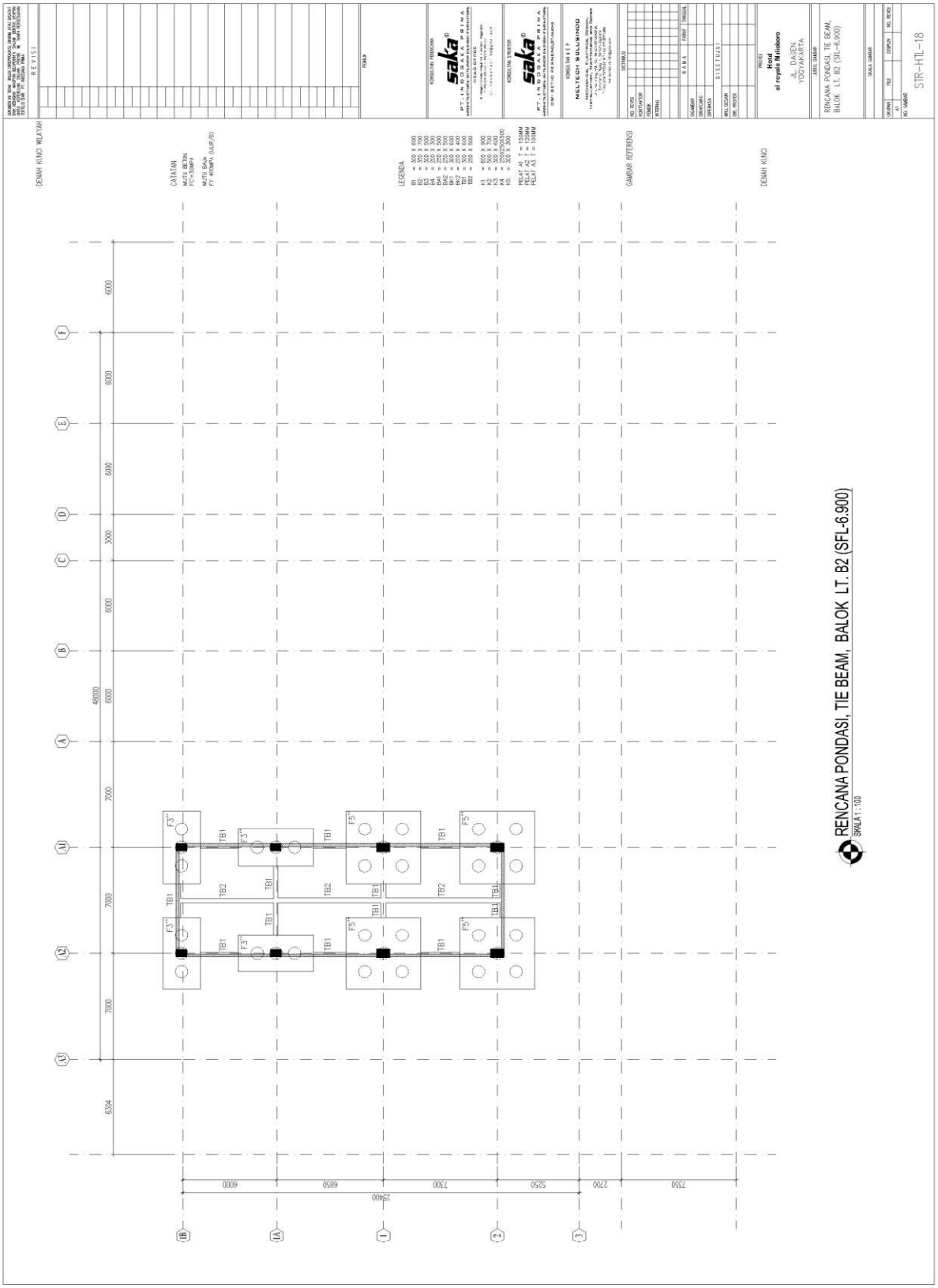
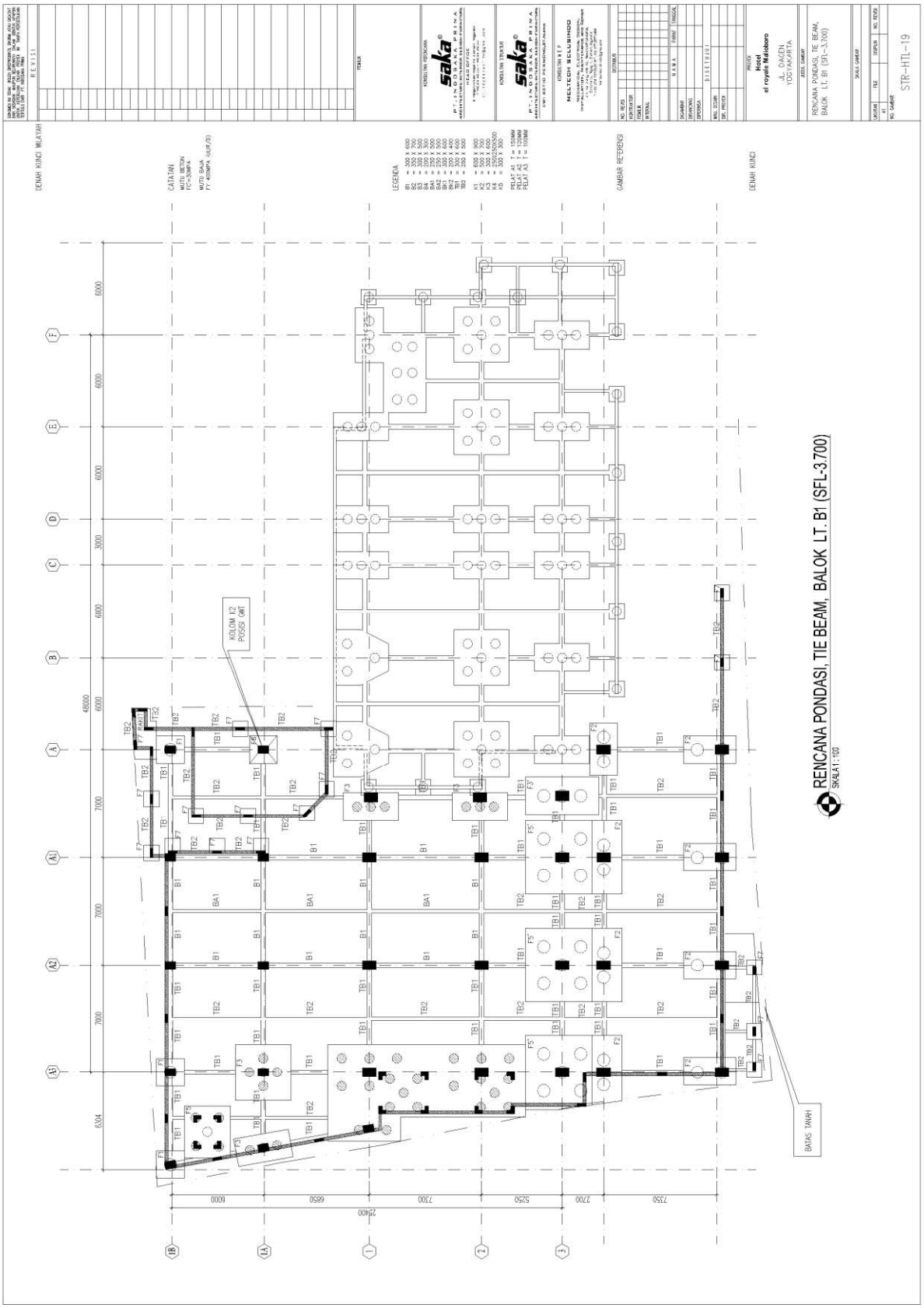
LAMPIRAN

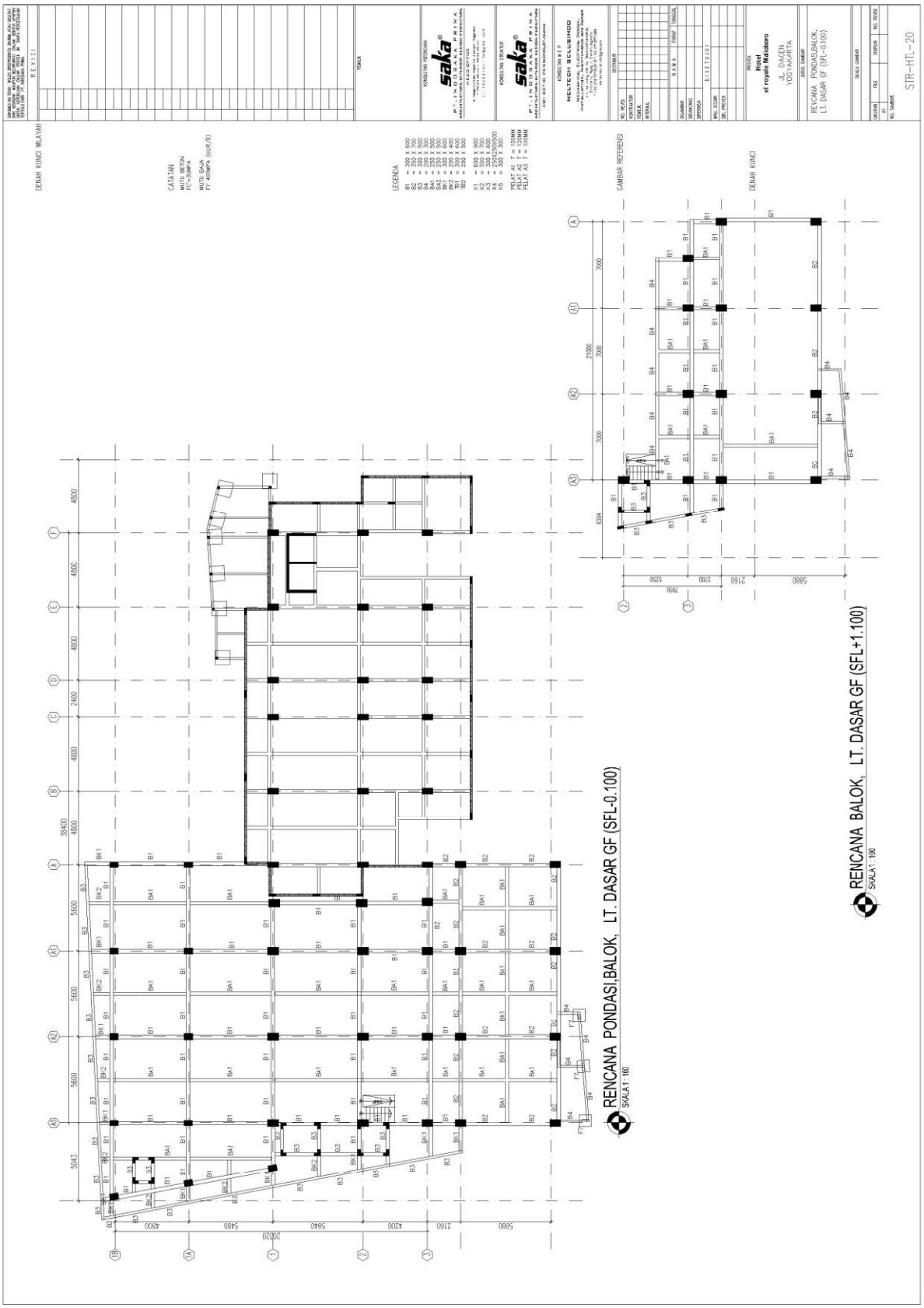
Lampiran 1. Gambar struktur Hotel EL Royale



