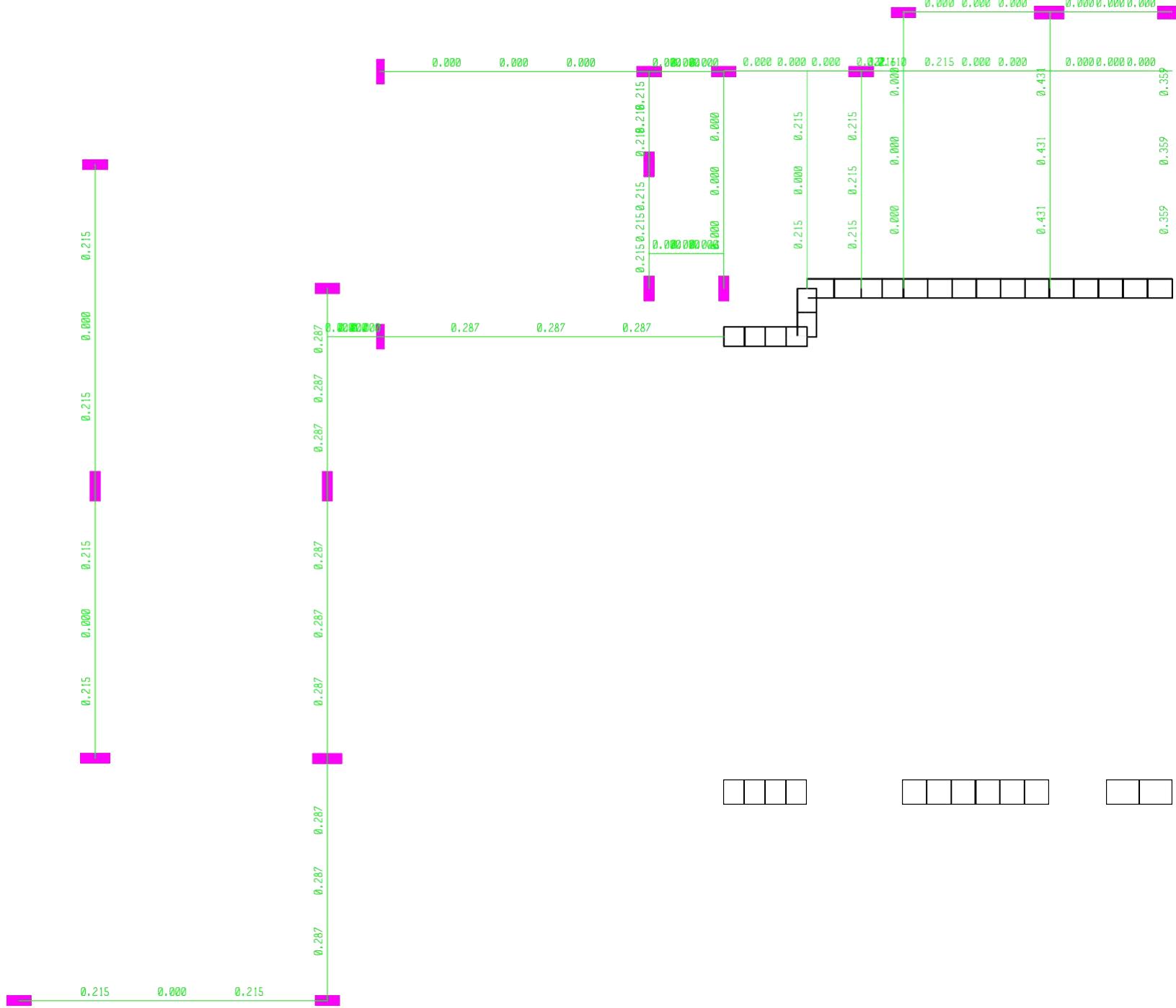


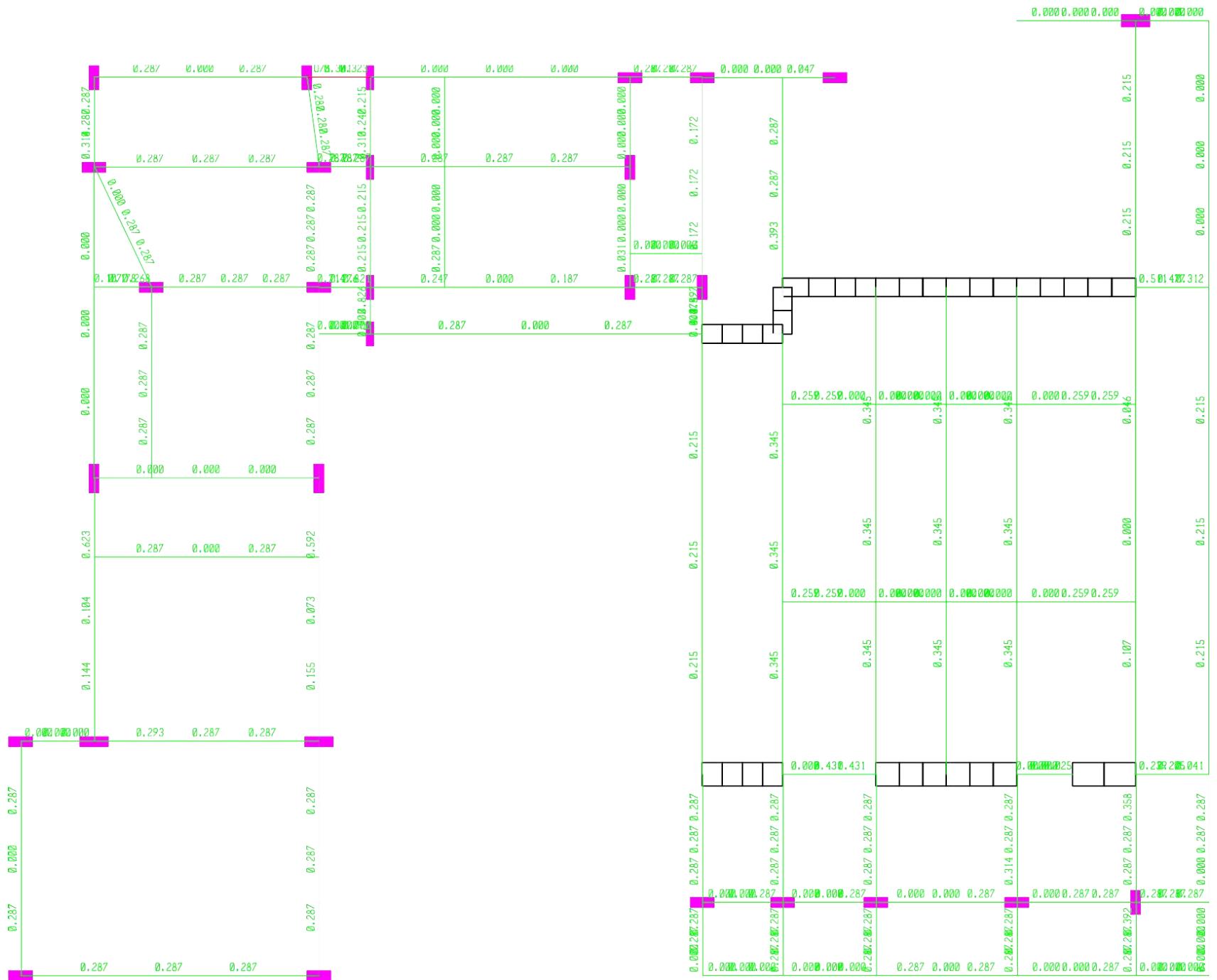


