

## PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR PADA BANGUNAN 12 LANTAI GEDUNG ATTIC SHOWROOM SURABAYA

Arfilian Permana Putra<sup>1</sup>, Dandung Novianto<sup>2</sup>, Gerard Apono<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>2,3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup> arfilian01@gmail.com, <sup>2</sup> d.novianto64@gmail.com, <sup>3</sup> gaponno@gmail.com

### ABSTRAK

Gedung Attic Showroom Surabaya merupakan bangunan 12 lantai yang berdiri pada kawasan padat penduduk, dengan kondisi tanah pada lokasi yang bertipikal lempung. Tujuan dari skripsi ini adalah merencanakan pondasi tiang bor dikerenakan kondisi pada lokasi dengan mempertimbangkan daya dukung tiang dan penurunan konsolidasi, yang nantinya akan menjadi rujukan dalam merencanakan pelaksanaan pekerjaan, menghitung biaya konstruksi, dan membuat penjadwalan. Perhitungan pembebanan mengacu pada PPIUG 1983, sedangkan menghitung dan mendesain pondasi menggunakan data Standard Penetration Test (SPT), serta untuk menghitung estimasi biaya menggunakan Harga Satuan Dasar Kota Surabaya 2020. Dari hasil perhitungan pembebanan didapat beban struktur bangunan atas sebesar 817,432 ton dengan menggunakan kombinasi *LRFD*. Sedangkan dari hasil perhitungan dan perencanaan pondasi, didapat perencanaan dimensi pondasi tiang bor berdiameter 1m dan kedalaman pondasi 20m dengan daya dukung tiang tunggal sebesar 263,101 ton, serta perencanaan pile cap dengan dimensi 5 x 5 x 1m dengan jumlah pile dalam satu pile cap adalah 4 buah.

**Kata kunci :** SPT; daya dukung; penurunan; metode.

### ABSTRACT

*Attic Showroom Building Surabaya is a 12-story building that stands in a densely populated area, with soil conditions at a clay-typed location. The purpose of this thesis is to plan the bored pile foundation on condition at the location by considering the carrying capacity of the pile and the consolidation reduction, which will later become a reference in planning the work implementation, calculating construction costs, and making scheduling. Calculation of loading refers to PPIUG 1983, while calculating and designing the foundation using Standard Penetration Test (SPT) data, as well as calculating cost estimates using the Surabaya City Base Unit Price 2020. From the calculation results obtained load loading of building structures amounting to 817,432 tons using LRFD combination. While from the results of calculation and foundation planning, the dimensions of the pile foundation is 1 m and the depth is 20m with the carrying capacity of the press mast are 263,101 tons, and pile caps are planning with dimensions of 5 x 5 x 1m with the number of piles in one pile cap is 4 pieces.*

**Keywords:** SPT, foundation; settlement; method.

### 1. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan salah satu kota yang perkembangan ekonominya sangat pesat, Hal ini terlihat dari banyaknya kegiatan perdagangan dan pengembangan bisnis (perusahaan) yang terletak di area Surabaya. Untuk itu Attic Surabaya juga turut andil dalam mendorong pertumbuhan ekonomi di Surabaya.

Attic merupakan perusahaan yang berkecimpung dalam bisnis *supplier furnitupre* dan *aksesoris interior* di Surabaya. Gedung yang akan direncanakan merupakan gedung dengan 12 lantai. Struktur gedung ini terdiri dari struktur bawah dan struktur atas, dengan pondasi tiang bor dan struktur atas yang

terdiri dari kolom, balok, pelat lantai. Letak pembangunan Gedung Attic Showroom Surabaya berada di Jl. Dharmahusada No.152, Kel. Mojo, Kec. Gubeng, Kota Surabaya, Jawa Timur.

Tujuan dari perencanaan pondasi ini adalah untuk menganalisis perhitungan daya dukung pondasi agar aman untuk memikul beban atas bangunan dan mengetahui anggaran biaya serta durasi yang dibutuhkan dalam pengerjaan pondasi tiang bor.

**2. METODE**

Pengumpulan data yang dilakukan dalam merencanakan pondasi tiang bor ini merupakan data yang konkrit dan nyata dari hasil dilapangan yang berupa data tanah dan data struktur bangunan atas.