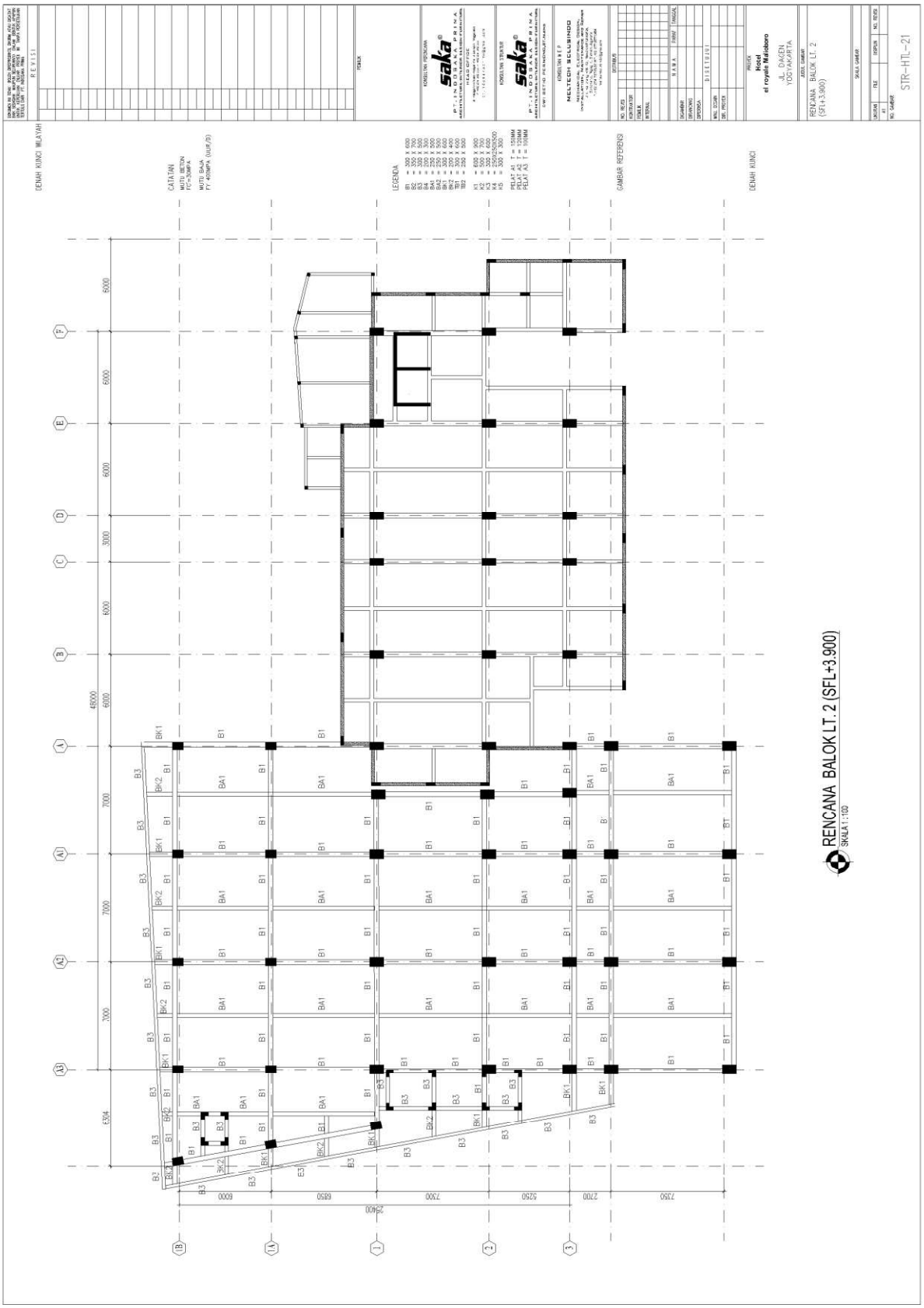
Gambar 1 Denah pondasai lantai *basement* 2



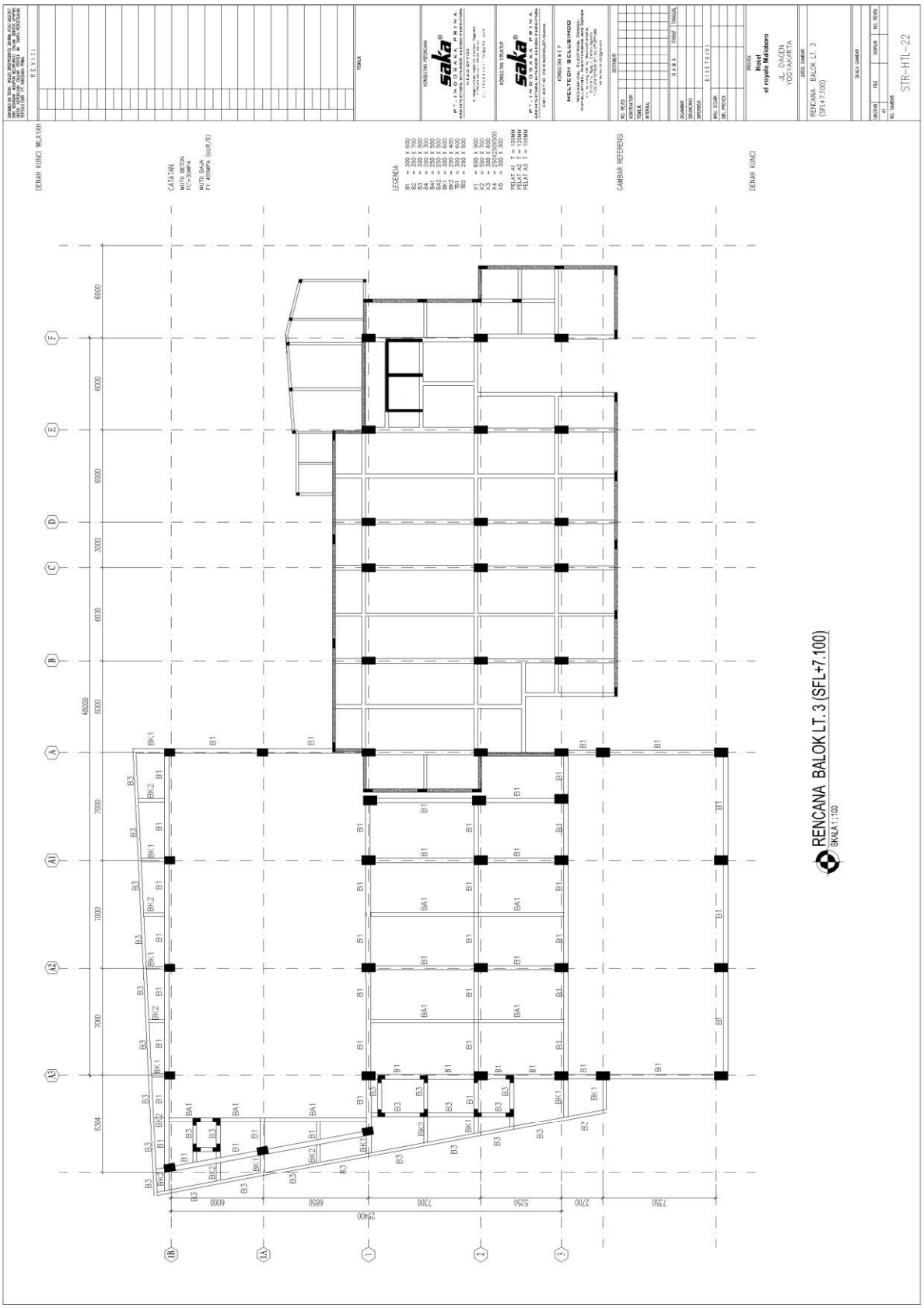
Gambar 2 Denah pondasai lantai *basement* 1