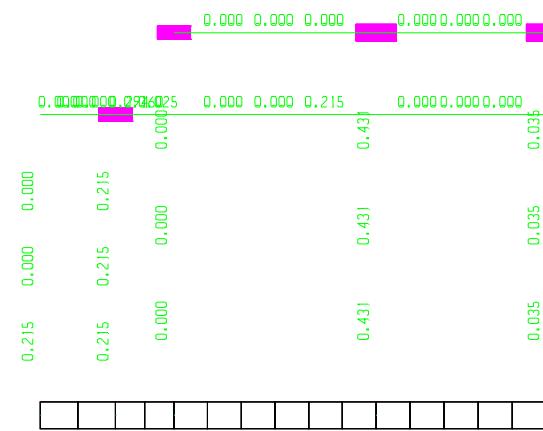


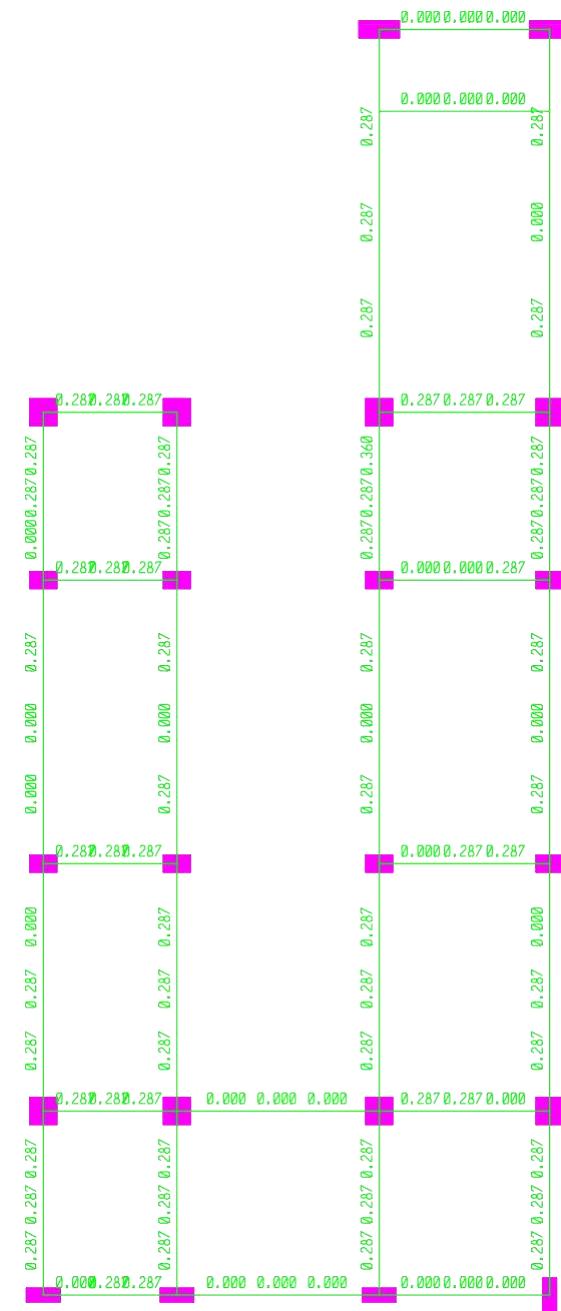
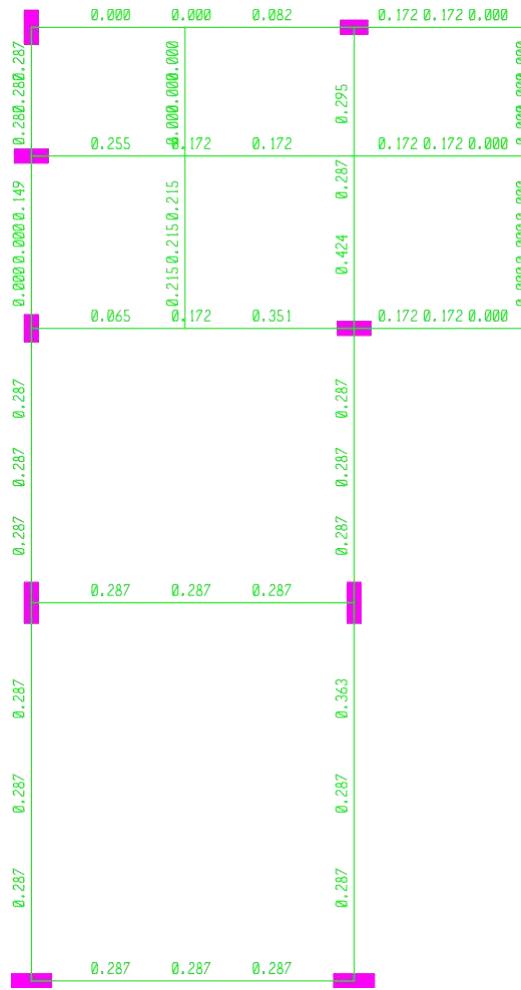