Setelah mendapatkan data, maka menentukan dimensi dan panjang tiang yang akan direncanakan yang kemudian nantinya akan diperhitungkan apakah daya dukung, dan penurunan memenuhi syarat atau tidak. Dari data perhitungan yang sudah memenuhi syarat aman perencanaan, maka selanjutnya akan direncanakan penulangan tiang dan *pile cap*.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1) Daya Dukung Tiang Tunggal**

**A. Perhitungan Daya Dukung Ujung Tiang (Q<sub>p</sub>)**

**Data Perencanaan**

- Dimensi penampang tiang bor yang akan dibandingkan dalam perencanaan adalah diameter 0,6 m, 0,8 m, dan 1 m, dengan panjang tiang yaitu 16 m, 20 m, dan 25 m.
- Rumus yang digunakan :

$$Q_p = 0,4 \cdot p_a \cdot \bar{N}_{60} \left(\frac{L}{D}\right) \leq 4 \cdot p_a \cdot \bar{N}_{60}$$

$$p_a = \text{atmospheric pressure (100 kN/m}^2\text{)}$$

$$N_{60} = \frac{E_m \cdot C_b \cdot C_s \cdot C_r \cdot N}{0,6}$$

Dari perumusan Q<sub>p</sub> dipakai nilai Q<sub>p</sub> terkecil, sehingga hasil perhitungan Q<sub>p</sub> sebagai berikut:

**Tabel 1. Daya Dukung Ujung Tiang (Q<sub>p</sub>)**

D (m)	h (m)	Rata-rata N <sub>60</sub>	0,4 · p <sub>a</sub> N <sub>60</sub> (L/D) (kN)	4 · p <sub>a</sub> · N <sub>60</sub> (kN)	Q <sub>p</sub> pakai (kN)
0,6	16	7,843	8365,87	3137,20	3137,20
	20	20,042	26722,67	8016,80	8016,80
	25	36,833	61388,33	14733,20	14733,20
0,8	16	9,579	7663,20	3831,60	3831,60
	20	19,292	19292,00	7716,80	7716,80
	25	32,708	40885,00	13083,20	13083,20
1,0	16	8,856	5667,84	3542,40	3542,40
	20	17,146	13716,80	6858,40	6858,40
	25	29,322	29322,00	11728,80	11728,80

Sumber : Hasil perencanaan

**B. Perhitungan Daya Dukung Selimut Tiang (Q<sub>s</sub>)**

Tiang pancang dengan perpindahan besar (*high-displacement driven pile*) :

$$f_{av} \text{ (kN/m}^2\text{)} = 0,02 \times p_a \times \bar{N}_{60}$$

(keterangan:  $\bar{N}_{60}$  yang dipakai yaitu  $\bar{N}_{60}$  sepanjang tiang)

Dengan demikian nilai dari gesekan kulit (Q<sub>s</sub>) menjadi :

$$Q_s = p \times L \times f_{av}$$

**Tabel 2. Daya Dukung Selimut Tiang (Q<sub>s</sub>)**

D (m)	h (m)	Rata-rata N <sub>60</sub>	As (m <sup>2</sup> )	f <sub>av</sub>	Q <sub>s</sub> (kN)
0,60	16	5,047	30,171	10,094	304,550
	20	8,004	37,714	16,008	603,730
	25	14,010	47,143	28,02	1320,943
0,80	16	5,047	40,229	10,094	406,067
	20	8,004	50,286	16,008	804,974
	25	14,010	62,857	28,02	1761,257
1,00	16	5,047	50,286	10,094	507,584
	20	8,004	62,857	16,008	1006,217
	25	14,010	78,571	28,02	2201,571

Sumber : Hasil perencanaan

**C. Daya Dukung Tiang Ijin**

Dari perhitungan daya dukung tahanan ujung tiang dan selimut tiang di atas, maka berikutnya dapat menentukan daya dukung batas atau daya dukung *ultimate* pada tiang tunggal yang kemudian nantinya akan didapatkan hasil dari Q<sub>all</sub> atau daya dukung tiang ijin.

