

## STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PONDASI TIANG BOR (BORE PILE) PADA GEDUNG MALANG CREATIVE CENTER (MCC)

Sudirman Indra<sup>1</sup>, Eri Andrian Yudianto<sup>2</sup>, dan Jasmine Fadilla<sup>3</sup>

<sup>123)</sup> Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang  
Email: [jasminefadilla87@gmail.com](mailto:jasminefadilla87@gmail.com)

### ABSTRACT

The lower structure, namely the foundation, is an important aspect and must be present in every building. Currently, many tall buildings are being built in urban areas, one of which is the Malang Creative Center building which consists of 8 floors and is located on Jl. A. Yani No.16, Blimbing Malang City. The foundation used is a pile foundation to a depth of  $\pm 10$  m. In planning a foundation, it must meet construction requirements, especially the bearing capacity of the soil according to the planned project location. In planning a bored pile foundation, it is important to know the bearing capacity of the foundation, then evaluate the settlement experienced by the pile foundation. This foundation was re-planned using a borpile with a depth of 16 m. From the calculation of Type 1 Foundation, we get 6 pillars with  $D = 80$  cm. The pile efficiency ( $E_g$ ) is 0.717. The single carrying capacity is 259,296 tons and the lateral carrying capacity is 0.394 tons. Pilecap reinforcement D19 – 200 in the x direction and D19 – 200 in the y direction. The value of type 1 decline is 7.362 cm. To calculate Type 2 Foundation, you get 4 pillars with  $D = 80$  cm. The pile efficiency ( $E_g$ ) is 0.758. The single carrying capacity is 259,296 tons and the lateral carrying capacity is 0.530 tons. Pilecap reinforcement D19 – 200 in the x direction and D19 – 200 in the y direction. The value of type 2 decline is 7.362 cm. Calculating Type 3 Foundations results in 2 number of pillars with  $D = 80$  cm. The pile efficiency ( $E_g$ ) is 0.879. The single carrying capacity is 259,296 tons and the lateral carrying capacity is 0.985 tons. Pilecap reinforcement D19 – 200 in the x direction and D19 – 200 in the y direction. The decline value for type 3 is 7.362 cm

Keywords: Concrete, Waste Banner, Compressive Strength, Tensile Strength, Flexural Strength

### ABSTRAK

Struktur bawah yakni pondasi merupakan salah satu aspek penting dan harus ada pada setiap bangunan. Saat ini pembangunan gedung-gedung tinggi di daerah perkotaan mulai banyak, salah satunya adalah gedung *Malang Creative Center* yang terdiri dari 8 lantai dan berada di Jl. A. Yani No.16, Blimbing Kota Malang. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang sampai kedalaman  $\pm 10$  m. Dalam perencanaan suatu pondasi harus memenuhi syarat-syarat konstruksi, terutama terhadap daya dukung tanah sesuai dengan lokasi proyek yang direncanakan. perencanaan pondasi tiang bor (bore pile) penting diketahui kapasitas daya dukung pondasi, kemudian dilakukan evaluasi terhadap penurunan yang dialami oleh pondasi tiang tersebut. Pondasi ini dilakukan perencanaan ulang menggunakan borpile dengan kedalaman 16 m. Dari perhitungan Pondasi Tipe 1 didapat 6 jumlah tiang dengan  $D = 80$  cm. Efisiensi tiang ( $E_g$ ) adalah 0,717. Daya dukung tunggal sebesar 259,296 ton dan daya dukung lateral adalah 0,394 ton. Tulangan Pilecap D19 – 200 arah x dan D19 – 200 arah y. Nilai penurunan tipe 1 adalah sebesar 7,362 cm. Untuk perhitungan Pondasi Tipe 2 didapat 4 jumlah tiang dengan  $D = 80$  cm. Efisiensi tiang ( $E_g$ ) adalah 0,758. Daya dukung tunggal sebesar 259,296 ton dan daya dukung lateral adalah 0,530 ton. Tulangan Pilecap D19 – 200 arah x dan D19 – 200 arah y. Nilai penurunan tipe 2 adalah sebesar 7,362 cm. Perhitungan Pondasi Tipe 3 didapat 2 jumlah tiang dengan  $D = 80$  cm. Efisiensi tiang ( $E_g$ ) adalah 0,879. Daya dukung tunggal sebesar 259,296 ton dan daya dukung lateral adalah 0,985 ton. Tulangan Pilecap D19 – 200 arah x dan D19 – 200 arah y. Nilai penurunan tipe 3 adalah sebesar 7,362 cm