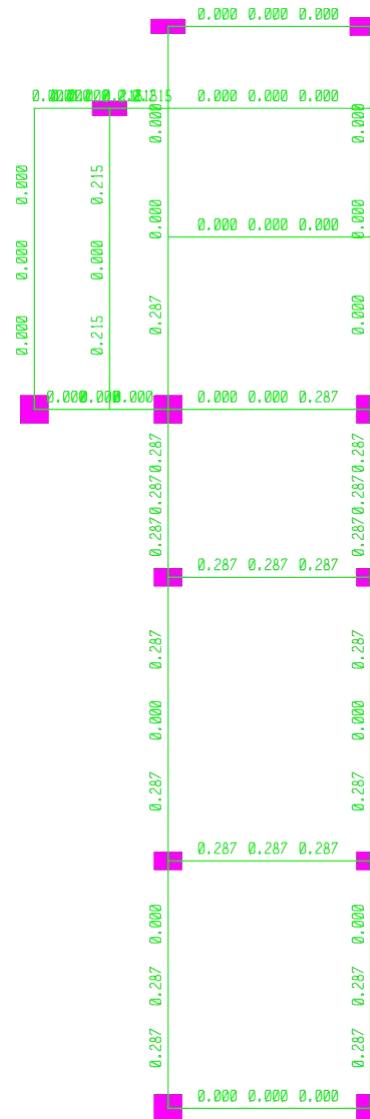






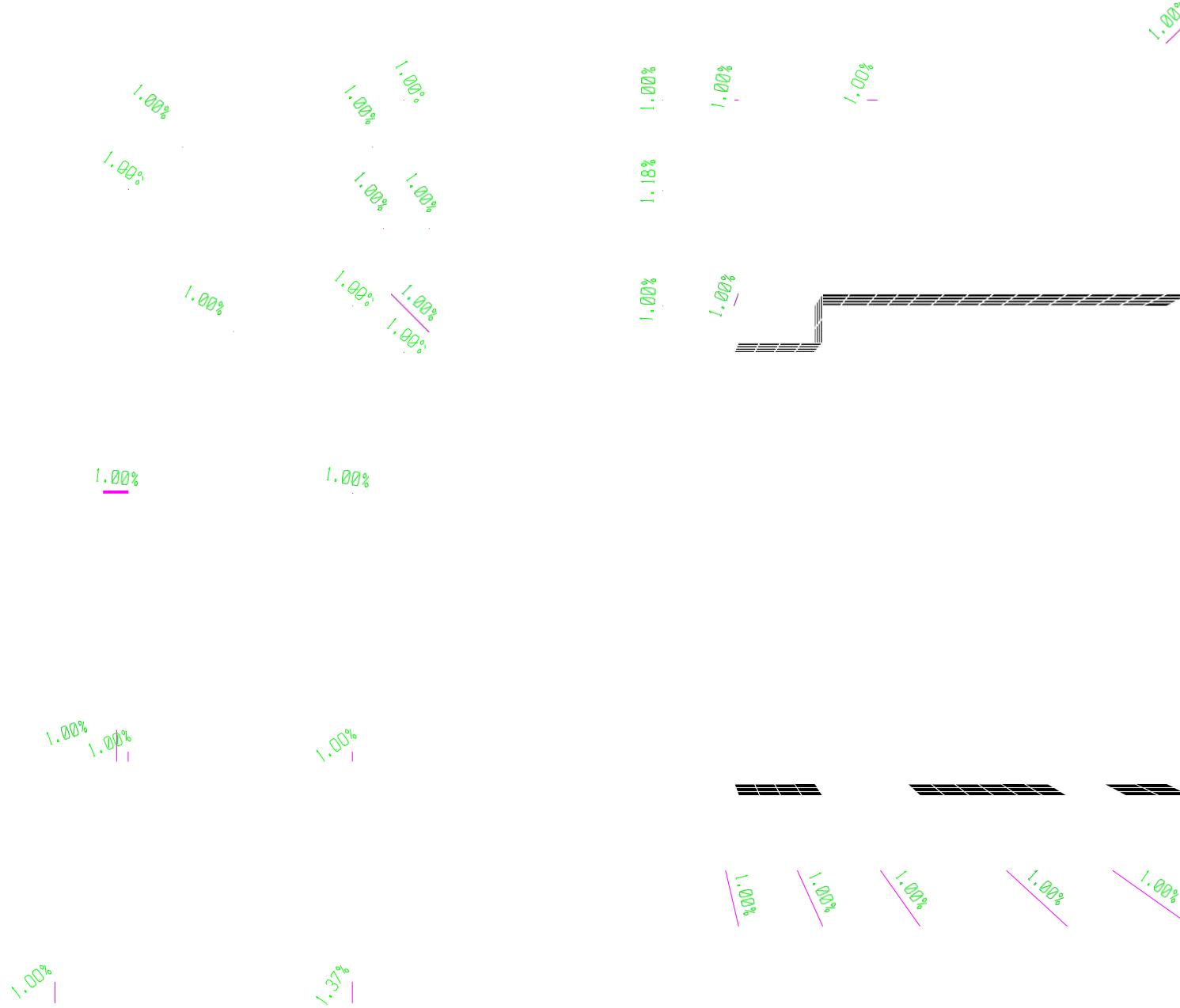






**KOLOM**

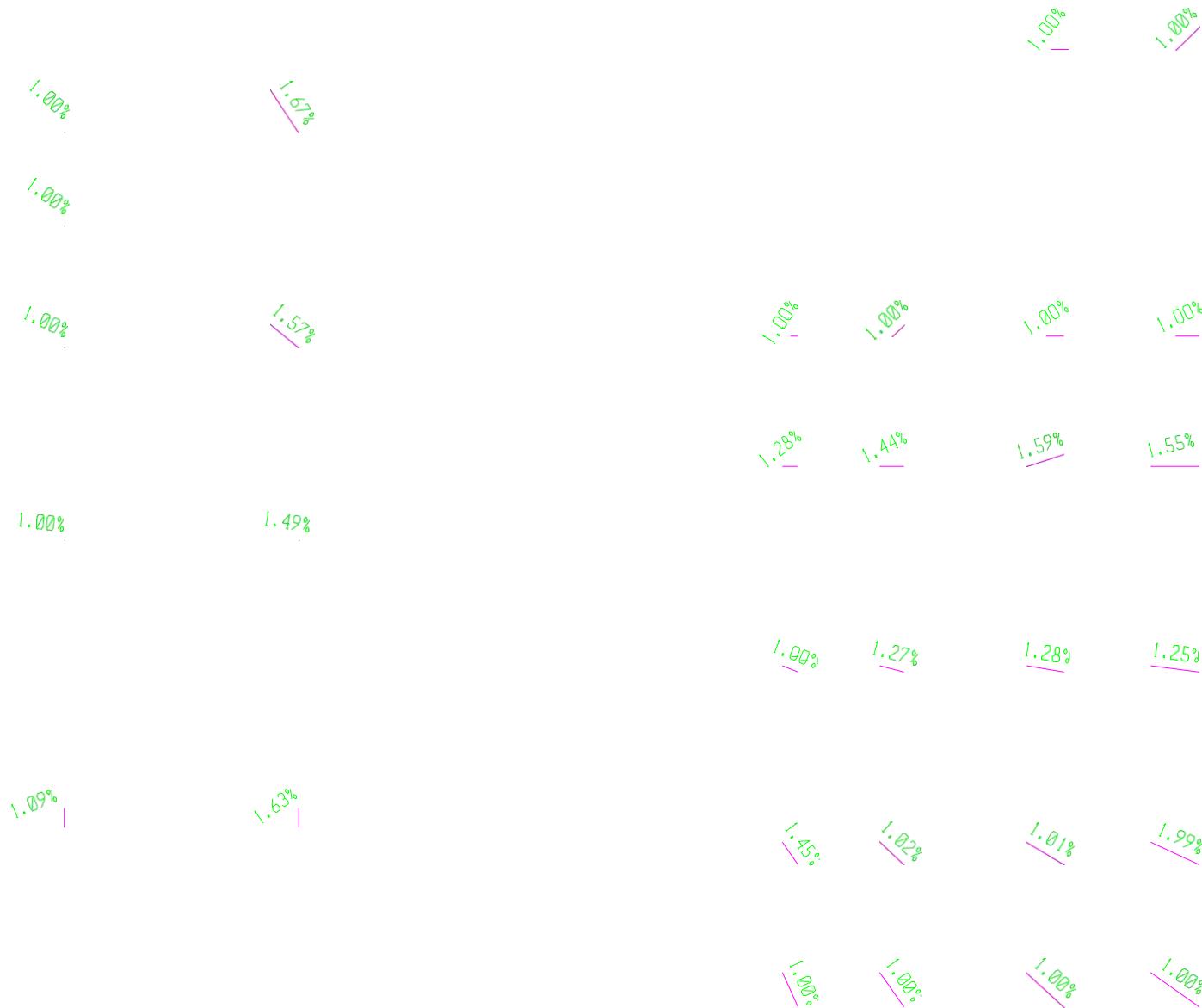




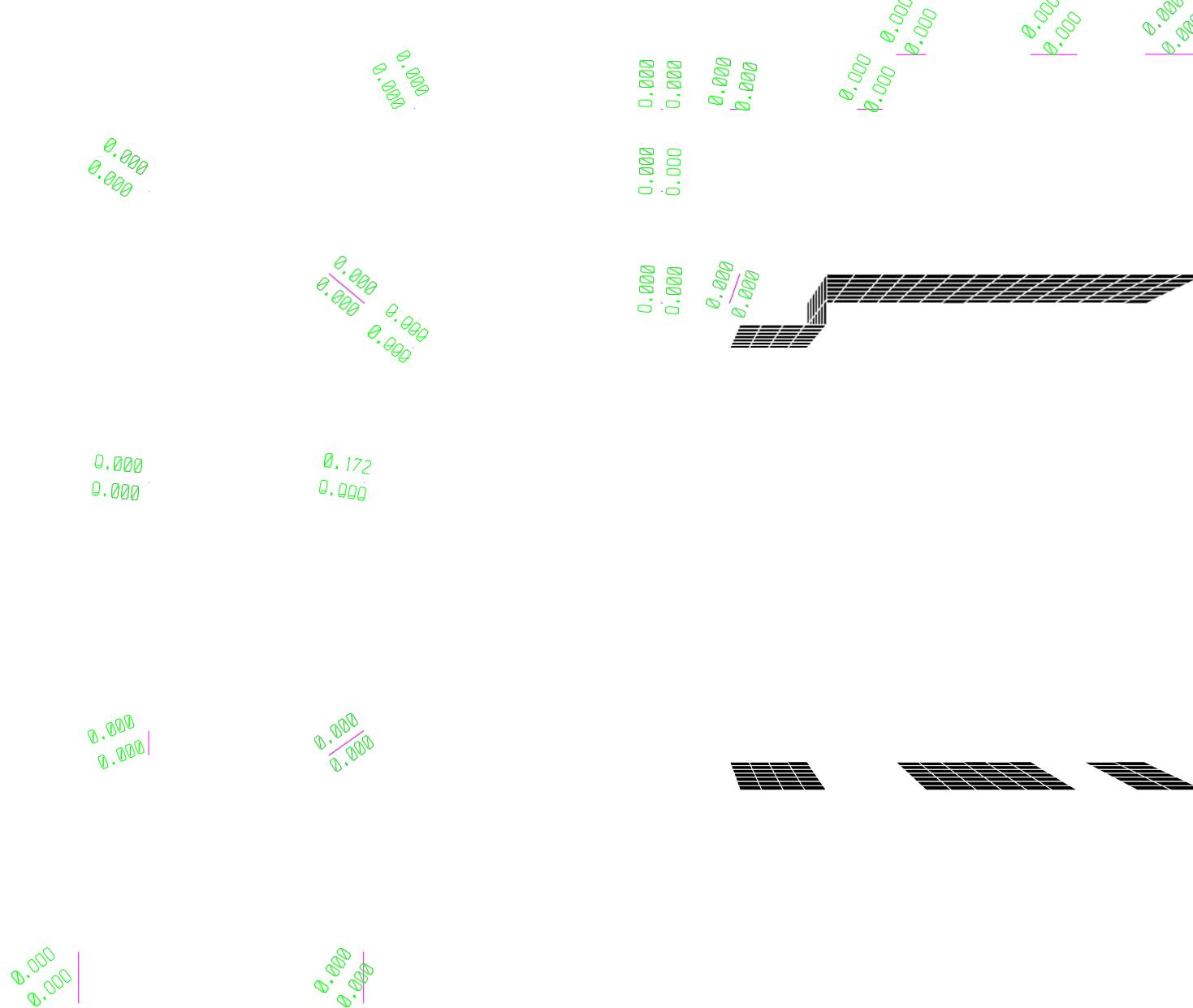
A 3D view of a structural model, likely a beam or slab, showing rebar percentage annotations. The