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{SF} \text{ (nilai SF diambil 3)}$$

**Tabel 3. Daya Dukung Ijin Tiang (Q<sub>all</sub>)**

D (m)	h (m)	Q <sub>p</sub> (kN)	Q <sub>s</sub> (kN)	Q <sub>u</sub> (kN)	Q <sub>all</sub> (kN)	Q <sub>all</sub> (ton)
0,6	16	3137,200	304,550	3441,750	1147,25	115,139
	20	8016,800	603,730	8620,530	2873,51	288,389
	25	14733,200	1320,943	16054,143	5351,38	537,071
0,8	16	3831,600	406,067	4237,667	1412,56	141,766
	20	7716,800	804,974	8521,774	2840,59	285,085
	25	13083,200	1761,257	14844,457	4948,15	496,602
1,0	16	3542,400	507,584	4049,984	1349,99	135,487
	20	6858,400	1006,217	7864,617	2621,54	263,101
	25	11728,800	2201,571	13930,371	4643,46	466,023

Sumber : Hasil perencanaan

**D. Perhitungan Jumlah Tiang**

Jumlah tiang yang dibutuhkan dalam satu pile cap adalah:

$$n\text{-pakai} = \frac{Q_v}{Q_{all}}$$

**Tabel 4.** Penentuan jumlah tiang

D (m)	h (m)	Qv (ton)	Qall (ton)	Jml	n-pakai
0,60	16	817,432	115,139	7,099	8
	20	817,432	288,389	2,834	3
	25	817,432	537,071	1,522	2
0,80	16	817,432	141,766	5,766	6
	20	817,432	285,085	2,867	3
	25	817,432	496,602	1,646	2
1,00	16	817,432	135,487	6,033	7
	20	817,432	263,101	3,107	4
	25	817,432	466,023	1,754	2

Sumber: Hasil perencanaan

**2) Daya Dukung Kelompok Tiang**

Untuk daya dukung kelompok tiang pada tanah lempung digunakan perbandingan rumus antara tiang aksi individu dengan tiang aksi blok kesatuan, dengan perhitungan sebagai berikut:

**a) Kelompok Tiang Aksi Individu**

Kapasitas gesekan kulit adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_{g(u)} &= n_1 n_2 (9 A_p c_u + \sum \alpha . p . c_u . \Delta L) \\
 &= n_1 n_2 . (Q_p + Q_s) \\
 &= 2.2 (688,317 + 100,985) \\
 &= 3157,208 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**b) Kelompok Tiang Aksi Blok Kesatuan**

Kelompok tiang dalam blok kesatuan mempunyai dimensi:  $L_q \times B_q \times L$ , sehingga daya dukung kelompok tiang:

$$\begin{aligned}
 Q_{g(u)} &= L_q . B_q . c_{u(p)} . N_c^* + \sum . 2(L_g + B_g) . c_u \Delta L \\
 L_g/B_g &= \frac{4}{4} = 1 \\
 L/B_g &= \frac{20}{4} = 5 \\
 \text{Sehingga nilai } N_c^* &= 9
 \end{aligned}$$

**Tabel 5.** Perhitungan Tiang Aksi Blok Kesatuan

$\Delta L$ (m)	$c_u$ (ton/m <sup>2</sup> )	$L_g$ (m)	$B_g$ (m)	$2 (L_g + B_g) c_u \Delta L$
2,00	2,31	4,00	4,00	73,920
3,00	2,98	4,00	4,00	143,040
3,00	2,44	4,00	4,00	117,120
3,00	2,53	4,00	4,00	121,440
3,00	2,73	4,00	4,00	131,040
3,00	3,25	4,00	4,00	156,000
3,00	15,50	4,00	4,00	744,000

$\Delta L$ (m)	$c_u$ (ton/m <sup>2</sup> )	$L_g$ (m)	$B_g$ (m)	$2 (L_g + B_g) c_u \Delta L$
1,00	18,62	4,00	4,00	297,920
$\Sigma =$				<b>1784,480</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Q_{g(u)} &= L_g . B_g . c_{u(p)} . N_c^* + \sum . 2(L_g + B_g) . c_u \Delta L \\
 &= (4 \times 4 \times 18,790 \times 9) + 1784,480 \\
 &= 4465,760 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan kelompok tiang aksi individu dengan kelompok tiang aksi blok kesatuan dipilih nilai yang terkecil, sehingga daya dukung kelompok tiang yang dipakai adalah :

$$Q_{g(u)} = \frac{3157,208}{3} = 1052,403 \text{ ton}$$

Koreksi Nilai  $Q_{g(u)}$  dengan  $Q_v$ , ditinjau bahwa  $Q_{g(u)} > Q_v$ , maka  $\rightarrow 1052,403 > 817,432$  (Ok)