Kata kunci: Pondasi Bor Pile, Penulangan Pondasi, Pilecap, Penurunan

### 1. PENDAHULUAN

Pondasi adalah bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penahan seluruh beban yang berada di atasnya serta gaya dari luar dan meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung dibawahnya tanpa terjadi penurunan berlebih. Ada dua jenis pondasi, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Disini penulis menggunakan pondasi dalam berupa pondasi tiang bor

(*bored pile*). Pondasi tiang bor (bore pile) merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang pengerjaannya diawali dengan mengebor tanah kemudian diisi oleh tulangan dan dicor. Pondasi tiang bor mempunyai karakteristik khusus karena cara pelaksanaannya yang dapat mengakibatkan perbedaan perilakunya di bawah pembebanan dibandingkan dengan tiang pancang, salah satunya adalah tiang bor dilaksanakan dengan menggali

lubang bor dan mebgisinya dengan material beton, sedangkan tiang pancang dimasukkan ke tanah dengan mendesak tanah disekitarnya (Rahardjo, 2005). Pada Tugas Akhir ini membahas mengenai studi alternatif perencanaan pondasi tiang bor (bore pile) pada proyek pembangunan Malang Creative Center, dimana perencanaan pondasi tiang bor ini mempertimbangkan aspek-aspek keamanan struktur yang bekerja serta daya dukung tanah pada daerah proyek.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### Pondasi

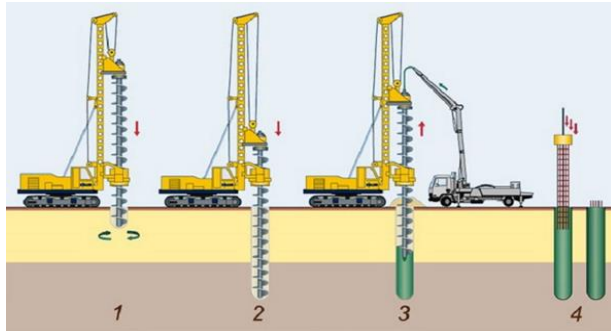
Pondasi adalah komponen struktur terendah dari bangunan dan yang meneruskan beban bangunan dari struktur atas ke tanah dan batuan yang berada dibawahnya, merupakan tahap awal dalam membangun bangunan. Secara umum ada 2 jenis pondasi yang biasa digunakan yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, pemilihan pondasi ditentukan berdasarkan besarnya beban atau kondisi tanah Dimana bangunan tersebut berdiri.

### Pondasi tiang bor

Pondasi Borepile adalah jenis pondasi yang pengerjaannya diawali dengan mengebor tanah, kemudian diisi oleh tulangan dan dicor. Metode pelaksanaan borepile terdiri dari metode kering dan metode basah.

### Keuntungan menggunakan pondasi tiang bor

1. Pemasangan tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan sekitarnya.
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Data tanah dapat diperiksa dan dicocokkan dengan data Lab.
4. Tiang dapat dipasang menembus lapis batuan
5. Diameter tiang memungkinkan lebih besar
6. Tidak ada resiko kenaikan muka tanah



Gambar 1 Ilustrasi proses pengeboran bore pile  
 Sumber : (Google, 2023)