annotations are placed at various points along the structure, indicating the percentage of reinforcement. The text is written in green and magenta, with a small diagonal line extending from each text element.

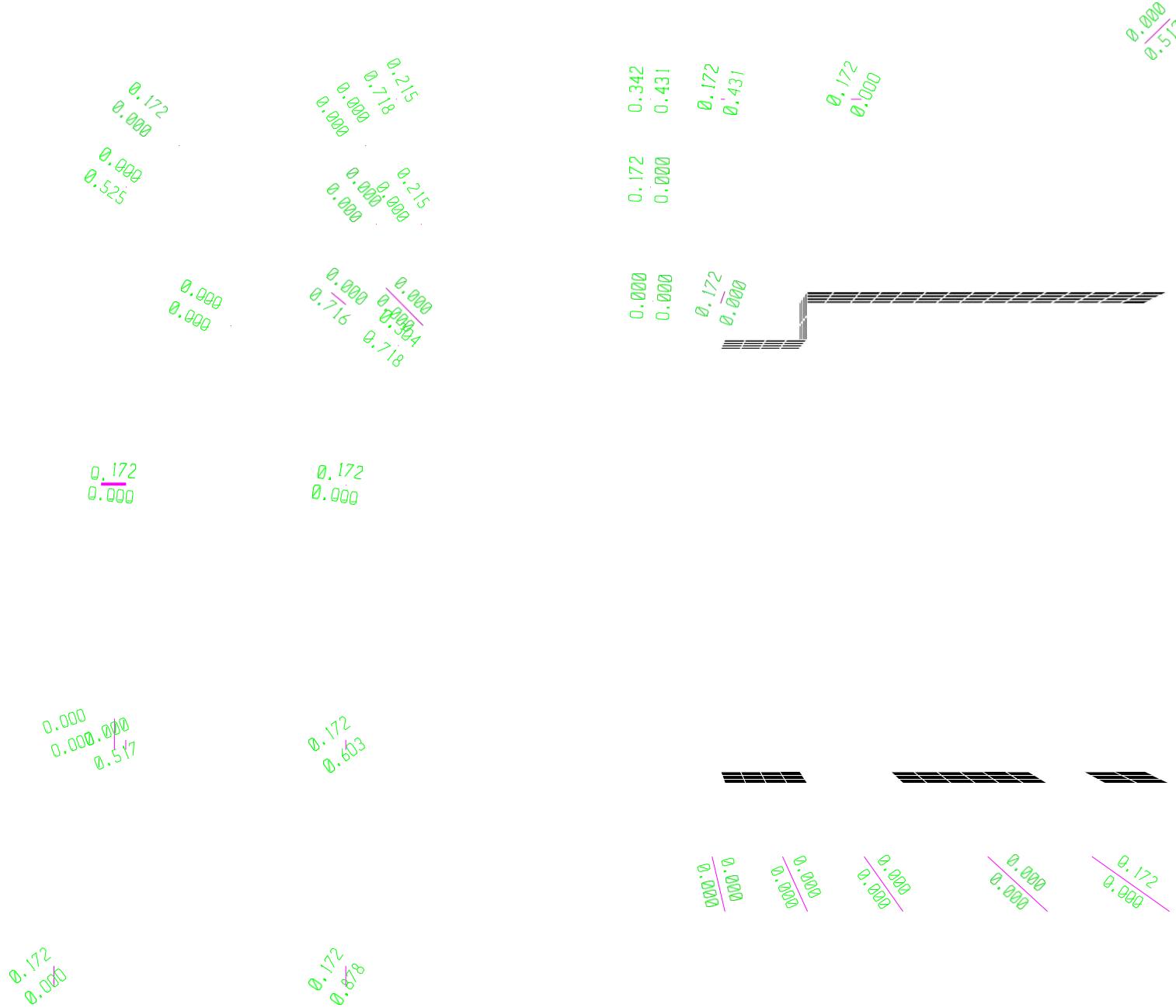
Annotations visible:

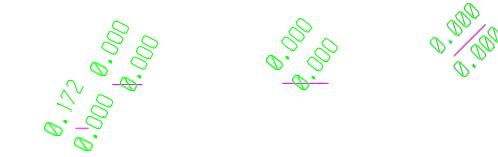
- /.00% /.00%
- /.00%
- /.00%





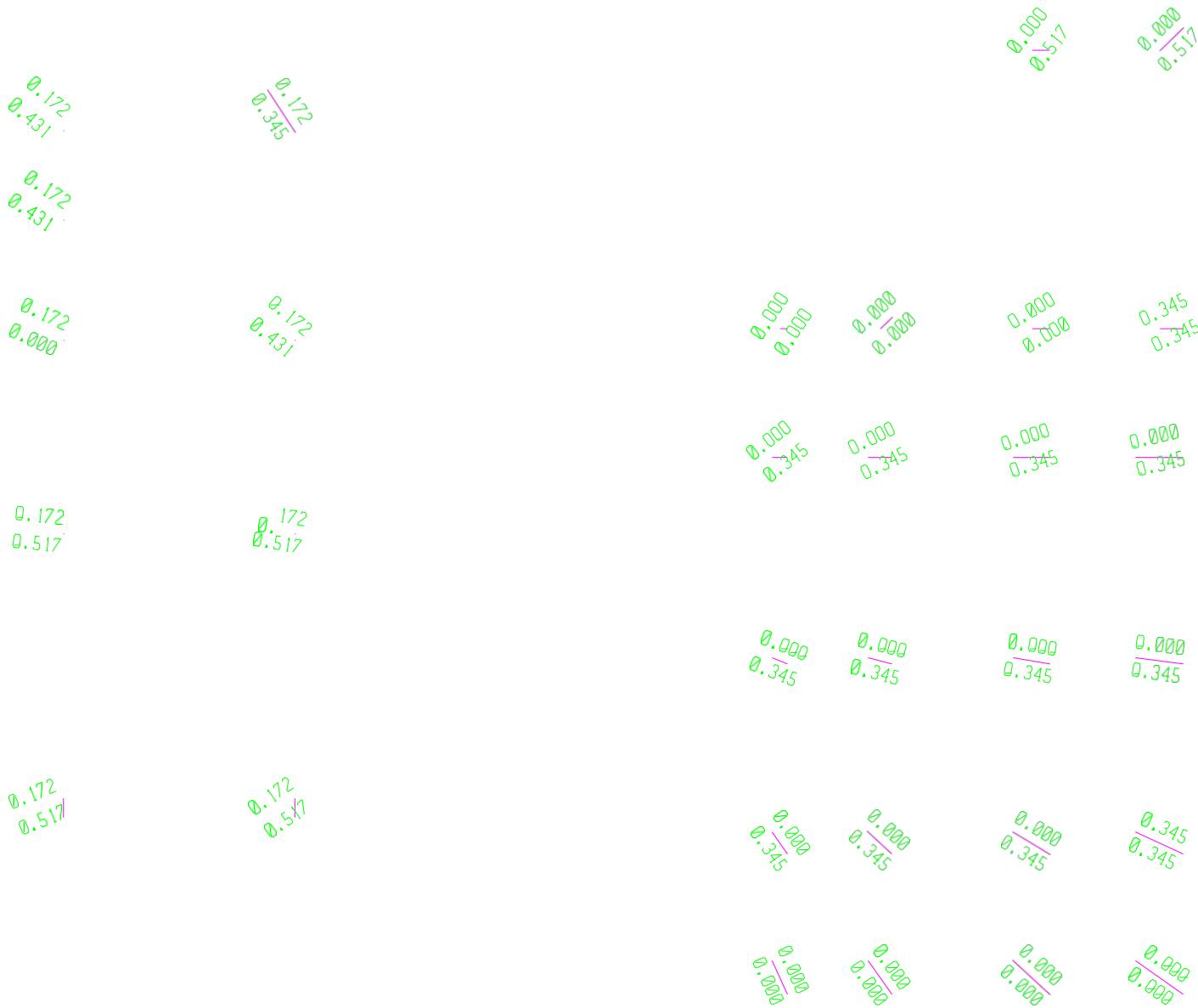






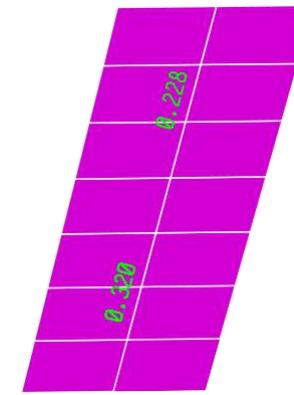
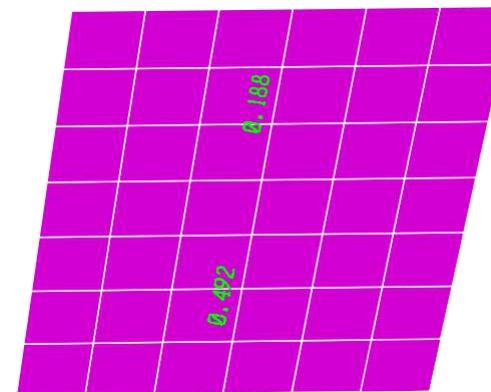
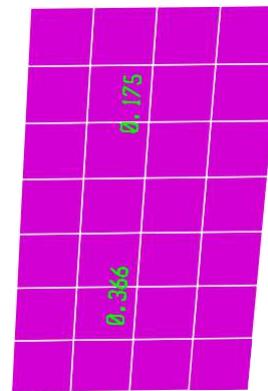
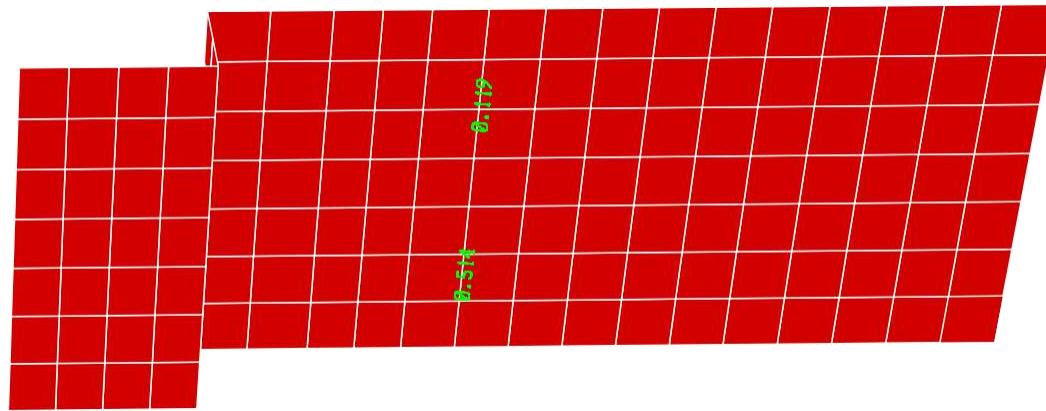
Φ 1/2  
Φ .000  
Φ .000  
Φ .000  
Φ .000

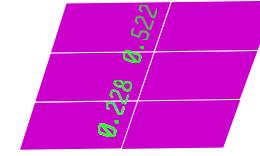
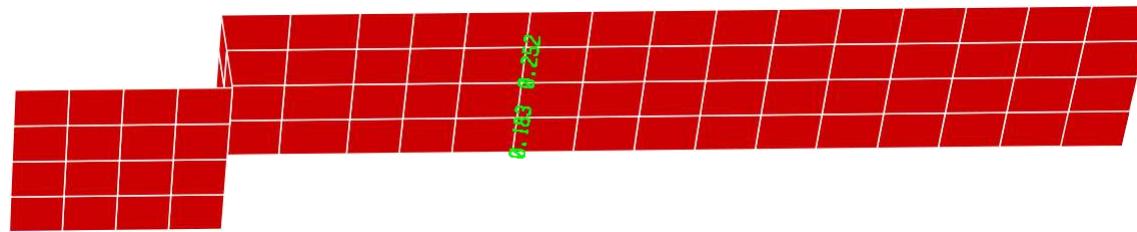