**3) Penurunan Tiang**

**A. Penurunan Elastik Tiang Tunggal**

Data Perencanaan:

$$\begin{aligned}
 Q_p &= 688,317 \text{ ton} \\
 Q_s &= 100,985 \text{ ton} \\
 A_p &= (1/4) \times 3,14 \times (1)^2 \\
 &= 0,786 \text{ m}^2 \\
 q_{wp} &= \frac{Q_p}{A_p} \\
 &= \frac{688,317}{0,786} = 876,040 \text{ ton/m}^2 \\
 E_p &= 4700 . \sqrt{f'_c} \\
 &= 4700 . \sqrt{30} \\
 &= 25742,9602 \text{ Mpa} \\
 &= 2625051,39 \text{ ton/m}^2 \\
 \xi &= 0,5 \\
 C_p &= 0,03 \text{ (diambil dari koefisien empiris)} \\
 C_s &= (0,093 + 0,16 . \sqrt{L/D}) . C_p \\
 &= (0,093 + 0,16 . \sqrt{20/1}) . 0,03 \\
 &= 0,049
 \end{aligned}$$

Perhitungan Perencanaan:

$$\begin{aligned}
 S_1 &= \frac{(Q_p + \xi . Q_s) . L}{A_p . E_p} \\
 &= \frac{(688,317 + 0,5 . 100,985) . 20}{0,786 \times 2625051,389} = 0,007 \text{ m} \\
 S_2 &= \frac{Q_p . C_p}{D . q_{wp}} \\
 &= \frac{688,317 \times 0,03}{1 . 876,040} = 0,020 \text{ m} \\
 S_3 &= \frac{Q_p . C_s}{L . q_{wp}} \\
 &= \frac{688,317 \times 0,049}{20 . 876,040} = 0,002 \text{ m} \\
 S_e &= S_1 + S_2 + S_3 \\
 &= 0,007 + 0,020 + 0,002 \\
 &= 0,028 \text{ m} \approx 28 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

**B. Penurunan Elastik Kelompok Tiang**

$$S_g = \sqrt{\frac{Bg}{D}} \cdot S_c$$

$$= \sqrt{\frac{4}{1}} \times 0,028$$

$$= 0,056 \text{ m} \approx 56 \text{ mm}$$

**C. Penurunan Konsolidasi**

**Tabel 6.** Kondisi Tanah pada setiap lapis

Lapisan	h (m)	$\gamma$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (ton/m <sup>3</sup> )	$\gamma'$ (ton/m <sup>3</sup> )	$e_0$	$C_c$
1	2	1,61	-	-	-	-
2	1	-	1,64	0,64	1,79	-
3	3	-	1,71	0,71	1,75	0,13
4	3	-	1,73	0,73	1,74	0,10
5	3	-	1,85	0,85	1,70	0,09
6	3	-	1,88	0,90	1,68	0,07
7	3	-	1,91	0,91	1,50	0,06
8	3	-	1,93	0,93	1,46	0,05
9	3	-	1,95	0,95	1,39	0,04
10	3	-	1,98	0,98	1,32	0,03
11	3	-	2,01	1,01	1,27	0,03

Sumber: Data tanah

**Data Perencanaan:**

- $L_g = 4$  meter
- $B_g = 4$  meter
- $Q_g = 1052,403$  ton
- Penyebaran tegangan =  $\frac{1}{3}$ .  $L = \frac{1}{3} \cdot 20 = 13,33$  mm (dari ujung tiang atas)
- $z_1 = [(1/2 \cdot h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6) - 13,33] / 2$   
 $= [(1 + 1 + 3 + 3 + 3 + 3) - 13,33] / 2$   
 $= 0,67 / 2 = 0,33$  m
- $z_2 = 0,67 + (h_7/2)$   
 $= 0,67 + 1,5 = 2,17$  m
- $z_3 = 0,67 + h_7 + (h_8/2)$   
 $= 0,67 + 3 + 1,5 = 5,17$  m
- $z_4 = 0,67 + h_7 + h_8 + (h_9/2)$   
 $= 0,67 + 3 + 3 + 1,5 = 8,17$  m
- $z_5 = 0,67 + h_7 + h_8 + h_9 + (h_{10}/2)$   
 $= 0,67 + 3 + 3 + 3 + 1,5 = 11,17$  m
- $z_6 = 0,67 + h_7 + h_8 + h_9 + h_{10} + (h_{11}/2)$   
 $= 0,67 + 3 + 3 + 3 + 3 + 1,5 = 14,17$  m