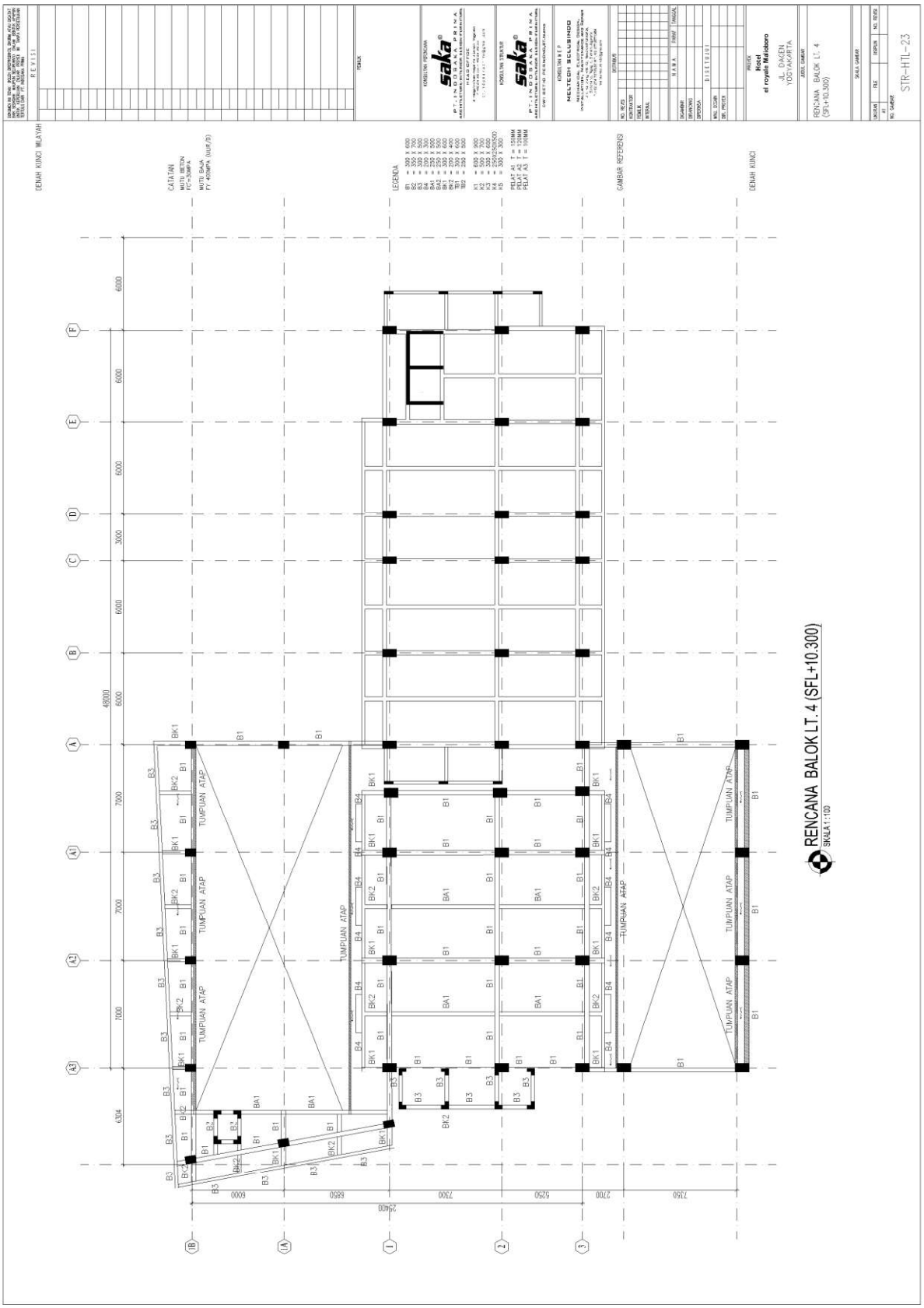
Gambar 3 Denah balok lantai dasar



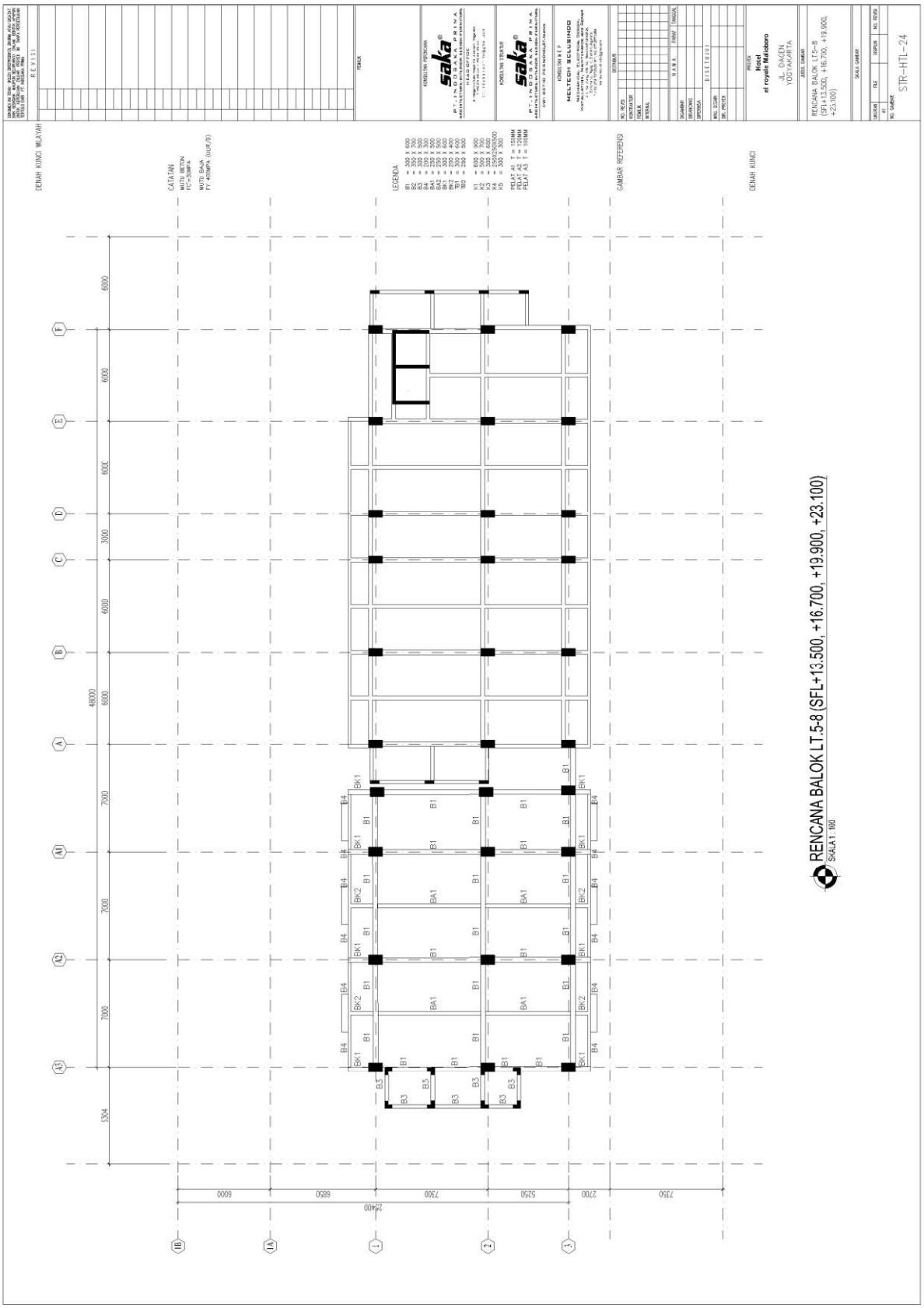
Gambar 4 Denah balok lantai 2



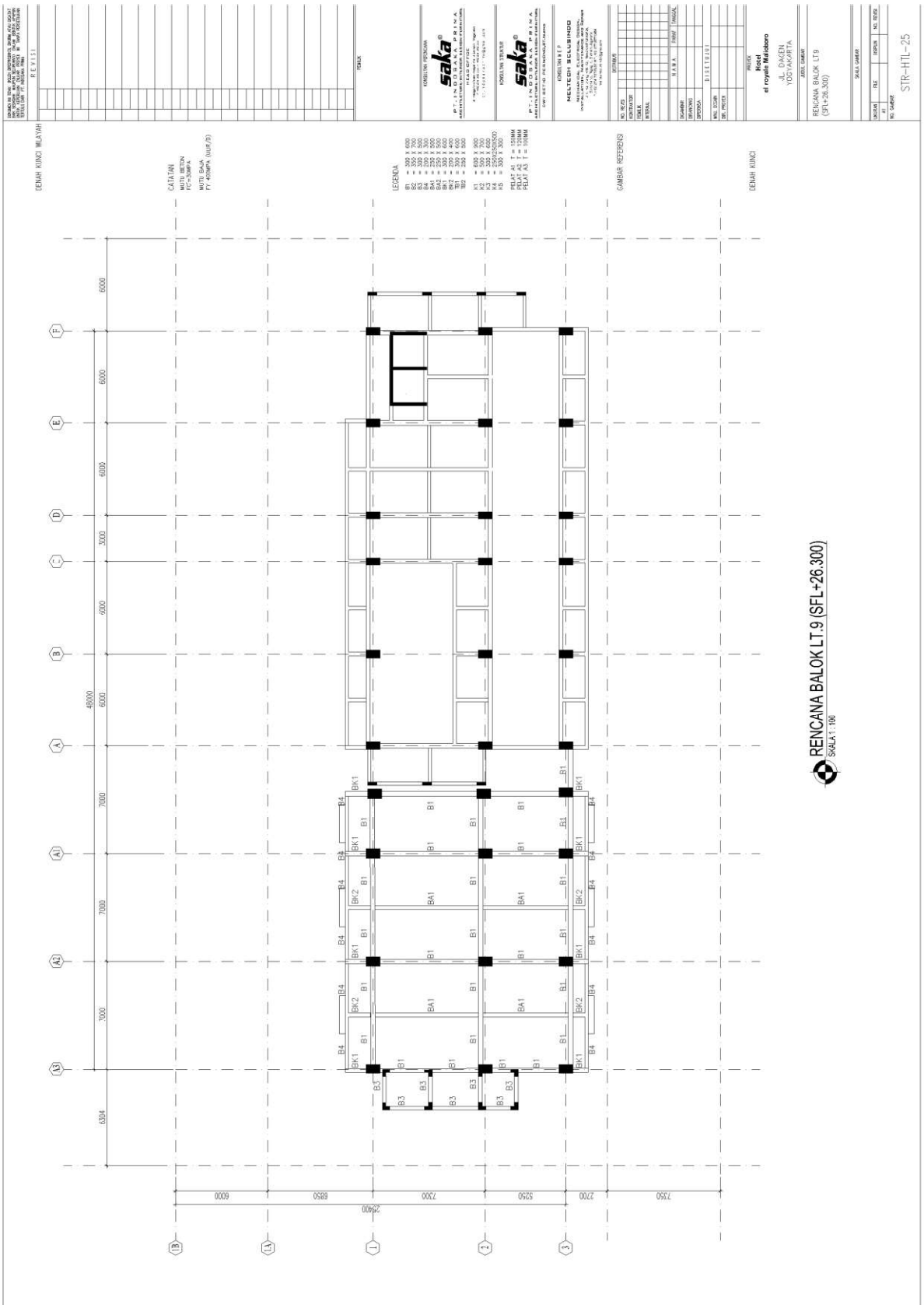
Gambar 5 Denah balok lantai 3



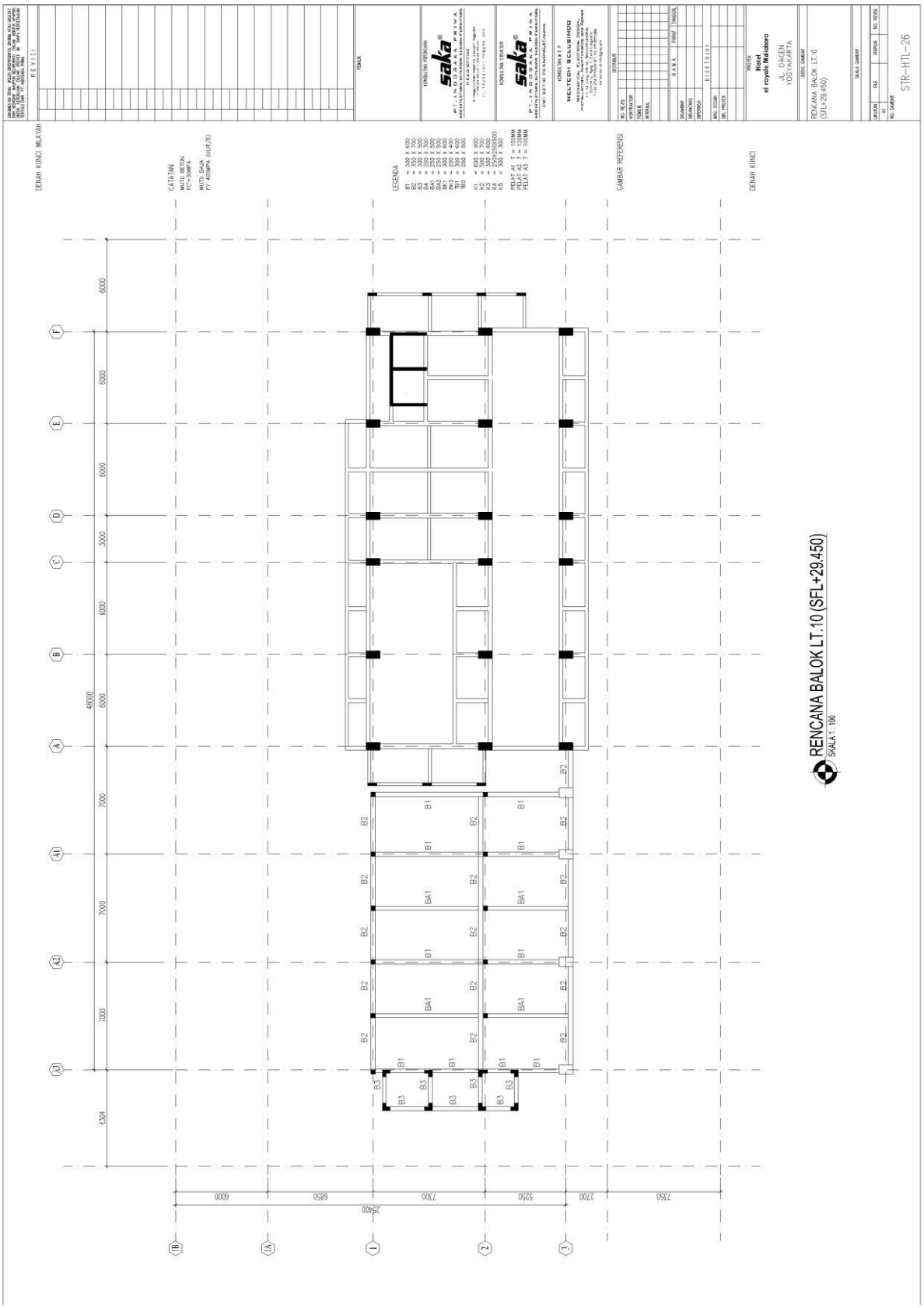