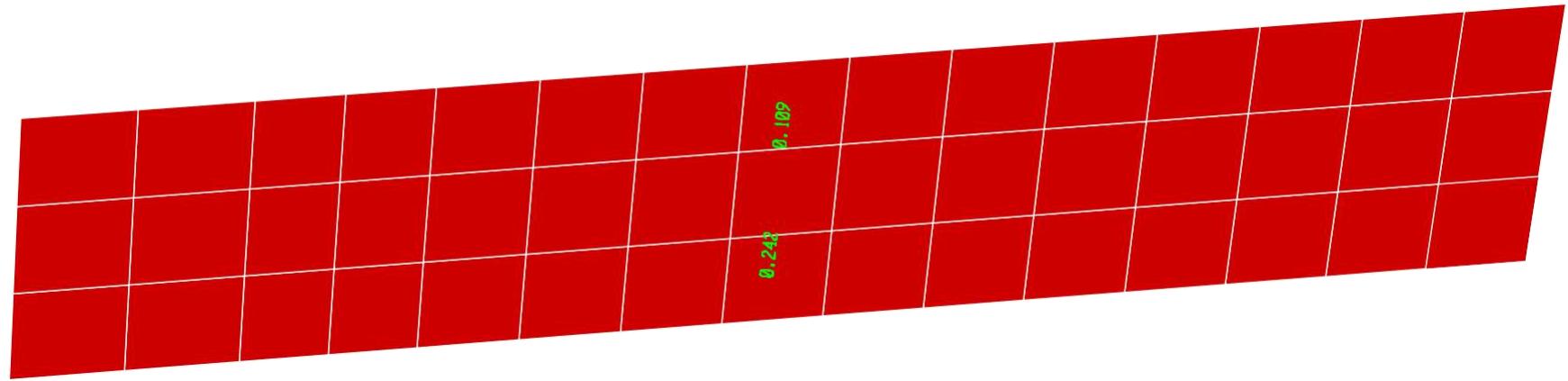




**SHEARWALL**







## **PONDASI BORED PILE**

**ANALISA PONDASI BORED PILE Ø 400 MM (KOLOM)**

Story	Point	Load	FX	FY	FZ	Kebutuhan Tiang			Jumlah Tiang	Tipe Pilecap
						Lateral X	Lateral Y	Tekan Z		
BASE	1	COMB1	1.86	0.52	23.43	1	1	0.7	2	P2B
BASE	2	COMB1	-2.04	0.67	32.07	1	1	0.9	2	P2B
BASE	10	COMB1	0.07	-0.17	8.95	1	1	0.2	1	P1
BASE	11	COMB1	-0.03	-0.22	17.53	1	1	0.4	1	P1
BASE	12	COMB1	0.05	-0.3	23.59	1	1	0.5	1	P1
BASE	13	COMB1	-0.15	-0.3	24.13	1	1	0.6	1	P1
BASE	14	COMB1	0.07	-0.88	22.59	1	1	0.5	1	P1
BASE	32	COMB1	-0.02	-0.3	10.26	1	1	0.3	1	P3
BASE	33	COMB1	0.57	0	45.87	1	0	1.2	2	
BASE	34	COMB1	0.14	0.06	71.15	1	1	1.9	3	P3
BASE	49	COMB1	0.32	-0.48	45.11	1	1	1.2	2	P2
BASE	50	COMB1	0.18	-1.56	71.22	1	1	1.9	3	P3
BASE	64	COMB1	0.18	-0.02	34.36	1	1	2.1	3	P3A
BASE	75	COMB1	-0.06	0.12	16.49					
BASE	77	COMB1	0.05	0.17	28.9	1	1	0.8	1	P1
BASE	73	COMB1	-0.74	-0.14	33.84					
BASE	79	COMB1	-0.18	0.28	22.72	1	1	0.5	1	P1
BASE	103	COMB1	0.94	-0.1	26.84	1	1	0.6	1	P1
BASE	105	COMB1	-0.36	0.02	19.81	1	1	0.5	1	P4
BASE	106	COMB1	0.1	0.02	29.19	1	1	0.7	1	
BASE	113	COMB1	-0.02	0.14	21.87	1	1	0.5	1	P4
BASE	115	COMB1	0.04	0	19.21	1	0	0.5	1	
BASE	108	COMB1	-0.53	-0.02	20.13	1	1	0.5	1	P1
BASE	111	COMB1	0.27	-0.02	12.14	1	1	0.3	1	P1
BASE	117	COMB1	-0.37	0	15.81	1	0	0.4	1	P1
BASE	118	COMB1	0.2	-0.21	10.66	1	1	0.3	1	P1A
BASE	120	COMB1	1.26	-0.36	37.47	1	1	1	2	P2A
BASE	124	COMB1	0.33	-0.38	9.26	1	1	0.2	Caping Beam	
BASE	125	COMB1	0.48	-1.53	37.2	1	1	0.8		
BASE	126	COMB1	0.4	-1.15	27.39	1	1	0.6		

**ANALISA PONDASI BORED PILE Ø 400 MM (SHEARWALL)**

<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
BASE	66	COMB1	0.28	0.55	36.09
BASE	67	COMB1	-0.63	-1.36	-3.42
BASE	68	COMB1	-1.44	-0.68	5.79
BASE	69	COMB1	-1.99	-1.48	6.99
BASE	70	COMB1	-2.91	-1.78	65.38
<b>Total</b>			0.28	0.55	114.25
			-6.97	-5.3	0
<b>Kebutuhan Tiang</b>			3	3	3
<b>Jumlah Tiang</b>			3		
<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
BASE	70	COMB1	-2.91	-1.78	65.38
BASE	71	COMB1	1.05	0.18	-6.73
BASE	80	COMB1	-0.08	0.3	4.63
BASE	81	COMB1	1.74	-3.22	-4.87
<b>Total</b>			2.79	0.48	70.01
			-2.99	-5	-11.6
<b>Kebutuhan Tiang</b>			2	3	1.9
<b>Jumlah Tiang</b>			3		
<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
BASE	81	COMB1	1.74	-3.22	-4.87
BASE	82	COMB1	0.31	-1.66	16.5
BASE	83	COMB1	0.39	-0.52	19.27
BASE	84	COMB1	0.52	-0.07	13.05
BASE	85	COMB1	0.77	-1.04	27.44
BASE	86	COMB1	1	-0.37	15.5
BASE	87	COMB1	1.13	-0.52	16.39
BASE	88	COMB1	1.19	-1.62	26.12
BASE	89	COMB1	1.16	-0.66	18.46
BASE	90	COMB1	1.02	-0.71	19.06
BASE	91	COMB1	0.76	-1.03	37.87
BASE	92	COMB1	0.34	-0.76	21.59
BASE	93	COMB1	-0.28	-0.87	22.86
BASE	94	COMB1	-1.14	-1.23	23.78
BASE	95	COMB1	-2.15	-2.49	24.98
BASE	96	COMB1	-3.36	1.05	32.29
<b>Total</b>			10.33	1.05	335.16
			-6.93	-16.77	-4.87
<b>Kebutuhan Tiang</b>			5	7	8.8
<b>Jumlah Tiang</b>			9		
<b>Jumlah Tiang</b>			21		
<b>Tipe Pilecap</b>			P21		

**ANALISA PONDASI BORED PILE Ø 400 MM (SHEARWALL)**

<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
Story	Point	Load	FX	FY	FZ
BASE	16	COMB1	1.6	-1.06	14.91
BASE	17	COMB1	1.31	3.3	12.51
BASE	18	COMB1	0.72	2.36	14.01
BASE	19	COMB1	-0.23	3.93	15
BASE	20	COMB1	-1.92	-1.68	31.36
<b>Total</b>			3.63	9.59	87.79
			-2.15	-2.74	0
<b>Kebutuhan Tiang</b>			2	4	2.3
<b>Jumlah Tiang</b>			6		
<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
BASE	21	COMB1	-0.2	-1.01	22.19
BASE	22	COMB1	-0.32	3.57	4.38
BASE	23	COMB1	-0.94	2.3	10.68
BASE	24	COMB1	-1.58	3.16	24.14
BASE	25	COMB1	-2.25	2.45	20.37
BASE	26	COMB1	-2.94	4.52	25.89
BASE	27	COMB1	-4.2	-1.98	35.87
<b>Total</b>			0	16	143.52
			-12.43	-2.99	0
<b>Kebutuhan Tiang</b>			6	7	3.8
<b>Jumlah Tiang</b>			6		
<b>Story</b>	<b>Point</b>	<b>Load</b>	<b>FX</b>	<b>FY</b>	<b>FZ</b>
BASE	28	COMB1	6.2	-1.12	31.41
BASE	29	COMB1	3.67	6.63	33.72
BASE	30	COMB1	0.45	0.79	24.39
<b>Total</b>			10.32	7.42	89.52
			0	-1.12	0
<b>Kebutuhan Tiang</b>			5	4	2.4
<b>Jumlah Tiang</b>			4		
<b>Jumlah Tiang</b>			<b>16</b>		
<b>Tipe Pilecap</b>			<b>P16</b>		