### Kelemahan menggunakan pondasi tiang bor

1. Pengeboran mengakibatkan gangguan kepadatan tanah pasir

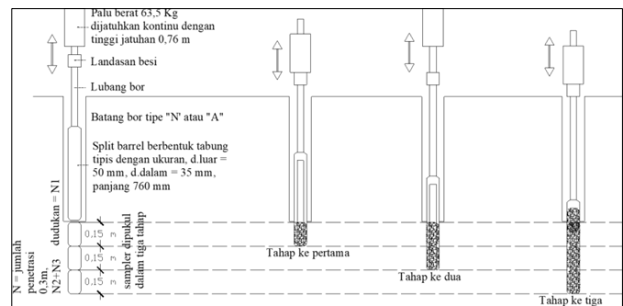
2. Air mengakibatkan stabilitas tanah berkurang sehingga mempengaruhi daya dukung kapasitas tiang
3. Pembesaran ujung bawah tanah tiang tidak dapat dilakukan bila tanah berupa pasir.

### Penelitian Tanah

Penelitian tanah bertujuan untuk mendapatkan data keadaan tanah pada titik yang telah ditentukan.

#### a. Pengujian dengan Alat SPT (Standart Penetration Test).

Pengujian Standart Penetration Test (SPT) dilaksanakan bersamaan dengan pengujian bor mesin. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghitung jumlah pukulan palu pemukul yang diperlukan untuk mendesak tabung sedalam 30 cm ke dalam tanah.



Gambar 2 Prosedur Pengujian SPT

Sumber : (Mamaqani, 2014)

#### b. Daya dukung pondasi tiang bor

- Daya dukung aksial pondasi  
 Daya dukung aksial tunggal

$$Q_u = Q_p + Q_s - W_p$$

Keterangan :

$Q_u$  = daya dukung ultimit tiang (ton)

$Q_p$  = daya dukung ultimit ujung tiang bor (ton)

$Q_s$  = daya dukung ultimit selimut tiang (ton)

$W_p$  = berat pondasi tiang (ton)

- Daya Dukung Aksial Tunggal dari Data SPT Metode Meyerhof

$$Q_{ult} = 40 \times N_b \times A_p + 0,2 \times N \times A_s$$

Keterangan :

$Q_u$  = daya dukung ultimit pondasi tiang pancang (ton)

$N_b$  = nilai  $N_{spt}$  pada elevasi dasar tiang ( $m^2$ )

$A_p$  = luas penampang dasar tiang ( $m^2$ )

$N$  = nilai  $N_{spt}$  rata – rata sepanjang tiang

40 = karakteristik tanah pasir

$K$  = koefisien karakteristik tanah :

- 12 t/m<sup>2</sup>, lempung

- 20 t/m<sup>2</sup>, lanau berlempung

- 25 t/m<sup>2</sup>, lanau berpasir

- 32 t/m<sup>2</sup>, pasir berlempung

- 40 t/m<sup>2</sup>, pasir

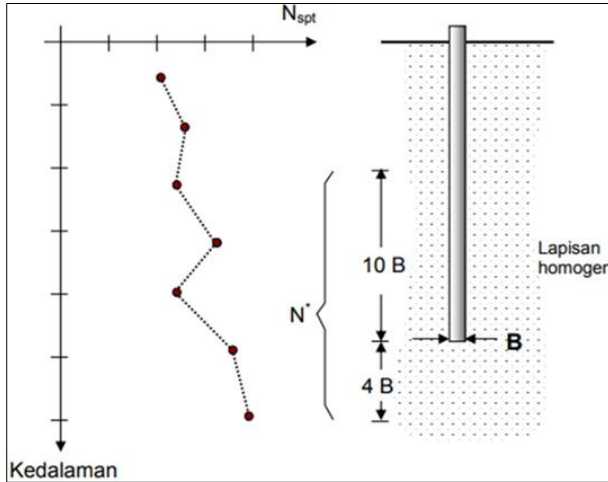
**c. Metode Meyerhof (1956):**

Untuk jenis tanah dan jenis tiang yang berbeda, Meyerhof (1956) menganjurkan formula daya dukung untuk tiang pancang sebagai berikut :

$$Q_{ult} = (K \cdot N_b \cdot A_p) + (0,2 \cdot N \cdot A_s)$$

Untuk tiang dengan desakan tanah yang kecil seperti tiang bor baja H, maka daya dukung selimut hanya diambil separuh formula diatas, sehingga:

$$Q_{ult} = (K \cdot N_b \cdot A_p) + (0,1 \cdot N \cdot A_s)$$



Gambar 3 Daya dukung berdasarkan nilai pukulan spt  
 Sumber : (Hakam, 2008)