Gambar 6 Denah balok lantai 4



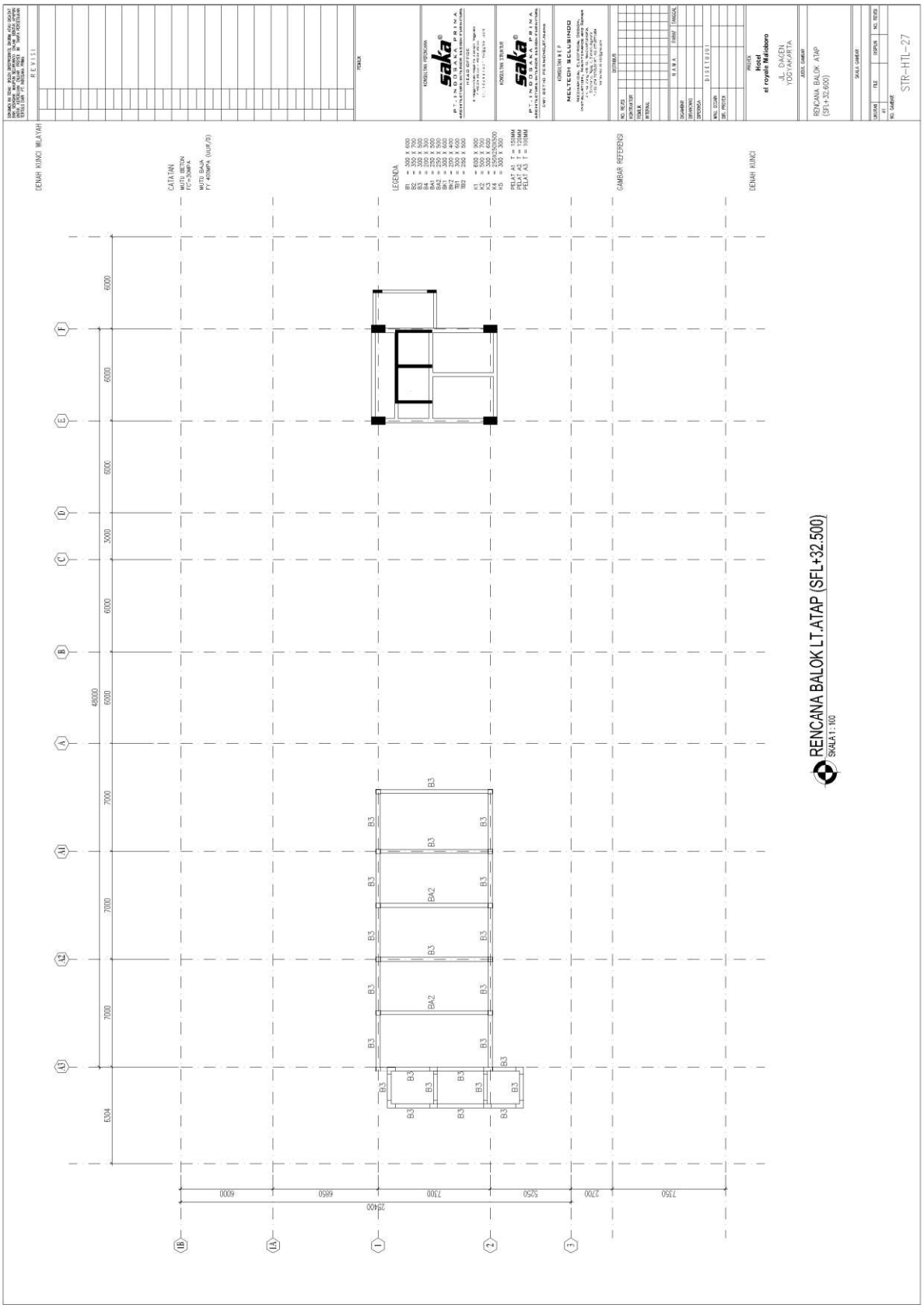
Gambar 7 Denah balok lantai 5-8



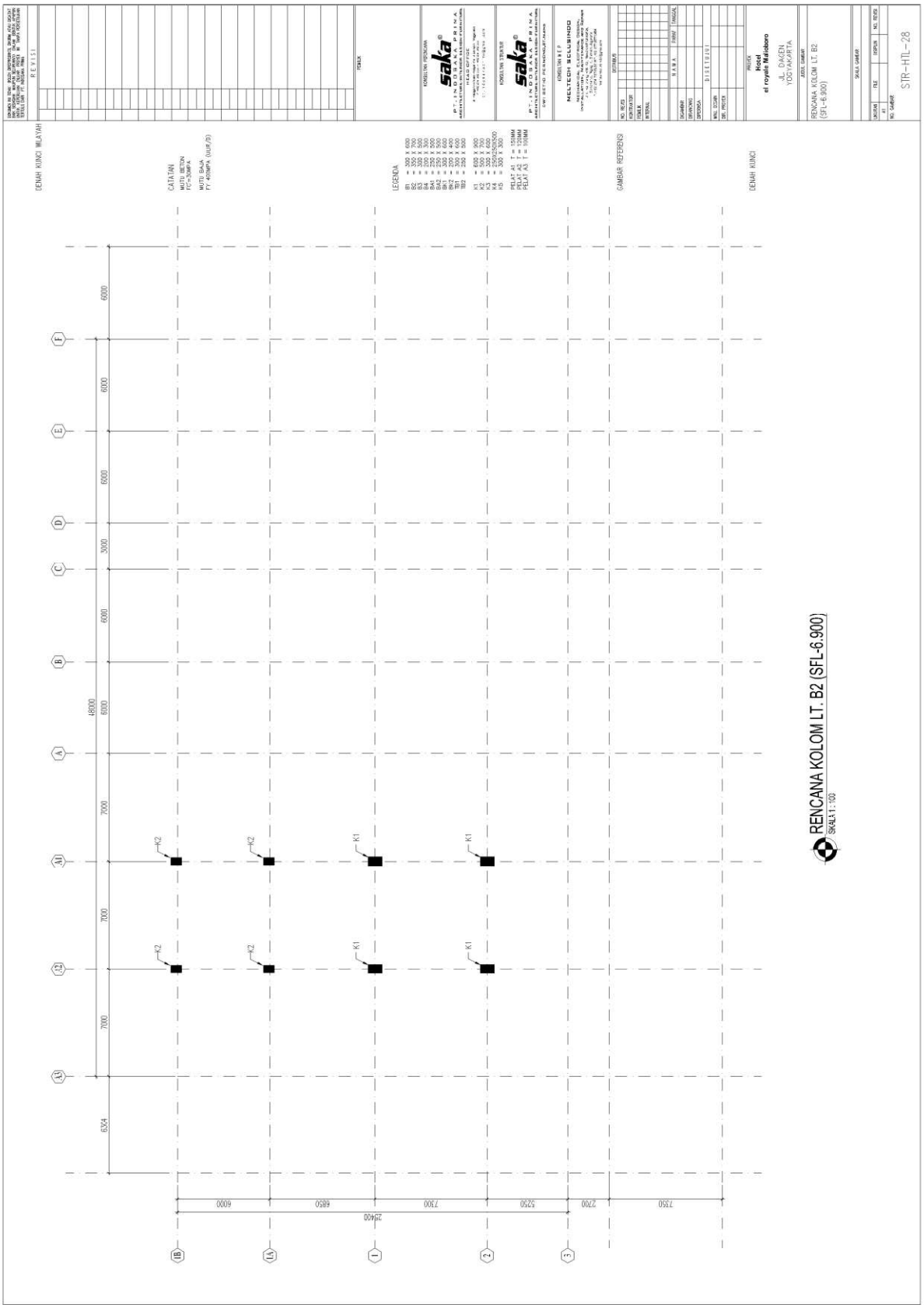
Gambar 8 Denah balok lantai 9



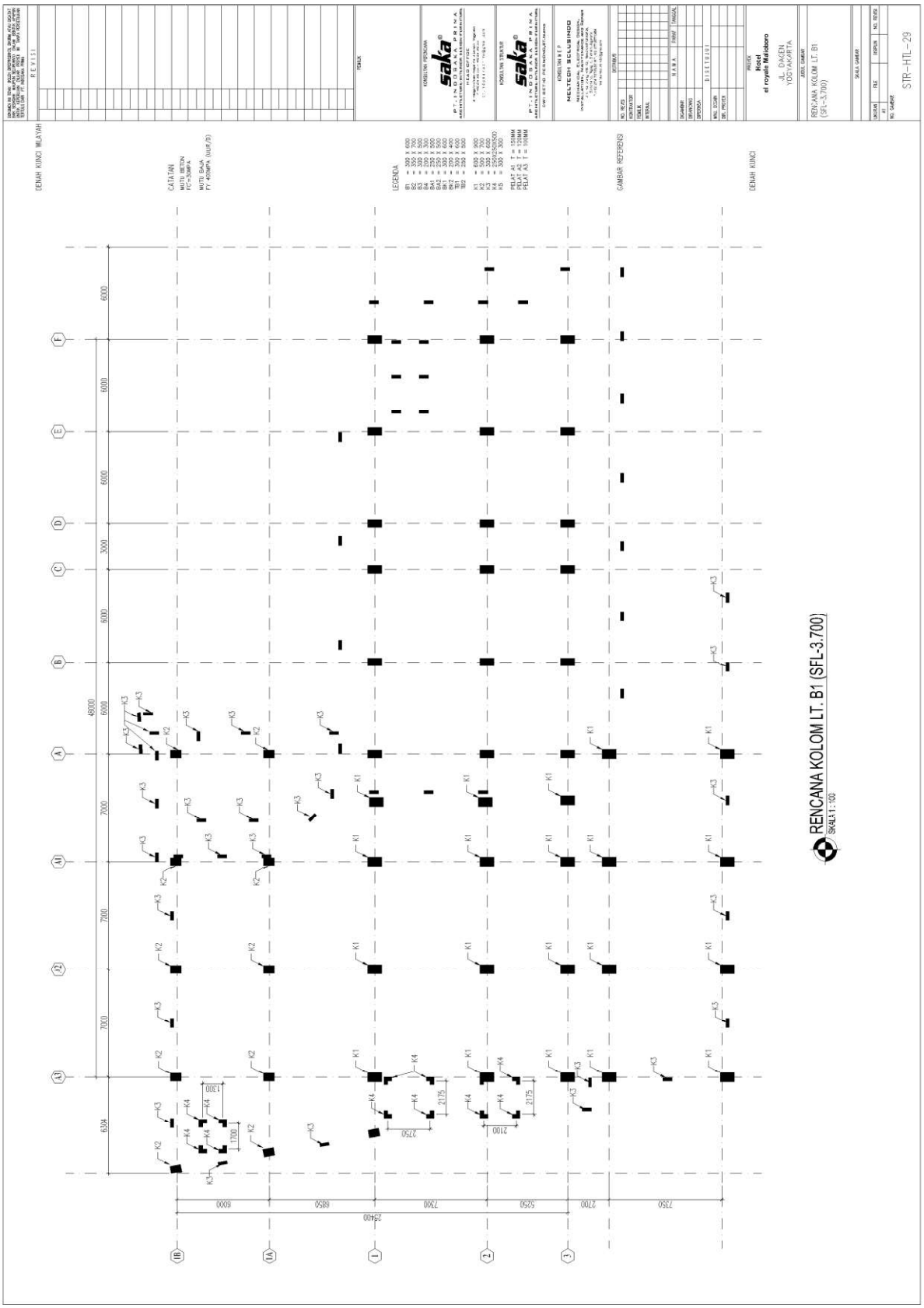
Gambar 9 Denah balok lantai 10