**PILECAP**

## PONDASI TIPE P1 / P1A / P1B / P1C / P4

### • CEK GESER

Dimensi pondasi :  
 bx = 80 cm  
 by = 80 cm  
 t = 80 cm  
 d = t - 7,5 cm  
 = 72,5 cm

Dimensi kolom :  
 b (c1) = 50 cm  
 h (c2) = 20 cm  
 dimana c1 > c2

Data beban :  
 Pu kolom = 90 Ton  
 P aktual pondasi = 60 Ton

Material :  
 K beton = 300 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c = 25 MPa  
 fy = 400 Mpa

#### Geser 2 Arah (Two Way Shear)

$$\begin{aligned}\alpha_s &= 20 \text{ (Kolom Sudut)} \\ \beta_c &= c_1/c_2 \\ &= 2.5 \\ b_o &= 2^*(c_1+c_2+2*d) \\ &= 430 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$1. \quad V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 466688.8 \text{ kg}$$

$$2. \quad V_c = \left(\frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2\right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 696415.5 \text{ kg}$$

$$3. \quad V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{f'c} * b_o * d \\ = 518543.1 \text{ kg}$$

Diambil Vc = 466688.8 kg  
 φVc = 350016.6 kg

Pu kolom ≤ φVc  
 90000.0 ≤ 350016.6 kg

**OKE**

### • TULANGAN PONDASI

#### Arah 1 - 1

Mu = 36 Ton-m = 360000000 N-mm  
 Ø = 0.8 mm  
 b = 800 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

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

$$= 1.0702$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}}\right) \quad \rho_{min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0027 \quad = 0.0018$$

ρ yang digunakan = 0.0027

As tul. perlu = ρ \* b \* d = 1593.07 mm<sup>2</sup>

Digunakan tulangan :

$$D 16 - 100 = 1809.56 \text{ mm}^2 > 1593.07 \text{ mm}^2$$

**OKE**

#### Arah 2 - 2

Mu = 27 Ton-m = 270000000 N-mm  
 Ø = 0.8 mm  
 b = 800 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

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

$$= 0.8026$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}}\right) \quad \rho_{min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0020 \quad = 0.0018$$

ρ yang digunakan = 0.0020

As tul. perlu = ρ \* b \* d = 1186.74 mm<sup>2</sup>

Digunakan tulangan :

$$D 16 - 100 = 1809.56 \text{ mm}^2 > 1186.74 \text{ mm}^2$$

**OKE**

## PONDASI TIPE P2 / P2A / P2B / P3A / P3B

### • CEK GESER

Dimensi pondasi :  
 bx = 200 cm  
 by = 80 cm  
 t = 80 cm  
 d = t - 7,5 cm  
 = 72,5 cm

Dimensi kolom :  
 b (c1) = 50 cm  
 h (c2) = 20 cm  
 dimana c1 > c2

Data beban :

Pu kolom = 180 Ton  
 P aktual pondasi = 120 Ton

Material :

K beton = 300 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c = 25 MPa  
 fy = 400 Mpa

#### Geser 2 Arah (Two Way Shear)

$\alpha_s$  = 20 (Kolom Sudut)  
 $\beta_c$  = c1/c2  
 = 2.5  
 $b_o$  = 2\*(c1+c2+2\*d)  
 = 430 cm

$$1. \quad V_c = \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12}$$

$$= 466688.8 \text{ kg}$$

$$2. \quad V_c = \left( \frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2 \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12}$$

$$= 696415.5 \text{ kg}$$

$$3. \quad V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$= 518543.1 \text{ kg}$$

Diambil Vc = 466688.8 kg  
 $\phi V_c$  = 350016.6 kg

Pu kolom  $\leq \phi V_c$   
 180000.0  $\leq$  350016.6 kg

**OKE**

### • TULANGAN PONDASI

#### Arah 1 - 1

Mu = 40.5 Ton-m = 40500000 N-mm  
 Ø = 0.8  
 b = 800 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{M_u}{\bar{\sigma} * b * d^2}$$

$$= 1.2039$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c}$$

$$= 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right)$$

$$= 0.0031$$

$$\rho \text{ min} = \frac{0.70}{f_y}$$

$$= 0.0018$$

$\rho$  yang digunakan = 0.0031

As tul. perlu =  $\rho * b * d$  = 1798.38 mm<sup>2</sup>

Digunakan tulangan :

D 16 - 100 = 1809.56 mm<sup>2</sup> > 1798.38 mm<sup>2</sup>

**OKE**

#### Arah 2 - 2

Mu = 90 Ton-m = 90000000 N-mm  
 Ø = 0.8  
 b = 2000 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{M_u}{\bar{\sigma} * b * d^2}$$

$$= 1.0702$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c}$$

$$= 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right)$$

$$= 0.0027$$

$$\rho \text{ min} = \frac{0.70}{f_y}$$

$$= 0.0018$$

$\rho$  yang digunakan = 0.0027

As tul. perlu =  $\rho * b * d$  = 3982.68 mm<sup>2</sup>

Digunakan tulangan :

D 16 - 100 = 4222.30 mm<sup>2</sup> > 3982.68 mm<sup>2</sup>

**OKE**

## PONDASI TIPE P3

### • CEK GESEN

Dimensi pondasi :  
 bx = 80 cm  
 by = 80 cm  
 t = 80 cm  
 d = t - 7,5 cm  
 = 72,5 cm

Dimensi kolom :  
 b (c1) = 60 cm  
 h (c2) = 20 cm  
 dimana c1 > c2

Data beban :  
 Pu kolom = 270 Ton  
 P aktual pondasi = 180 Ton

Material :  
 K beton = 300 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c = 25 MPa  
 fy = 400 Mpa

### Gesen 2 Arah (Two Way Shear)

$$\begin{aligned}\alpha_s &= 20 \text{ (Kolom Sudut)} \\ \beta_c &= c_1/c_2 \\ &= 3 \\ b_o &= 2*(c_1+c_2+2*d) \\ &= 450 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$1. \quad V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta_c}\right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 452217.8 \text{ kg}$$

$$2. \quad V_c = \left(\frac{\alpha_s * d}{b_o} + 2\right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 708474.6 \text{ kg}$$

$$3. \quad V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{f'c} * b_o * d \\ = 542661.4 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Diambil } V_c &= 452217.8 \text{ kg} \\ \phi V_c &= 339163.4 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pu kolom} &\leq \phi V_c \\ 270000.0 &\leq 339163.4 \text{ kg}\end{aligned}$$

OKE

### • TULANGAN PONDASI

#### Arah 1 - 1

Mu = 33.75 Ton-m = 33750000 N-mm  
 Ø = 0.8 mm  
 b = 800 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{Mu}{Ø * b * d^2}$$

$$= 1.0033$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{fy}}\right) \quad \rho_{min} = \frac{0.70}{fy} \\ = 0.0026 \quad = 0.0018$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0026$$

$$\text{As tul. perlu} = \rho * b * d = 1490.96 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan :

$$D 16 - 100 = 1809.56 \text{ mm}^2 > 1490.96 \text{ mm}^2$$

OKE

#### Arah 2 - 2

Mu = 40.03 Ton-m = 40030000 N-mm  
 Ø = 0.8 mm  
 b = 800 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{Mu}{Ø * b * d^2}$$

$$= 1.1900$$

$$m = \frac{fy}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{fy}}\right) \quad \rho_{min} = \frac{0.70}{fy} \\ = 0.0031 \quad \text{ul. perlu} = \rho * b * d =$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0031$$

OKE

A  
S  
t

## **PONDASI TIPE P3**

### **• CEK GESER**

Dimensi pondasi :

1776.87 mm<sup>2</sup>

Dimensi kolom :

=  
0  
.0  
1  
8

Digunakan tulangan :