**d. Menentukan Jarak Tiang (s)**

$$s = \frac{1,57 \times D \times m \times n}{m + n - 2}$$

$$s = \frac{1,57 \times D \times m \times n}{m + n - 2}$$

(Sumber : Bowles, Foundation Analysis and Design. 1982:674)

Dimana :

m = Jumlah tiang pada deretan baris

n = Jumlah tiang pada deretan kolom

**e. Penurunan dari ujung tiang (Sp)**

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p}$$

$$q_p = \frac{Q_p}{A_p}$$

Dimana :

Cp = Koefisien empiris Vesic

D = Diameter tiang (m)

qp = Daya dukung berat ujung tiang(kg/m<sup>2</sup>)

Qp = Daya dukung ujung ultimit tiang (kg)

Ap = Luas penampang (m)

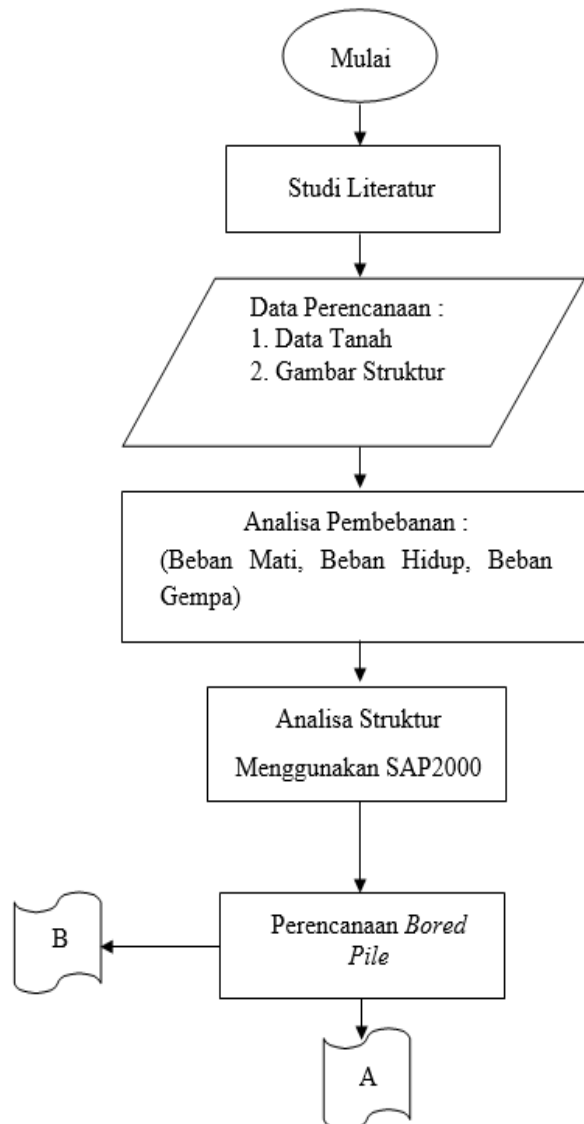
**3. METEDOLOGI**

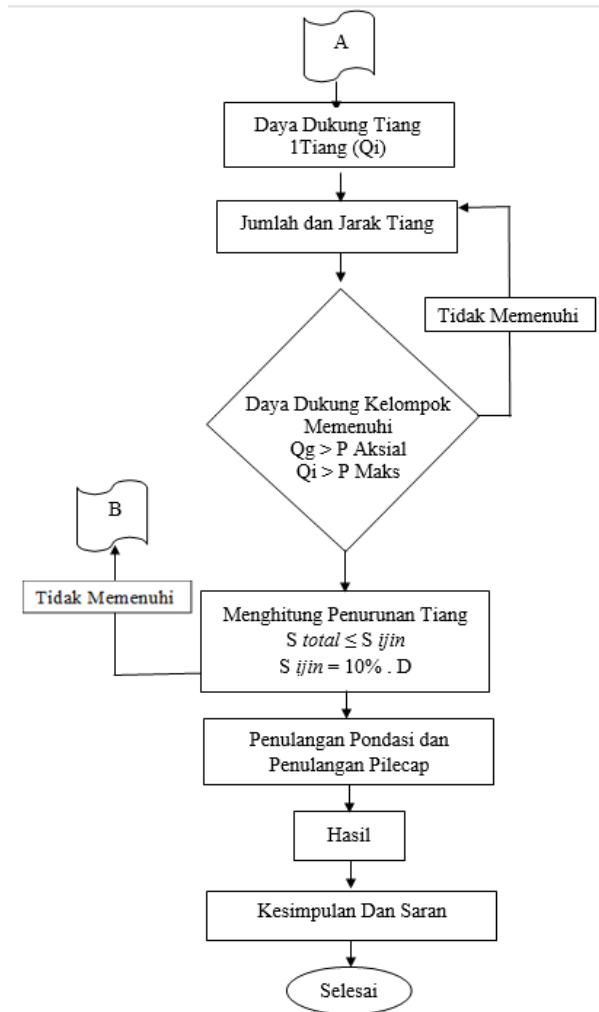