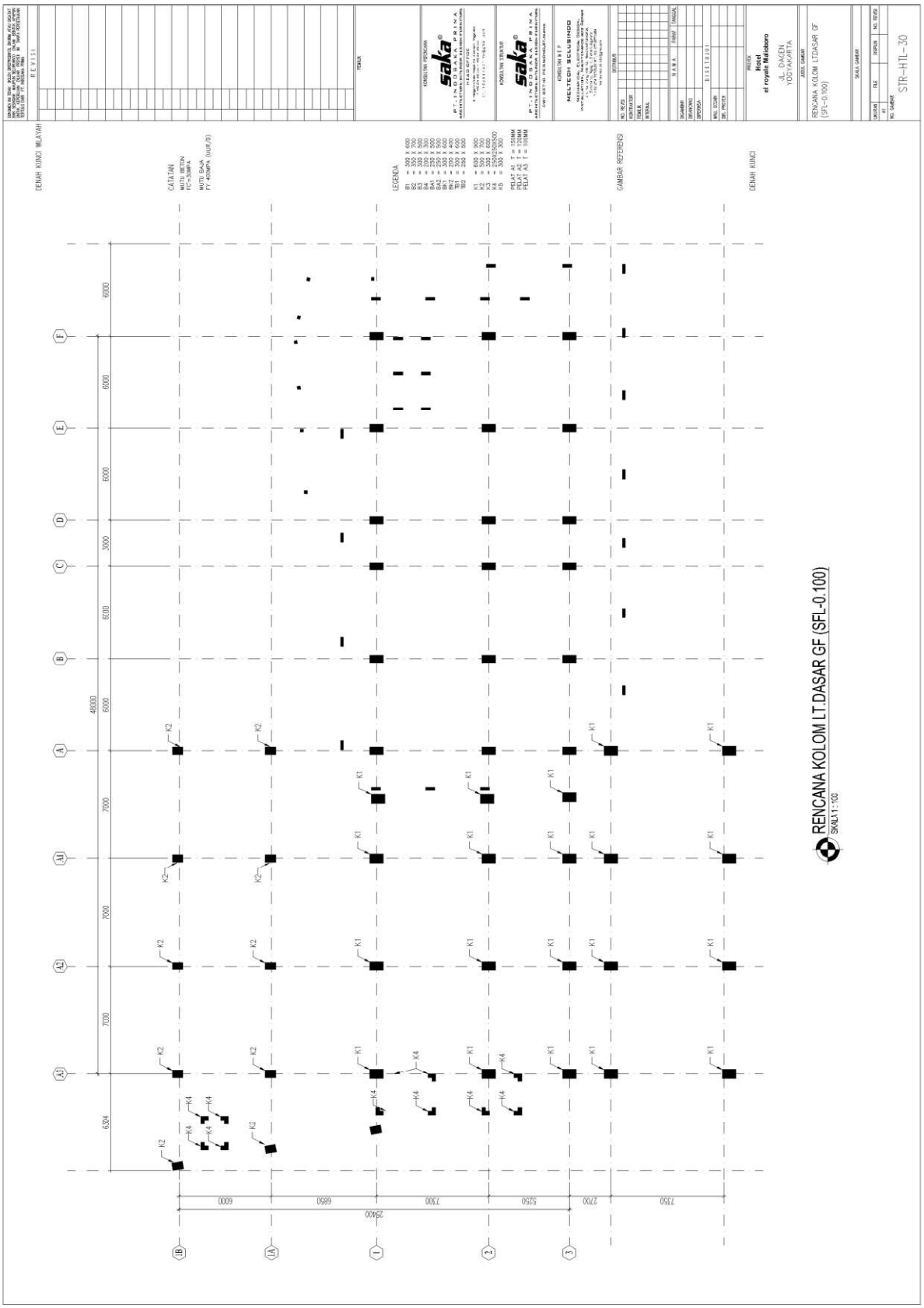
Gambar 10 Denah balok lantai atap



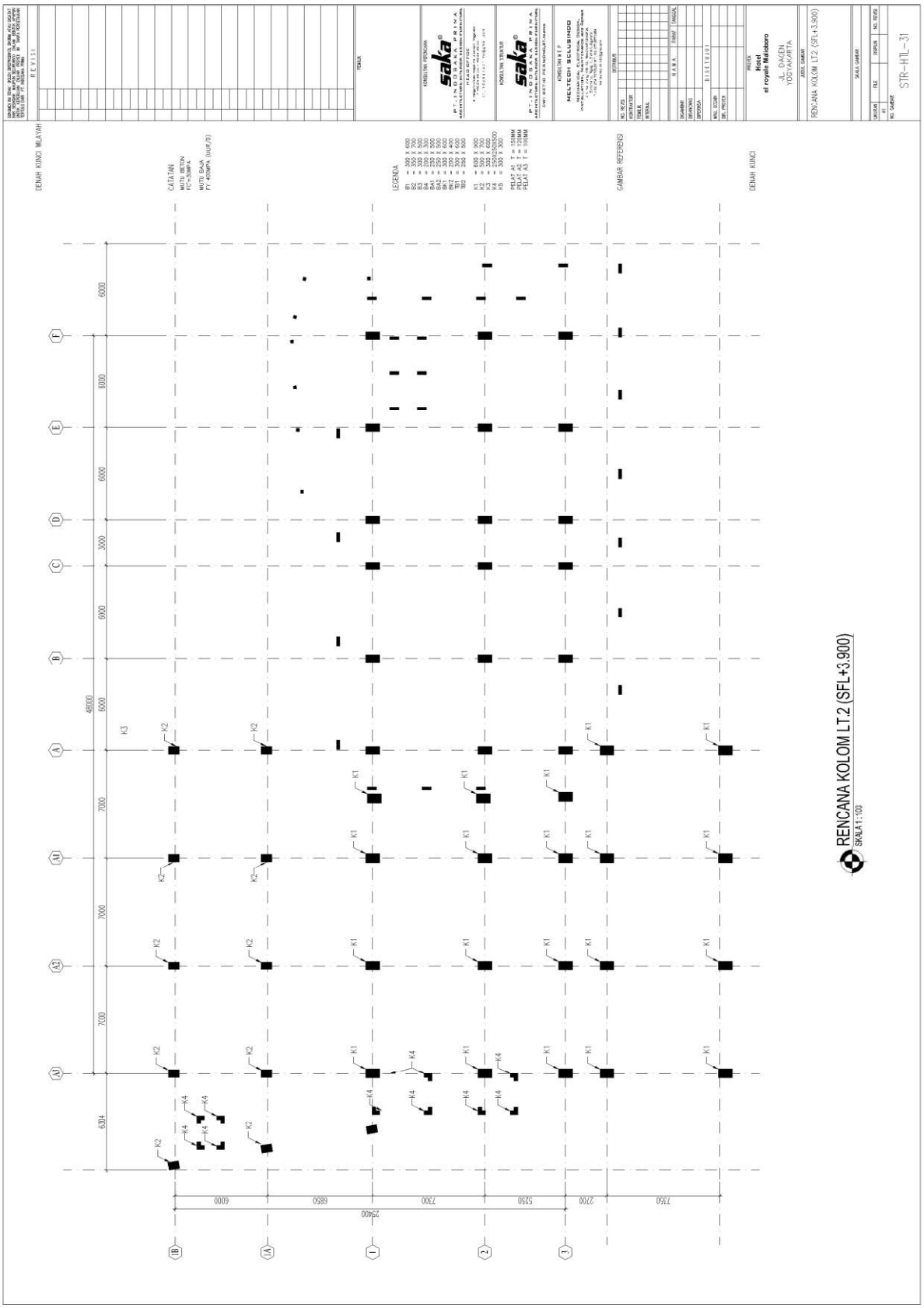
Gambar 11 Denah kolom lantai *basement* 2



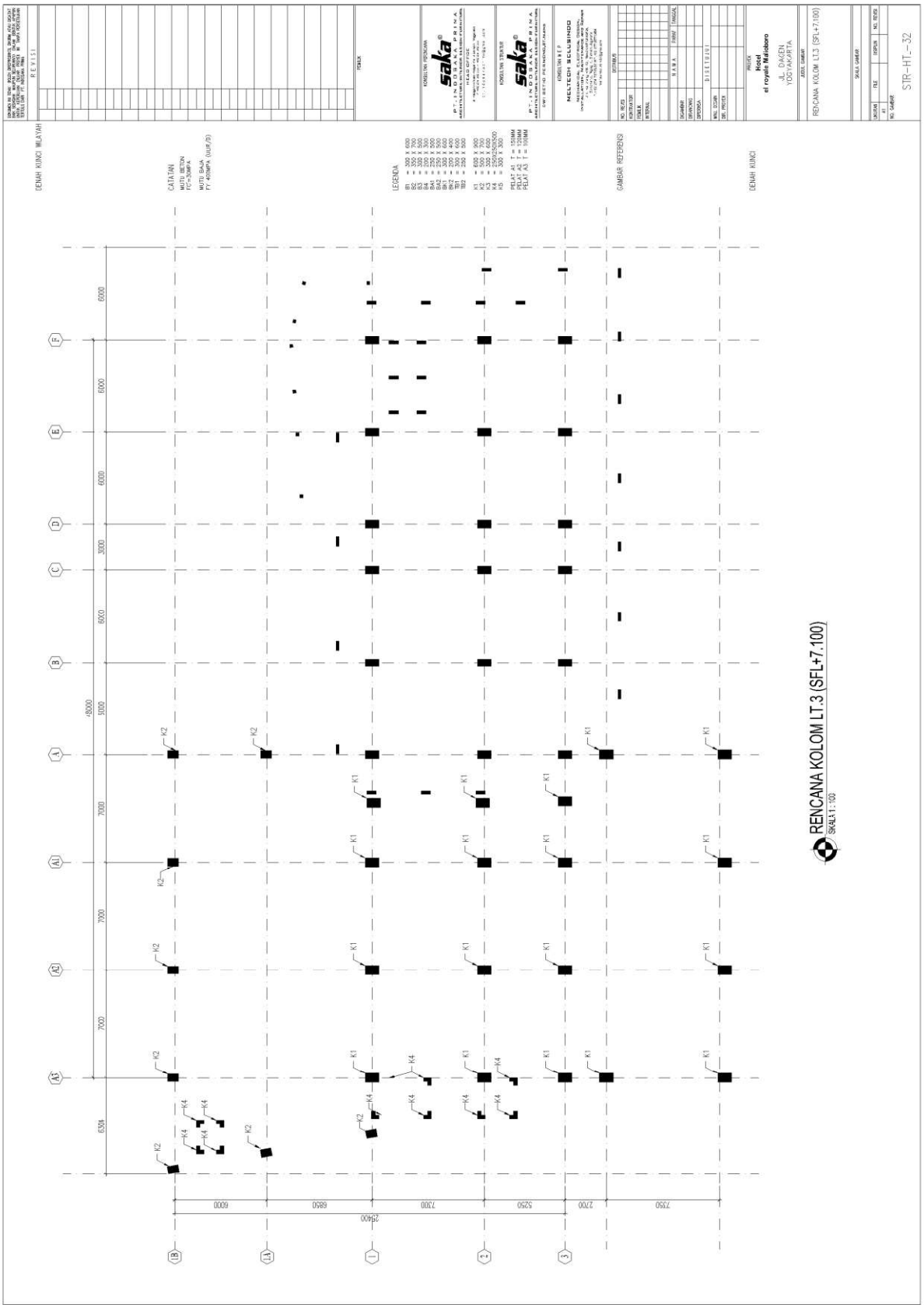
Gambar 12 Denah kolom lantai *basement* 1