**Perhitungan Perencanaan:**

$$\Delta p_n = \left( \frac{Q_g}{(L_g + z_n)(B_g + z_n)} \right)$$

$$P_{0n} = \gamma \cdot h_1 + \gamma \cdot h_2 + \dots + \gamma \cdot h_n$$

$$\Delta s_n = \left( \frac{C_c \times H_n}{1 + e_0} \right) \log \left( \frac{P_{0(n)} + \Delta p_n}{P_{0(n)}} \right)$$

**Tabel 7.** Penurunan Konsolidasi

titik	$\Delta p$ (ton/m <sup>2</sup> )	$P_0$ (ton/m <sup>2</sup> )	$\Delta s$ (m)
1	56,00	13,09	0,006
2	27,65	14,76	0,032
3	12,52	17,51	0,015
4	4,01	20,32	0,007
5	4,573	23,20	0,003
6	3,188	26,19	0,002

Sumber : Hasil perencanaan

$$\Delta s_g = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3 + \Delta s_4 + \Delta s_5 + \Delta s_6$$

$$= 0,006 + 0,032 + 0,015 + 0,007 + 0,003 + 0,002$$

$$= 0,065 \text{ m} \approx 65 \text{ mm}$$

**D. Penurunan Total**

$$S_g \text{ total} = S_g \text{ Elastik} + S_g \text{ Konsolidasi}$$

$$= 56 \text{ mm} + 65 \text{ mm}$$

$$S_g \text{ total} < S_g \text{ ijin} \rightarrow 121 \text{ mm} < 150 \text{ mm} \text{ (Ok)}$$

**4) Penulangan Tiang**

Data Perencanaan:

- Mutu beton ( $f_c'$ ) = 30 Mpa
- Mutu baja ( $f_y$ ) = 400 Mpa
- Dimensi tiang pancang = 1000 mm
- $\mu = 2,71685$  tm
- Selimit beton ( $p$ ) = 75 mm

Perhitungan Perencanaan:

**A. Perhitungan Penulangan Memanjang**

- Luas total penampang beton

$$A_g = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 500^2 = 785000 \text{ mm}^2$$

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 10.8.4 halaman 78, nilai  $\rho_{min} = 0,01$  dan  $\rho_{max} = 0,08$ .

$$A_s = \rho \cdot A_g$$

$$= 0,01 \times 785000$$

$$= 7850 \text{ mm}^2$$

$$A_{Spakai} = 8110 \text{ mm}^2$$

Sehingga dipakai  $A_s$  pakai 16D25 ( $A_{sterpsang} = 8110 \text{ mm}^2$ )

**B. Perhitungan Tulangan Sengkang (Spiral)**

Dalam SNI 2847:2013 Pasal 10.9.3, yaitu:

$$D_c = h - 2 \cdot \text{tebal selimit}$$

$$= 1000 - 2 \cdot 75$$

$$= 850 \text{ mm}$$

$$A_c = 1/4 \times 22/7 \times D_c^2$$

$$= 1/4 \times 22/7 \times 850^2$$

$$= 567162,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\rho_s &= 0,45 \left( \frac{A_g}{A_c} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_y} \\ &= 0,45 \left( \frac{785000}{567162,5} - 1 \right) \cdot \frac{30}{400} \\ &= 0,013\end{aligned}$$

Jika digunakan spiral berdiameter 13 mm,  $a_s = 132,786$  mm<sup>2</sup>, dan  $d_s = 13$  mm

$$\begin{aligned}\rho_s &= \frac{4a_s(Dc-ds)}{Dc^2S} \\ 0,013 &= \frac{4 \cdot 132,79 \cdot (850-13)}{850^2 \cdot S} \\ 0,013 &= \frac{444580,92}{722500 \times S} \\ S &= 47,334 \text{ mm} \leq 75 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dikarenakan jarak s untuk sengkang spiral kurang dari persyaratan, yaitu untuk  $f'_c$  30 MPa dengan D13 jarak yang dianjurkan adalah 75 mm, sehingga dalam perencanaan digunakan tulangan sengkang spiral dipakai D13 – 75 mm.