Tahapan perencanaan pondasi tiang bor menggunakan beberapa metode sesuai dengan peraturan yang telah ditetapkan. Tahapan perhitungan dimulai dengan pembebanan, penentuan dimensi tiang, perhitungan daya dukung tiang, penentuan dimensi dan penulangan pilecap. Berikut diagram alir pada gambar 4.

**Data Perencanaan**

1. Nama Proyek =Pembangunan Gedung Malang Creative Center
2. Lokasi = Jalan Ahmad Yani, Blimbing
3. Luas Lahan = 5.513 m<sup>2</sup>
4. Luas Bangunan = 23.600 m<sup>2</sup>
5. Jumlah Lantai = 8 + Atap

**Bagan Alir**





Gambar 4 Bagan Alir

### Beban-belan pada kolom Program Bantu SAP2000

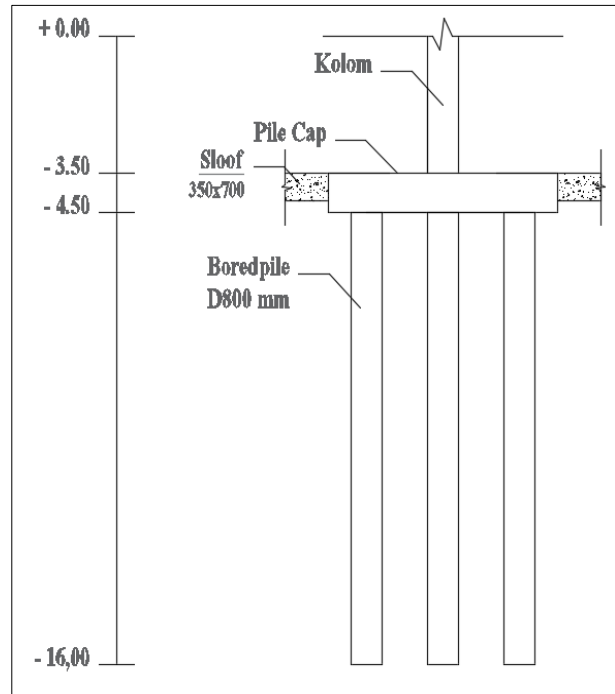
Tabel 1 Beban Yang Bekerja pada Pondasi

Titik Pondasi	Klasifikasi Beban	Fy (kg)	Fx (kg)	Fz (kg)	Momen X (kg.m)	Momen Y (kg.m)
2123	Berat	175,76	2361,02	651682,6	-2387,51	-104,65
2125	Sedang	-136,53	2119,81	355359,09	-2347,71	-670,02
2061	Ringan	1969,35	912,07	25730,15	-1990,32	4250,66