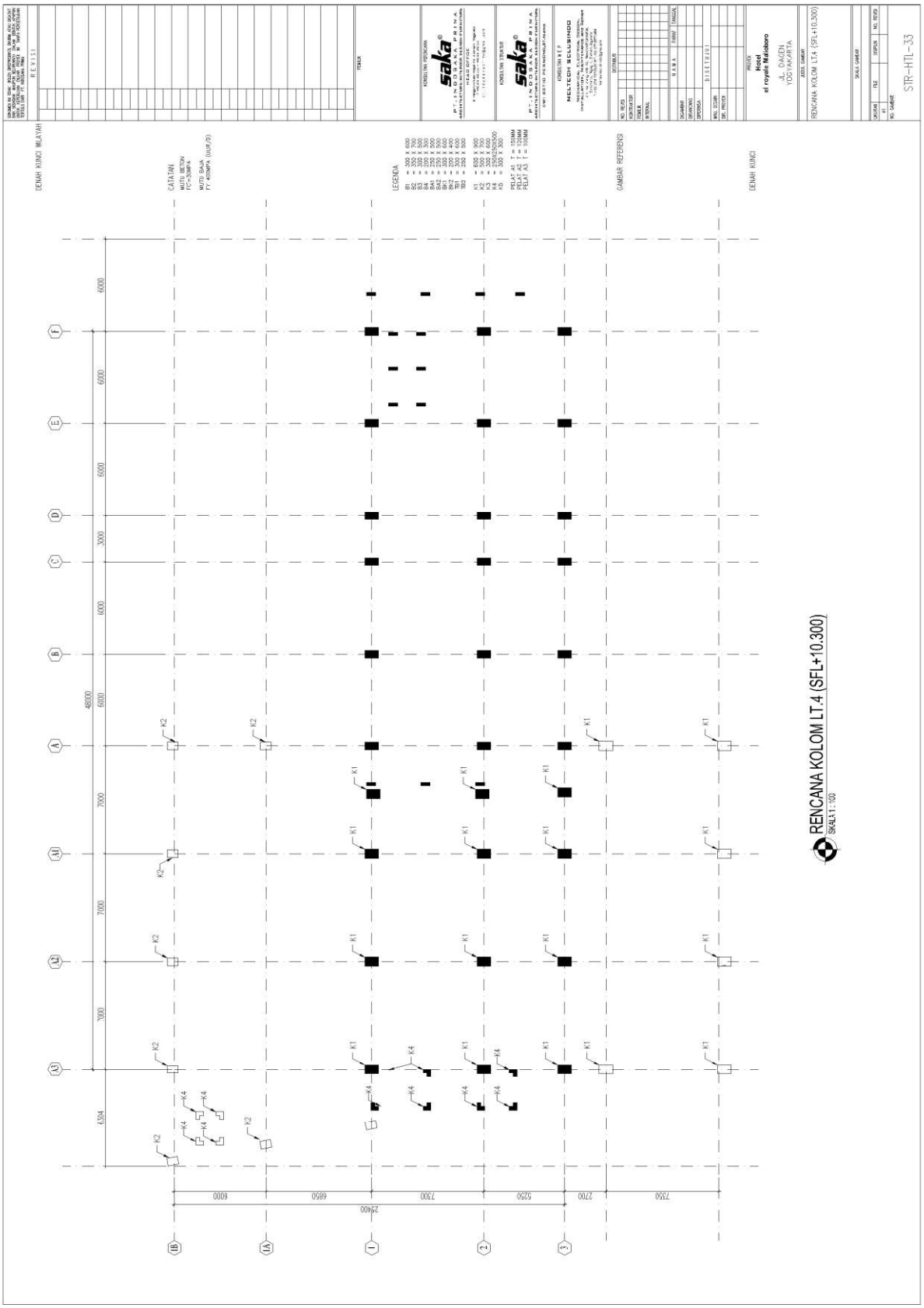
Gambar 13 Denah kolom lantai 1



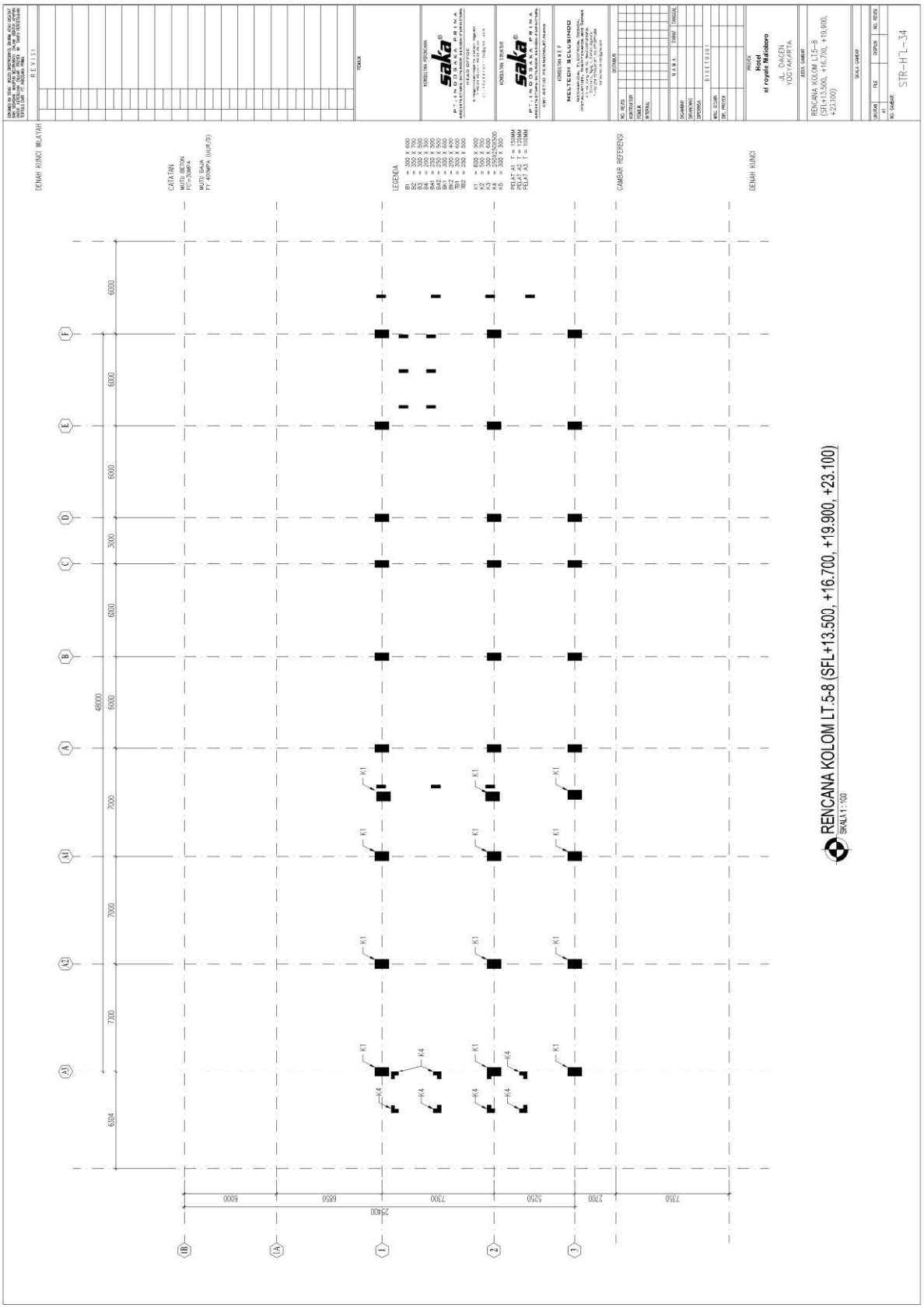
Gambar 14 Denah kolom lantai 2



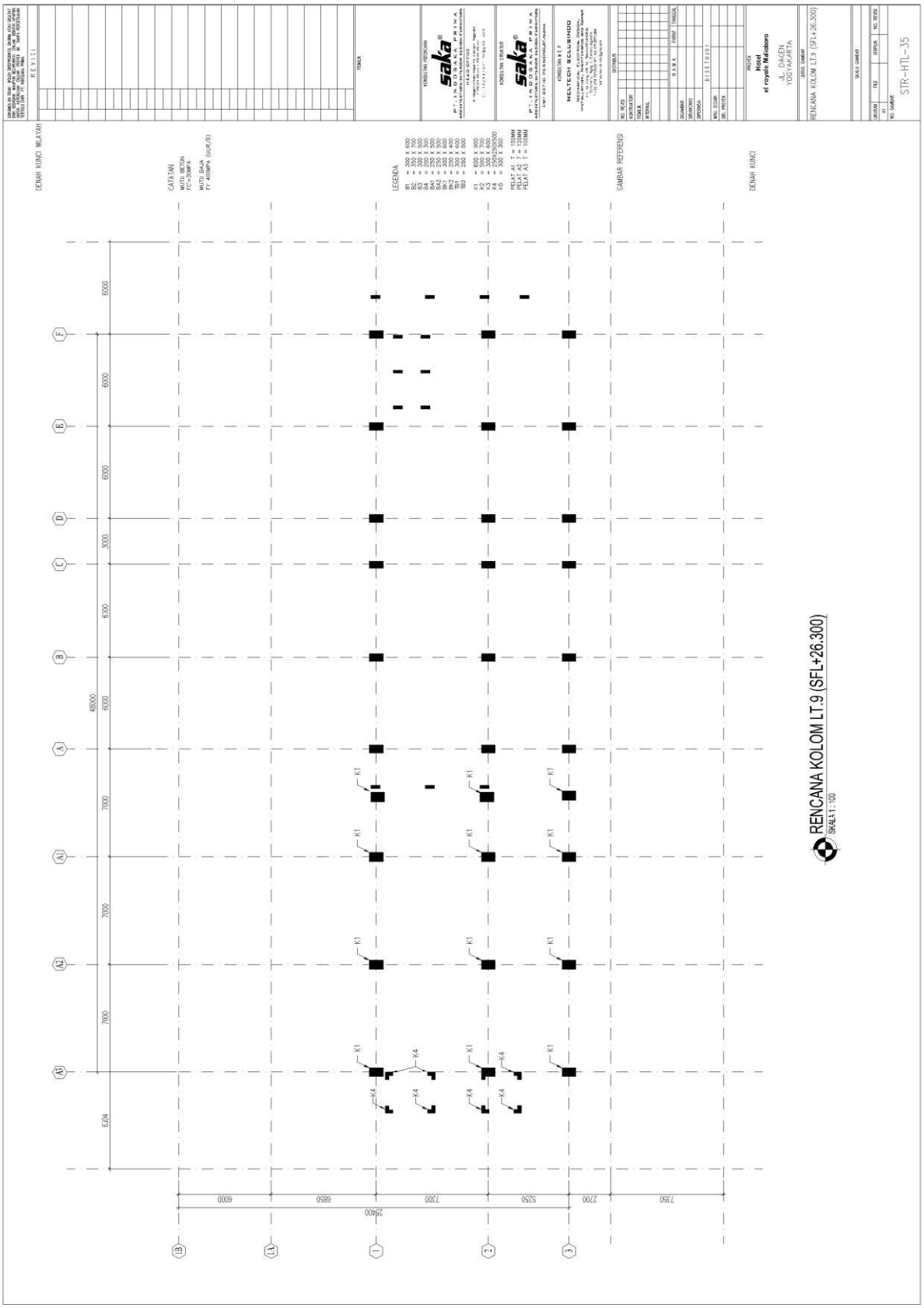
Gambar 15 Denah kolom lantai 3



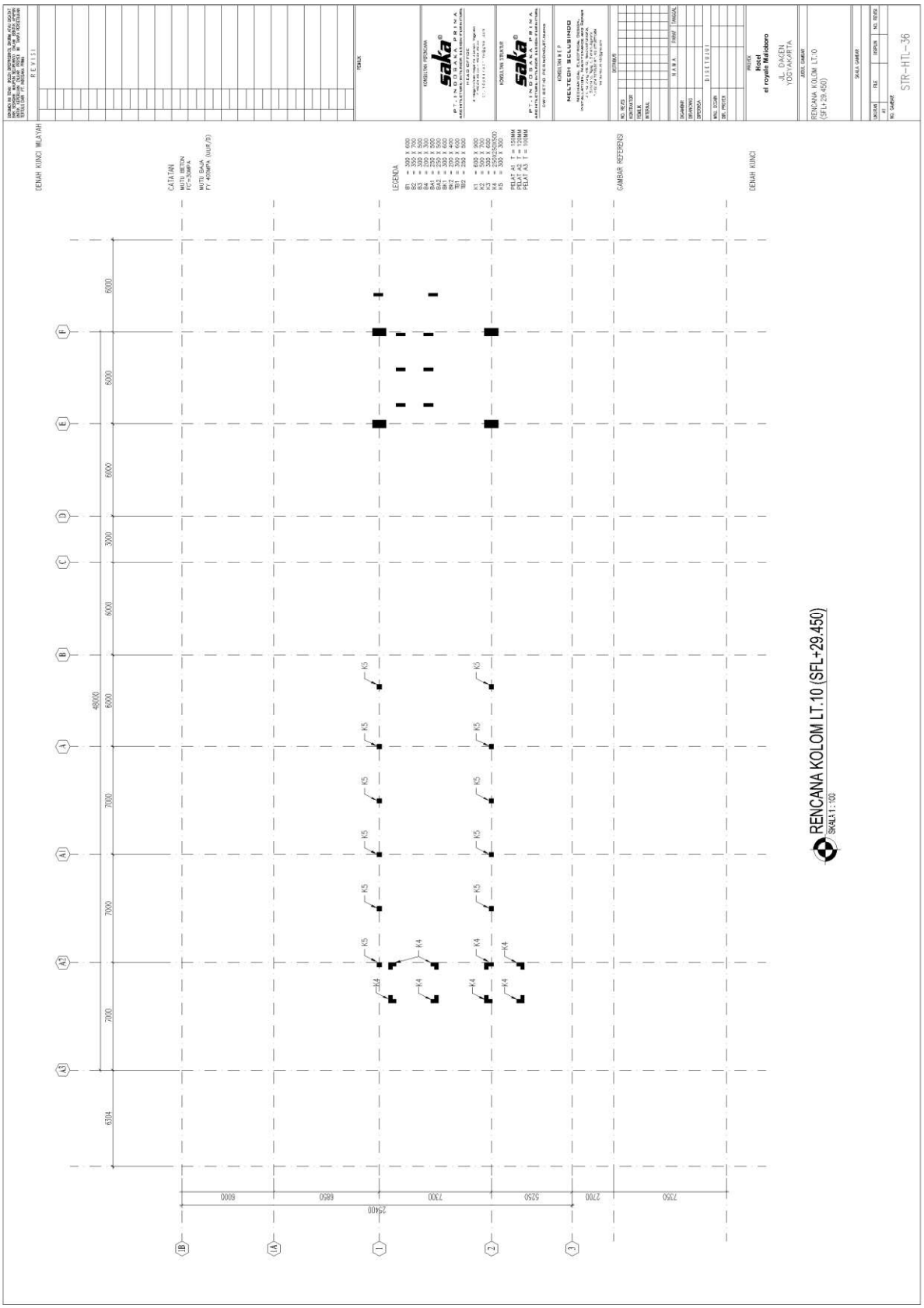
Gambar 16 Denah kolom lantai 4



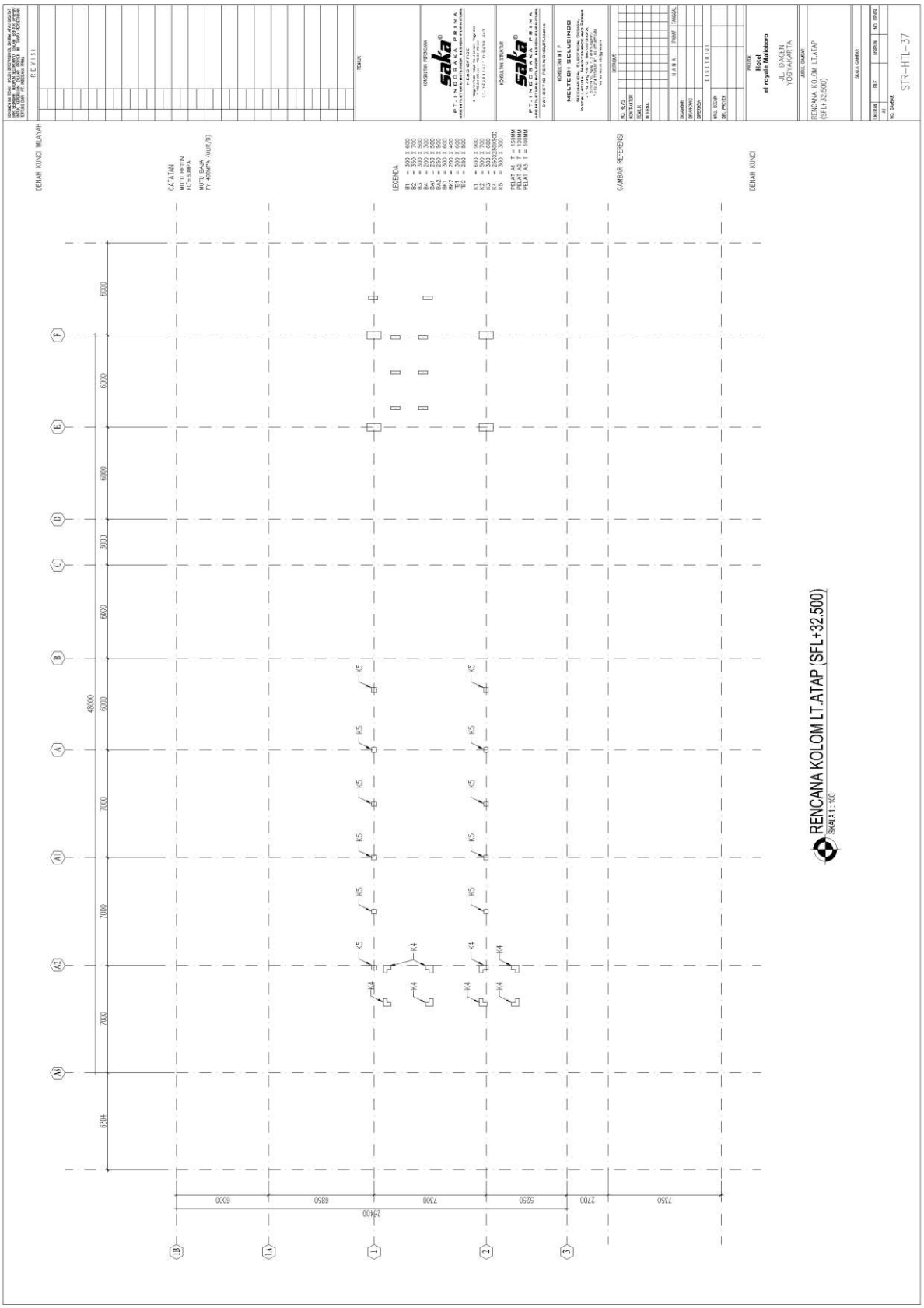
Gambar 17 Denah kolom lantai 5-8



Gambar 18 Denah kolom lantai 9



Gambar 19 Denah kolom lantai 10



Gambar 20 Denah kolom lantai atap

Lampiran 2. Contoh analisis hitungan desain balok dan kolom pada struktur tanpa perkuatan.

Perencanaan Balok

Perhitungan tulangan balok contoh diambil balok B2 dengan dimensi 350mm x 750mm. Nilai *output* balok B2 pada *SAP2000* di pilih untuk M3 terbesar positip untuk tulangan lapangan, M3 terbesar negatif untuk tulangan tumpuan dan Vu terbesar untuk tulangan gesernya ,nilainya sebagai berikut :

Mu^+ = 383,148 kNm Mu^- = 465,999 kNm

Vu = 396,493 kN

berikut adalah contoh perhitungan pada tipe balok B2 pada tulangan tumpuan :

1. $\beta 1 = 0{,}85 - \frac{0{,}05\ (f_c - 28)}{7}$

   $= 0{,}85 - \frac{0{,}05\ (30-28)}{7}$

   = 0,8357

2. $\rho_b = 0{,}85\ x\ \beta_1 \frac{f_c}{f_y} (\frac{600}{600+f_y})$

   $= 0{,}85\ x\ 0{,}8357 x \frac{30}{400} (\frac{600}{600+400})$

   = 0,032

   $\rho_{maks} = 0{,}75\ \rho_b$

   = 0,75 x 0,0032

   = 0,02397

3. $R_{nmaks} = \emptyset \rho_b f_y (1 - \frac{\frac{1}{2} \times 0{,}75 \times \rho_b f_y}{0{,}85 f_c})$

   $= 0{,}75 \times\ 0{,}032 \times\ 400\ (1 - \frac{\frac{1}{2} \times 0{,}75 \times 0{,}032 \times 400}{0{,}85 \times 30})$

   = 7,7866

4. $R_n = \frac{M_n}{b\ d^2}$

   $= \frac{582{,}4993}{350\ 600^2}$

   $= 4{,}623$

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

   $= \frac{0{,}85 \times 30}{400} (\sqrt{1 - \frac{2 \times 4{,}623}{0{,}85 \times 30}})$

= 0,01285

ρ_{min}	<	ρ_b	<	ρ_{maks}
$\frac{1,4}{fy}$	<	0,01285	<	0,02397
0,00350	<	0,01285	<	0,01998

6. Maka untuk menghitung kebutuhan tulangan memakai ρ_b

   As = ρ x b x d

   = 0,01285 x 350 x 600

   = 2699,1847 mm^2

7. Maka jumlah tulangan yang di butuhkan

   $n = \frac{As}{(\frac{\pi}{4}D^2)}$

   $n = \frac{2699,1847}{(\frac{\pi}{4}22^2)}$

   = 71006 ~ 8 buah

8. Untuk mencari momen minimal

   $Mn = Asf_y(d - \frac{a}{2})$

   $= Asf_y(d - \frac{\frac{As \times fy}{0,85fc'b}}{2})$

   $= 2699,1847 \times 400(623,33 - \frac{\frac{2699,1847 \times 400}{0,85 \times 30 \times 350}}{2})$

   = 655,814 kNm

9. mencari regangan netto menggunakan persamaan berikut

   $\varepsilon t = \frac{d-C}{C}$

   $= \frac{d - \frac{a}{\beta_1}}{\frac{a}{\beta_1}}$

   $= \frac{615,5 - \frac{136,294}{0,8357}}{\frac{136,294}{0,8357}}$

   = 0,0083 maka nilai $\emptyset$ untuk momen rencananya adalah 0,90

10. cek momen yang terjadi

    $\emptyset Mn \geq Mu$

    0,90 x 655,814 ≥ 465,999

    599,232 ≥ 465,999 (Aman)

Maka pada balok tipe B2 di bagian tumpuan pada bagian atas yang mengalami tarik menggunakan 8 D22, sedangkan untuk tulangan bagian bawah yang mengalami tekan dapat menggunakan setengah dari tulangan atas atau di pakai 4 D 22 karena gaya tekan yag bekerja cukup ditahan oleh beton. Selain itu gaya yang terjadi tidak sebesar pada bagian atas karena pada bagian tumpuan momen paling terbesar terjadi pada bagian atas yang menerima momen negatif. Fungsi lain tulangan lentur tekan adalah untuk menjaga bentuk balok juga sebagai pengikat tulangan sengkang.