D 16 - 100 = 1809.56 mm<sup>2</sup> > 1776.87 mm<sup>2</sup>

OKE

## PONDASI TIPE P16

### • CEK GESEN

Dimensi pondasi :  
 bx = 327 cm  
 by = 200 cm  
 t = 80 cm  
 d = t - 7,5 cm  
 = 72,5 cm

Dimensi kolom :  
 b (c1) = 300 cm  
 h (c2) = 50 cm  
 dimana c1 > c2

Data beban :  
 Pu kolom = 540 Ton  
 P aktual pondasi = 360 Ton

Material :  
 K beton = 300 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c = 25 MPa  
 fy = 400 Mpa

### Gesen 2 Arah (Two Way Shear)

$$\begin{aligned}\alpha_s &= 20 \text{ (Kolom Sudut)} \\ \beta_c &= c_1/c_2 \\ &= 6 \\ b_o &= 2*(c_1+c_2+2*d) \\ &= 990 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$1. \quad V_c = \left( z + \frac{4}{\beta_c} \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 795903.4 \text{ kg}$$

$$2. \quad V_c = \left( \frac{\alpha_s * d}{b_o} + z \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 1034071.5 \text{ kg}$$

$$3. \quad V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{f'c} * b_o * d \\ = 1193855.1 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned}\text{Diambil } V_c &= 795903.4 \text{ kg} \\ \phi V_c &= 596927.6 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pu kolom} &\leq \phi V_c \\ 540000.0 &\leq 596927.6 \text{ kg}\end{aligned}$$

**OKE**

### • TULANGAN PONDASI

#### Arah 1 - 1

Mu = 94.5 Ton-m = 94500000 N-mm  
 Ø = 0.8 mm  
 b = 3271 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

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

$$= 0.6870$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right) \quad \rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0017 \quad = 0.0018$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0018$$

$$\text{As tul. perlu} = \rho * b * d = 4150.08 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan :

$$2 D 16 - 150 = 8846.72 \text{ mm}^2 > 4150.08 \text{ mm}^2$$

**OKE**

b = 2000 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{M_u}{\phi * b * d^2} \\ = 0.0000$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right) \quad \rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0000 \quad = 0.0018$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0018$$

$$\text{As tul. perlu} = \rho * b * d = 2537.5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan :

$$2 D 16 - 150 = 5629.73 \text{ mm}^2 > 2537.50 \text{ mm}^2$$

**OKE**

## PONDASI TIPE P16

### • CEK GESER

Dimensi pondasi :

Dimensi kolom :

Arah 2 -2

$$\begin{array}{lcl} Mu & = & 0 \text{ Ton-m} \\ \emptyset & = & 0.8 \end{array} \quad = \quad 0 \text{ N-mm}$$

$$\begin{array}{lcl} b & = & 2000 \text{ mm} \\ d & = & 725 \text{ mm} \\ fy & = & 400 \text{ Mpa} \\ fc' & = & 24.9 \text{ Mpa} \end{array}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset * b * d^2} = 0.0000$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right) \quad \rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y} = 0.0018$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0018$$

$$\text{As tul. perlu} = \rho * b * d = 2537.5 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan :

$$2 D 16 - 150 = 5629.73 \text{ mm}^2 > 2537.50 \text{ mm}^2$$

OKE

## PONDASI TIPE P21

### • CEK GESEN

Dimensi pondasi :  
 bx = 1040 cm  
 by = 200 cm  
 t = 80 cm  
 d = t - 7,5 cm  
 = 72,5 cm

Dimensi kolom :  
 b (c1) = 945 cm  
 h (c2) = 40 cm  
 dimana c1 > c2

Data beban :  
 Pu kolom = 682.5 Ton  
 P aktual pondasi = 455 Ton

Material :  
 K beton = 300 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c = 25 MPa  
 fy = 400 Mpa

### Gesen 2 Arah (Two Way Shear)

$\alpha_s$  = 20 (Kolom Sudut)  
 $\beta_c$  =  $c_1/c_2$   
 = 23.625  
 $b_o$  =  $2*(c_1+c_2+2*d)$   
 = 2260 cm

$$1. \quad V_c = \left( z + \frac{4}{\beta_c} \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 1478042.5 \text{ kg}$$

$$2. \quad V_c = \left( \frac{\alpha_s * d}{b_o} + z \right) * \frac{\sqrt{f'c} * b_o * d}{12} \\ = 1799827.0 \text{ kg}$$

$$3. \quad V_c = \frac{1}{3} * \sqrt{f'c} * b_o * d \\ = 2725366.2 \text{ kg}$$

Diambil Vc = 1478042.5 kg  
 $\phi V_c$  = 1108531.9 kg

Pu kolom  $\leq \phi V_c$   
 682500.0  $\leq 1108531.9 \text{ kg}$

**OKE**

### • TULANGAN PONDASI

#### Arah 1 - 1

Mu = 549 Ton-m = 5490000000 N-mm

$\emptyset$  = 0.8  
 b = 10400 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset * b * d^2}$$

$$= 1.2554$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right) \quad \rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0032 \quad = 0.0018$$

$\rho$  yang digunakan = 0.0032

As tul. perlu =  $\rho * b * d = 24410.6 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan :

2 D 16 - 150 = 28148.67 mm<sup>2</sup> > 24410.58 mm<sup>2</sup>

**OKE**

b = 2000 mm  
 d = 725 mm  
 fy = 400 Mpa  
 fc' = 24.9 Mpa

$$R_n = \frac{M_u}{\emptyset * b * d^2} \\ = 0.0000$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c} \\ = 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right) \quad \rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y} \\ = 0.0000 \quad = 0.0018$$

$\rho$  yang digunakan = 0.0018

As tul. perlu =  $\rho * b * d = 2537.5 \text{ mm}^2$

Digunakan tulangan :

2 D 16 - 150 = 5629.73 mm<sup>2</sup> > 2537.50 mm<sup>2</sup>

**OKE**

## PONDASI TIPE P21

### • CEK GESEN

Dimensi pondasi :

Dimensi kolom :

#### Arah 2 - 2

$$\begin{array}{lll} Mu & = & 0 \text{ Ton-m} \\ \emptyset & = & 0.8 \end{array}$$

= 0 N-mm

$$\begin{array}{ll} b & = 2000 \text{ mm} \\ d & = 725 \text{ mm} \\ f_y & = 400 \text{ Mpa} \\ f_{c'} & = 24.9 \text{ Mpa} \end{array}$$

$$R_n = \frac{Mu}{\emptyset * b * d^2}$$

$$= \frac{0.0000}{0.0000}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 * f'c}$$

$$= 18.8991$$

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 * m * R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{0.0000}{0.0000}$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.70}{f_y}$$

$$= \frac{0.0018}{0.0018}$$

$$\rho \text{ yang digunakan} = 0.0018$$

$$\text{As tul. perlu} = \rho * b * d = 2537.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Digunakan tulangan :}$$

2 D 16	-	150	=	5629.73 mm <sup>2</sup>	>	2537.50 mm <sup>2</sup>
--------	---	-----	---	-------------------------	---	-------------------------

**OKE**

## **V. KESIMPULAN**

Hasil dari Analisa ini menunjukkan bahwa beban gempa yang diterima oleh struktur rumah tinggal ini relative besar sehingga memerlukan system shear wall untuk membantu menyerap gaya gempa.

## **VI. DAFTAR PUSTAKA**

- ACI 318-14. (2014). Building Code Requirements for Structural Concrete. USA : University of Texas.
- Badan Standarisasi Nasional . (2019). SNI 2847-2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan Gedung dan penjelasan, Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional . (2019). SNI 1726-2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung, Jakarta
- Bowles,J.E. (1988). Foundation Analysis and Design, 4<sup>th</sup> Ed. McGraw-Hill Book Company, New York
- Wight, J. K. (2016). *Reinforced concrete, Mechanics and Design*, 7<sup>th</sup> Ed. Pearson, UK.