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
2123	Kombinasi 7	Combination	Max	175.76	2361.02	651682.6	-2387.51	-104.65	14.89
2125	Kombinasi 7	Combination	Min	-136.53	2119.81	355359.09	-2347.71	-670.02	6.28
2061	Kombinasi 7	Combination	Min	1969.35	912.07	25730.15	-1990.32	4250.66	-6.28

### Perencanaan Pondasi



Gambar 5 Gambar Perencanaan Pondasi

## 4. PEMBAHASAN

### Berat Sendiri Material PPIUG 1983 dan SNI 1727:2020

1. Berat volume beton bertulang : 2400 kg/m<sup>3</sup>
2. Beban spesi percentimeter tebal: 21 Kg/m<sup>2</sup>
3. Beban keramik percentimeter tebal: 24 Kg/m<sup>2</sup>
4. Beban instalasi ME : 10 Kg/m<sup>2</sup>
5. Beban plafond : 18 Kg/m<sup>2</sup>
6. Berat bata ringan (20x60 cm): 82 Kg/m<sup>2</sup>
7. Beban air : 1000 Kg/m<sup>3</sup>

### Beban Hidup SNI 1727:2020

1. Ruang publik : 4,27 kN/m<sup>2</sup>
2. Koridor : 4,27 kN/m<sup>2</sup>
3. Lantai atap : 0,96 kN/m<sup>2</sup>

### Data Pondasi

- Diameter *boredpile* (D) : 0,8 m
- Kedalaman *boredpile* (H) : 16 m
- Panjang *boredpile* (L<sub>f</sub>) : 11,5 m
- Luas penampang (A<sub>p</sub>) :  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 0,503 \text{ m}^2$
- Keliling *boredpile* (P) :  $\pi \times D = 2,513 \text{ m}$
- Luas selimut : P x L<sub>f</sub> = 28,903 m<sup>2</sup>
- Berat sendiri (W<sub>p</sub>) : A<sub>p</sub> x L<sub>f</sub> x B<sub>j</sub> = 13,873 ton

### Perhitungan Daya Dukung Aksial

Daya dukung aksial *boredpile* didefinisikan melalui persamaan berikut:

$$Q_u = 25 \times N_b \times A_p + 0,1 \times N \times A_s$$

Jenis Tanah	K (t/m <sup>2</sup> )
Lempung	12
Lanau berlempung	20
Lanau Berpasir	25

Jenis Tanah	K (t/m <sup>2</sup> )
Pasir	40

Dipakai nilai koefisien 25, dikarenakan pada kedalaman 16 m merupakan jenis tanah lanau berpasir

**a. Daya Dukung Tiang (Qu)**

$$\begin{aligned}
 Q_u &= 25 \times N_b \times A_p + 0,1 \times N \times A_s \\
 &= 25 \times 43,875 \times 0,503 + 0,1 \times 33,523 \times 28,903 \\
 &= 551,350 + 96,891 \\
 &= 648,240 \text{ ton} \\
 &= 648,240 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Sebelum menghitung nilai daya dukung ijin tiang *boredpile* (Q<sub>a</sub>), faktor keamanan ditentukan terlebih dahulu sesuai dengan tabel menurut (Rahardjo, 2005) sebagai berikut :