Untuk perhitungan tulangan geser berikut adalah contoh perhitungan pada tipe balok B2 nilai Vu sebesar 396,493 kN.

$Vc = \frac{\sqrt{f_{c'}}}{6} b \times d$

$= \frac{\sqrt{30}}{6}$ x 350 x 600 x $\frac{1}{1000}$

= 191,703 kN

Vu	≥	$\emptyset Vc$
396,493	≥	0,75 x 191,703
396,493 kN	≥	143,777 kN maka di perlukan tulangan geser

1. Kuat geser sengkang

$Vs = (Vu - \emptyset Vc) / \emptyset$

= (396,493 – 143,777) / 0,75

= 336,954 kN

2. Menghitung luasan tulangan tulangan geser yang di gunakan

$Av = n_s \frac{\pi}{4} P^2$

$= 3 \frac{\pi}{4} 10^2$

=235,62 mm^2

3. Menghitung jarak tulangan geser yang di gunakan

$S = \frac{Avf_y d}{Vs}$

$S = \frac{235,62 \times 240 \times 600}{336,954 \times 1000}$

S = 100,69 mm

$Smax = \frac{d}{2}$

$= \frac{623,33}{2}$

= 311,67 mm ~ 100 mm

maka di gunakan jarak tulangan geser 165,68 ~ 100 mm.

Perencanaan Kolom

Sebagai contoh perhitungan kolom akan digunakan kolom utama yaitu K1 Lt.BS2-Lt.4. Untuk data dari kolom adalah sebagai berikut kemudian dilnjutkan dengan hitungan desain.

b	= 900mm	Es	= 200000 mpa
h	= 600mm	Ast	= 17D25 =$17\ x\ (\frac{1}{4} \times \pi \times 25^2)$ =
f_y	= 400mpa		= 8344,86 mm^2
Fc'	= 30 mpa	As'	= 5D25 = $4\ x\ (\frac{1}{4} \times \pi \times 25^2)$ =
Ag	= $b\ x\ h$ = 600 x 900		= 2454,37 mm^2
	= 540000 mm^2		

Nilai *output* kolom K1 Lt.BS2-Lt.4 pada *SAP2000* tersaji dalam tabel 1. nilai tersebut harus ada di dalam diagram interaksi kolom pada 5 keadaan apabila melebihi kolom harus di desain ulang.

Tabel 1 *Output* kolom K1 Lt.BS2-Lt.4 pada *SAP2000*

No	Item	P (kN)	M2(kN.m)
1	P terbesar	420,755	32,4019
2	P terkecil	7004,545	35,6909
3	V2 terbesar	262,355	77,898
4	V2 terkecil	241,159	136,6532
5	M2 terbesar	2098,732	543,6683
6	M2 terkecil	3784,093	459,0438
7	M3 terbesar	2982,275	352,2218
8	M3 terkecil	2876,386	359,2848

Berikut adalah contoh perhitungan 5 keadaan pada kolom

a. Keadaan sentris

$$\phi P_{n_{max}} = \theta(0{,}85\ x\ Fc'x\ (Ag - Ast) + Fy\ x\ Ast)$$

$$= 0{,}65(0{,}85\ x\ 30x\ (540000 - 8344{,}86\ ) + 400\ x\ 8344{,}86\ ) =$$

10981846,447 N = 10981,846 kN

Pada keadaan eksentris kecil

$$\phi P_n = \phi\ x\ \phi P_{n_{max}}$$

= 0,8 x 10981,846

= 8785,477 kN

Maka untuk eksentrisitas kecil di dapat ϕP_n= 8785,477kN dan ϕM_n= 0

b. Pada keadaan seimbang

1. $C_b = \frac{0,003}{0,003 + f_y/E_s} d$

$= \frac{0,003}{0,003 + 400/200000} 537,500$

= 322,500 mm

2. $\varepsilon_s' = \frac{C_b - d'}{C_b}$ > $\varepsilon y = \frac{f_y}{E_S}$

$= \frac{322,500 - 62,500}{322,500}$ > $= \frac{400}{200000}$

= 0,002 > = 0,002 maka tulangan sudah luluh

3. $a_b = \beta_1 C_b$

= (0,85 – 0,005 x $\frac{30-28}{7}$) x 322,500

= 274,125 mm

4. $C_c = 0,85 f_c' a_b b$

= 0,85 x 30 x 274,125 x 900

= 6291168,750 N = 6291,169 kN

5. $T = A_S f_y$

= 2454,37 x 400

= 981747,704 N = 981,748kN

6. $C_s = A_S'(f_y - 0,85\, f_c')$

= 2454,37 (400 – 0,85x30)

= 919161,288 N = 919,161 kN

7. $P_b = 0,85\, f_c'\, a_b\, b + A_S'(\, f_S' - 0,85\, f_c') - A_S f_y$

$= C_c + C_s - T$

= 6291,169 + 919,161– 981,748

= 6228,582 kN

$\emptyset P_b = \emptyset\ P_b$

$= 0{,}65 \text{ x } 6228{,}582$

$= 4048{,}579$ kN

8. $M_b = C_c \left(d'' - \frac{a}{2}\right) + C_s(d''- d') \Big) + T(d - d'')$

$= 6291{,}169 \left(300 - \frac{274{,}125}{2}\right) + 919{,}161\ (300- 62{,}5\Big)$