### 5) Penulangan Pile Cap

Data Perencanaan:

Dimensi <i>Pile Cap</i>	= 5,0 x 5,0 m
Diameter Kolom	= 70/1400 mm
Diameter Tiang Bor	= 1000 mm
Jumlah Tiang	= 4 tiang
Pu (1 tiang)	= 263,101 ton
	= 2340663,102 N
h (tebal <i>pile cap</i> )	= 1000 mm
p (selimut beton)	= 75 mm
Diameter tulangan	= 25 mm
$d = 1000 - 75 - 25 = 900$ mm	
$f'_c = 30$ MPa	
$f_y = 400$ Mpa	

Perhitungan Perencanaan:

1) Hitung beban berfaktor pada pile

$$\begin{aligned}V_u &= P_u \\ &= 2340663,102 \text{ N}\end{aligned}$$

2) Periksa terhadap geser dua arah

a. Geser dua arah di sekitar kolom

$$\begin{aligned}b_0 &= 2(c_1 + d_1) + 2(c_2 + d_2) \\ &= \{2 \cdot (1400 + 900)\} + \{2 \cdot (700 + 900)\} \\ &= 7800 \text{ mm}\end{aligned}$$

Nilai kuat geser dua arah untuk beton ditentukan dari nilai terkecil antara:

$$\begin{aligned}V_{c1} &= 0,17 \left( \frac{1+2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,17 \times \left( \frac{1+2}{1} \right) \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 7800 \times 900 \\ &= 19609563 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c2} &= 0,083 \left( \frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,083 \times \left( \frac{40 \times 900}{7800} + 2 \right) \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 7800 \times 900 \\ &= 21112075,52 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c3} &= 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,33 \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 7800 \times 900 \\ &= 12688540,77 \text{ N}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\phi V_n &= 0,75 V_n \\ &= 0,75 \times 12688540,77 \\ &= 9516405,575 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\phi V_n > V_u$$

$$\rightarrow 9516405,575 \text{ N} > 2340663,102 \text{ N} \quad (\text{Ok})$$

maka tebal plat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa tulangan geser.

b. Geser dua arah di sekitar tiang bor

$$\begin{aligned}b_0 &= 2(450 + c/2 + d/2) \\ &= 2(450 + 1000/2 + 900/2) \\ &= 2800 \text{ mm}\end{aligned}$$

Nilai kuat geser dua arah untuk beton ditentukan dari nilai terkecil antara :

$$\begin{aligned}V_{c1} &= 0,17 \left( \frac{1+2}{\beta_c} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,17 \times \left( \frac{1+2}{1} \right) \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 2800 \times 900 \\ &= 7039330,309 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c2} &= 0,083 \left( \frac{\alpha_s d}{b_0} + 2 \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,083 \times \left( \frac{40 \times 900}{2800} + 2 \right) \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 2800 \times 900 \\ &= 17020588,02 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{c3} &= 0,33 \lambda \sqrt{f'_c} b_0 d \\ &= 0,33 \times 1,0 \times \sqrt{30} \times 2800 \times 900 \\ &= 4554860,788 \text{ N}\end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\phi V_n &= 0,75 V_n \\ &= 0,75 \times 4554860,788 \\ &= 3416145,591 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\phi V_n > V_u \rightarrow 3416145,591 \text{ N} > 2340663,102 \text{ N} \quad (\text{Ok})$$

maka tebal plat mencukupi untuk memikul gaya geser tanpa tulangan geser.

c. Perhitungan momen lentur akibat beban berfaktor

$$\begin{aligned}M_u &= 2 \cdot (585165,776) \cdot (1000 - (1400/2)) \\ &= 351099465,6 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

d. Perhitungan luas tulangan

$$\begin{aligned}R_n &= \frac{M_u}{\phi b \cdot d^2} \\ &= \frac{351099465,6}{0,9 \times 5000 \times 900^2} \\ &= 0,096\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\text{perlu}} &= \frac{0,85 f'_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f'_c}} \right] \\ &= \frac{0,85 \times 30}{400} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,096}{0,85 \times 30}} \right] = 0,0002405\end{aligned}$$

$$A_s \text{ perlu} = \rho b d$$

$$= 0,0002405 \times 5000 \times 900 = 1082,041 \text{ mm}^2$$

Maka tulangan yang digunakan adalah D19 – 100, dengan  $A_{s \text{ pakai}} = 2870 \text{ mm}^2$  (dua arah).