$+981{,}748\ (537{,}500 - 300)$

$= 1476{,}533$ kNm

$\emptyset M_b = \emptyset\ M_b$

$= 0{,}65 \text{ x } 1476{,}533$

$= 959{,}747$ kNm

9. $E_b = \frac{M_b}{P_b}$

$= \frac{1476{,}533}{6228{,}582}$

$= 0{,}237$ m $= 237{,}058$ mm

Maka untuk keadaan seimbang di dapat ϕP_n= 4048,579 kN dan ϕM_n= 959,747 kNm.

c. Pada keadaan momen murni

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

$= \frac{2454{,}37 \text{ x } 400}{0{,}85\ 30\ 900}$

$= 42{,}777$ mm

$M_n = A_S f_y (d - \frac{a}{2})$

$= 2454{,}37 \text{ x } 400\ (537{,}500 - \frac{42{,}777}{2})$

$= 506690947{,}6$ Nmm $= 506{,}691$ kNm

$\phi M_n = 0{,}9 \text{ x } 506{,}691$

$= 456{,}022$ kNm

$P_o = 0{,}85\ f_c'\ a_b\ b + A_S'(\ f_S' - 0{,}85\ f_c')$

$= 16895148{,}38$ N

P_n = 0,8 x 16895148,38

= 13516118,7 N = 13516,1187 kN

ϕP_n = 0,9 x 13516,1187

= 8785,477157 kN

Maka untuk keadaan seimbang di dapat ϕP_n= 0 kN dan ϕM_n= 456,022 kNm dan ϕM_n= 0 kNm ϕP_n= 8785,477 kN.

d. Pada keadaan patah tarik menggunakan beberapa persamaan yaitu persamaan 2.30 hingga 2.35

1. $P_n = C_c + C_s + T$

   $= 0{,}85\, f_c'\, a\, b + A_S'(f_S' - 0{,}85\, f_c') - A_S' f_y$

   = 0,85 x 30 x a x 900 + 2454,37 (400-0,85 x 30) – 2454,37 x 30

   = 22950 a - 62586,41615

2. Untuk mencari nilai a menggunakan persamaan berikut

   $Aa^2 + Ba + C = 0$

   0,425f_c'b a^2+ 2A (e' – d) + $A_S'(f_y - 0{,}85F_c')(e' - d + d') - A_S' f_y e'$ = 0

   0,425 x 30 x 900 a^2+ 0,85 x 30 x 900 (507,500 – 537,5) + 2454,37 (400- 0,85 x 30)(507,500-537,5+62,5)- 2454,37 x 400 x 507,5 = 0

   11475 a^2 – 688500 a -468364218 = 0

   $a = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$

   $a = \frac{-(-688500) \pm \sqrt{-688500^{\,2} - 4\, x 11475\, x - 468364218}}{2\, x\, 11475}$

   a_1 = 234,245 a_2 = -174,245

3. Masukan nilai a_1 ke persamaan P_n

   P_n = 22950 a - 62586,41615

   = 22950 (234,245) -62586,41615

   = 5313338,235 N = 5313,339 kN

   ϕP_n = 0,65 x 5313,339

   = 3453,669853 kN

4. Mencari nilai Mn

$M_n = P_n e$

= 3453,669853 x 0,27

= 1434,601323 kNm

ϕM_n = 0,65 x 1434,601323

= 932,4908602 kNm

5. Cek tulangan

$\varepsilon_s' = \frac{C-d'}{C}$ x 0,003 > $\varepsilon y = \frac{f_y}{E_S}$

$= \frac{\frac{234,245 - 62,5}{0,85}}{\frac{234,245}{0,85}}$ x 0,003 > $= \frac{400}{200000}$

= 0,002319623 > = 0,002 maka tulangan sudah Luluh

Maka untuk keadaan patah tarik seimbang di dapat ϕP_n= 3453,669853 kN dan ϕM_n= 932,4908602 kNm.

e. Pada keadaan patah desak

1) a = 0,85 C fs = 600 x $\frac{(d'-c)}{c}$

= 0,85 x 400 = 600 x $\frac{(537,5-400)}{400}$

= 340 mm = 206,25 MPa

2) $P_n = C_c + C_s + T$

$= 0,85\, f_c'\, a\, b + A_S'(f_S' - 0,85\, f_c') - A_S' f_s$

= 0,85 x 30 x 340 x 900 + 2454,37 (206,25-0,85 x 30) – 2454,37 x 206,25

= 8998897,816 N = 8998,897816 kN

3) $P_{n1} = \frac{1}{e'}\left[C_C\left(d - \frac{a}{2}\right) + C_s(d - d')\right] e'$

$= \frac{1}{387,500}\left[8775214,809\left(537,5 - \frac{340}{2}\right) + 1205430,711\,(537,5 - 62,5)\right] 387,5$

= 8526978,353 N

= 8526,978353 kN

4) $P_n = \frac{8526,978353 + 8215,947628}{2}$

= 8371,462991 kN

ϕP_n = 0,65 x 8371,462991

= 5441,450944 kN

5) $M_n = P_n e$

= 5441,450944 x 150

= 1255719,449 kNmm

ϕM_n = 0,65 x 1255719,449

= 816217,6416 kNmm

= 816,2176416 kNm

6) Cek tulangan

$\varepsilon_s' = \frac{C-d'}{C}$x 0,003 > $\varepsilon y = \frac{f_y}{E_S}$

$= \frac{400-62,5}{400}$ x 0,003 > $= \frac{400}{200000}$

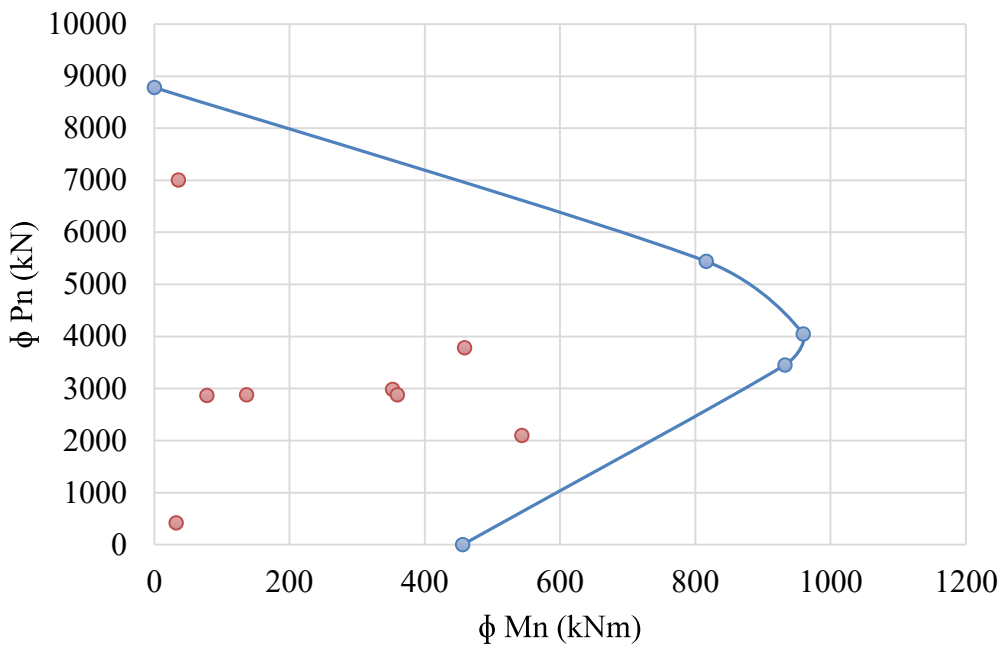
= 0,00253125 > = 0,002 maka tulangan sudah Luluh

Maka untuk keadaan patah tekan seimbang di dapat ϕP_n= 5441,450944 kN dan ϕM_n= 816,2176416 kNm.

Pada tabel 4.19 adalah hasil dari 5 keadaan yaitu keadaan eksentris kecil, keadaan seimbang, keadaan momen murni, keadaan patah tarik dan keadaan patah desak dan pada gambar 4.6 adalah diagram interaksi kolom antara pada 5 keadaan dan juga nilai *output* kolom K1 Lt.BS2-Lt.4 pada *SAP2000,*dari diagram tersebut menunjukan bahwa desain kolom dapat di gunakan atau aman karena nilai *output* kolom K1 Lt.BS2-Lt.4 berada di dalam diagram kolom pada 5 keadaan.

Tabel 2 Hasil ϕ Pn dan ϕ Mn dari 5 keadaan

No	Keadaan	ϕ Pn (kN)	ϕ Mn (kNm)
1	Ek. Kecil	7925,142	0
2	Seimbang	4064,851	842,365
3	Momen Murni	0	278,149
4	Patah Tarik	2800,089	756,024
5	Patah desak	5241,295	786,194



Gambar 21 Diagram interaksi kolom

Untuk menghitung kebutuhan tulangan geser pada kolom K1 Lt.BS2-Lt.4 di dapatkan gaya yang bekerja kolom berupa Vu sebesar 430,483 kN dan Nu sebesar 7004,545 kN, Maka dilakukan analisis hituungan sebagai berikut berikut:

Menentukan daerah ℓo dengan

1. Bentang terbesar pada kolom sebesar 900 mm
2. 1/6 bentang kolom

   1/6 x 3200 = 533,33 mm
3. 450 mm

Dipilih yang besar maka daerah ℓo sebesar 900 mm

Penentuan jarak tulangan geser kolom pada ℓo diambil dari spasi maksimum di ambil yang terkecil dari

1. ¼ lebar kolom

   ¼ x 600 = 150 mm
2. 6 kali diameter longitudinal

   6 x 25 = 150 mm
3. $100 + \frac{(350-hx)}{3}$

   hc = b – (selimut beton - $\frac{D}{2}$)

   = 600 – (40 - $\frac{10}{2}$)

   = 565 mm

$hx = \frac{2}{3} x\ hc$

$hx = \frac{2}{3} x\ 565$

$= 376{,}667$ mm

Sehingga $100 + \frac{(350-hx)}{3}$

$= 100 + \frac{(350-376{,}667)}{3}$

$= 91{,}111$ mm

Dipilih yang jarak yang terkecil maka s pada daerah ℓo sebesar 91,111 mm ~90 mm

Untuk jarak tulangan geser di luar daerah ℓo diambil dari yan terkecil di antara

1) 6 kali diameter longitudinal

   6 x 25 = 150 mm

2) 150 mm

Dipilih yang jarak pada daerah luar ℓo sebesar 150 mm

Perhitungan kebutuhan tulangan geser harus lebih besar dari persamaan berikut

$Ash_1 = 0{,}3\ (S\ x\ hc\ x\ \frac{fc'}{fy})(\frac{Ag}{Ach} - 1)$

$= 0{,}3\ (90 \text{ x } 565 \text{ x } \frac{30}{400})(\frac{600 \text{ x } 900}{(600-2 \text{ x } 40)\ (900-2 \text{ x } 40)} - 1)$

$= 304{,}814\ mm^2$

$Ash_2 = 0{,}3\ (S\ x\ hc\ x\ \frac{fc'}{fy})$

$= 0{,}3\ (90 \text{ x } 565 \text{ x } \frac{30}{400})$

$= 343{,}238\ mm^2$

Dipilih salah satu untuk di jadikan luas tulangan minimum dalam perhitungan kali ini menggunakan Ash_1 lalu hitung kebutuhan jumlah tulangan geser

$n = \frac{Ash}{(\frac{\pi}{4} D^2)}$

$= \frac{304{,}814}{(\frac{\pi}{4} 10^2)}$

$= 3{,}88$ buah ~ 4 buah

Maka pada kolom k1 menggunakan tulangan geser 4P10 -90 pada daerah ℓo dan 4P10 -150 pada daerah luar ℓo

Lalu cek kebutuhan tulangan geser dengan membandingkan ØVc dengan Vu untuk perhitungan ØVc sebagai berikut

$Vc = 0{,}17\ (1 + \frac{Nu}{14 \times Ag})x\ e\ x\ \sqrt{fc'}\ x\ b\ x\ d$

$= 0{,}17\ (1+\frac{7004545}{14 \times 600 \times 900})$x 1 x $\sqrt{30}$ x 600 x 860

= 925623,5096 N = 925,624 kN

$\emptyset Vc$ = 0,75 x 925,624 kN

= 694,218 kN

Maka $\emptyset$Vc > Vu yang artinya tidak di butuhkan tulangan geser karena beton mampu menahan gaya geser tetapi karena ada syarat minimum maka dapat di simpulkan dengan pada kolom k1 menggunakan tulangan geser 4P10 -90 pada daerah ℓo dan 4P10 -150 pada daerah luar ℓo aman.