#### 6) Metode pelaksanaan

Dengan meninjau kondisi tanah yang ada pada lokasi dan dari hasil uji lab, maka untuk merencanakan pondasi tiang bor pada bangunan Gedung Attic Showroom menggunakan pengeboran metode basah yaitu dengan cairan campuran bentonite(slurry). Dalam metode basah ini nantinya slurry dapat dipakai Kembali untuk pengeboran di lubang berikutnya sehingga melihat dari karakteristik tersebut, dimungkinkan dapat menekan biaya pekerjaan pengeboran.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan perencanaan pondasi tiang bor untuk Gedung Attic Showroom Surabaya pada pembahasan sebelumnya, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Hasil analisa perhitungan beban sebagai berikut:
  - a) Direncanakan balok ukuran 40/70 dan kolom dengan ukuran 70/1400, maka didapat beban aksial terbesar adalah 817,432 ton yang terjadi pada portal AS A sumbu 3.
2. Berdasarkan perhitungan daya dukung maka didapat :
  - a) Panjang tiang pondasi yang digunakan adalah 20 meter.
  - b) Pondasi tiang bor berbentuk lingkaran dengan diameter tiang 1 meter. Jumlah tiang dalam dalam satu *pile cap* berjumlah 4 tiang dengan jarak antar tiang 3 meter dan jarak tiang ke tepi luar 1 meter.
  - c) Daya dukung tiang bor tunggal sebesar 263,101 ton, dengan daya dukung kelompok tiang sebesar 1052,403 ton.
  - d) Ukuran *pile cap* yang digunakan pada pondasi yaitu 5 x 5 meter dengan tebal *pile cap* 1 meter.
  - e) Tulangan yang dipakai pada tiang bor adalah 13D25 pada tulangan memanjang dan untuk tulangan spiral digunakan D13 – 75mm.
  - f) Pada tulangan *pile cap* digunakan D19 – 100mm dan tulangan digunakan dua arah.
3. Berdasarkan perhitungan penurunan maka didapat:
  - a) Perhitungan penurunan elastik tiang didapat 28mm dan untuk penurunan elastik kelompok tiang didapat 56mm.
  - b) Perhitung penurunan konsolidasi didapat total penurunan sebesar 65mm.
  - c) Pada perhitungan total penurunan, penurunan yang terjadi sebesar 121mm dan masih masuk dalam

penurunan yang diijinkan untuk bangunan beton bertulang.

4. ada metode pelaksanaan pondasi tiang bor menggunakan metode basah dalam pengeboran yaitu menggunakan bentonite dikarenakan kondisi tanah pada lokasi yang bertipikal lempung jenuh air. Pelaksanaan pengeboran dilakukan pada bagian belakang dari lahan terlebih dahulu hingga menuju sisi luar lahan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kusuma Gideon H., dan Adriono Takim. 1993. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta: Erlangga.
- [2] Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung Tahun 1983
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung SNI- 1726 – 2002*. Bandung: Yayasan LPMB
- [4] Sudarmoko. 1996. *Perancangan Dan Analisis Kolom Beton Bertulang*. Bantul: Biro Penerbit.
- [5] Hardiyatmo, Hary C. 2011. *Analisa Dan Perencanaan Pondasi II*. Yogyakarta: Gajah Mada Universitas Press.
- [6] Yunaefi, dkk. 2011. *Modul Ajar Mekanika Tanah I & 2*. Malang: Departemen Pendidikan Nasional Politeknik Negeri Malang.
- [7] Yunaefi, Gerard Apono. 2013. *Rekayasa Pondasi 2*. Malang: Politeknik Negeri Malang
- [8] Das, Braja M. 2011. *Principles Of Foundation Engineering, Seventh Editon*. Stamford: Cengage Learning.
- [9] Rani, A. Hafnidar. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: CV Budi Utama