**b. Daya Dukung Ijin Tiang (Qa)**

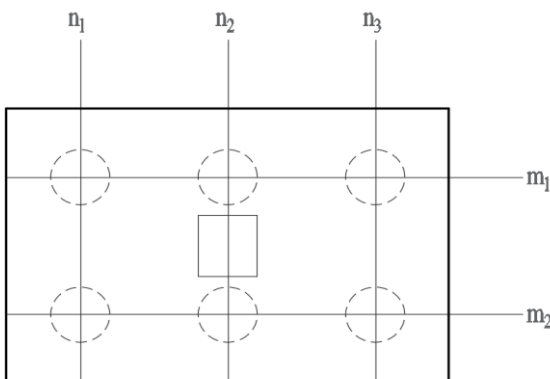
Tabel 2 Faktor keamanan pondasi

Klasifikasi Struktur	Faktor Aman			
	Kontrol Baik	Kontrol Normal	Kontrol Jelek	Kontrol Sangat Jelek
Monumental	2,3	2	3,5	4
Permanen	2	2,5	2,5	2,8
Sementara	1,4	2	2,3	2,8

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_u}{2,5} \\
 &= \frac{648,240}{2,5} \\
 &= 259,296 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

**c. Jumlah tiang bor (n)**

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P}{Q_a} \\
 &= \frac{651,683}{259,296} \\
 &= 2,513 \text{ tiang} \approx 3 \text{ tiang, dicoba 6 tiang}
 \end{aligned}$$



Gambar 6 Susunan Pondasi Tipe 1 (6 tiang)

**d. Jarak Tiang (n)**

Syarat jarak antar tiang *bored pile* (s)

$$\begin{aligned}
 2,5 D &\leq S \leq 3 D \\
 2,5 D &= 2 \text{ m} \\
 3 D &= 2,4 \text{ m} \\
 \text{Sehingga dipakai jarak antar tiang (S)} &= 2 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**e. Efisiensi Grup Tiang (Eg)**

Efisiensi kelompok tiang kemudian ditentukan dengan metode *Converse-Labore* (AASHO) sesuai dengan (Rahardjo, 2005).

$$\begin{aligned}
 E_g &= 1 - \frac{\theta}{90} \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n}, \text{ dimana } \theta = \tan^{-1}(D/S) \\
 &= 1 - \frac{\theta}{90} \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \times n}, \text{ dimana } \theta = \tan^{-1}(80/200) \\
 &= 21,8 \\
 &= 1 - 0,242 \times \frac{4+3}{6} \\
 &= 1 - 0,242 \times 1,167 \\
 &= 0,717
 \end{aligned}$$

**f. Daya Dukung Kelompok Tiang (Qpg)**

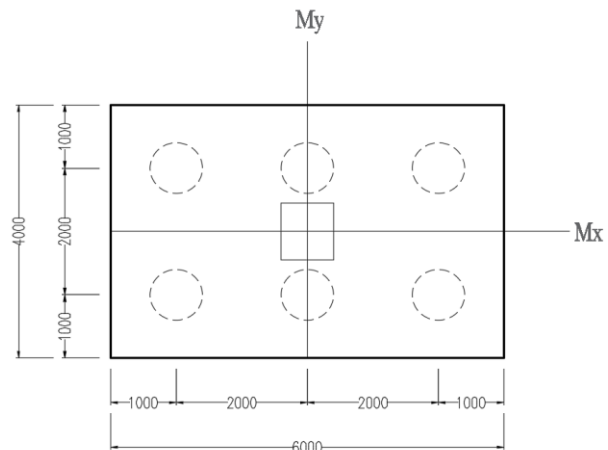
Setelah diketahui nilai efisiensi kelompok tiang, maka dapat diperhitungkan nilai daya dukung kelompok tiang. Nilai daya dukung kelompok tiang kemudian dihitung sesuai persamaan dibawah ini.

$$\begin{aligned}
 Q_{pg} &= E_g \times \Sigma_{tiang} \times Q_a \\
 &= 0,717 \times 6 \text{ tiang} \times 259,296 \text{ ton} \\
 &= 1.116,097 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kemudian jarak tiang ke tepi *pilecap*

$$\begin{aligned}
 S &\geq 1,25 D \\
 S &\geq 1 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan nilai 1 m untuk jarak tiang *bored pile* ke tepi *pilecap*



Gambar 7 Dimensi pilecap dengan 6 tiang

Syarat :

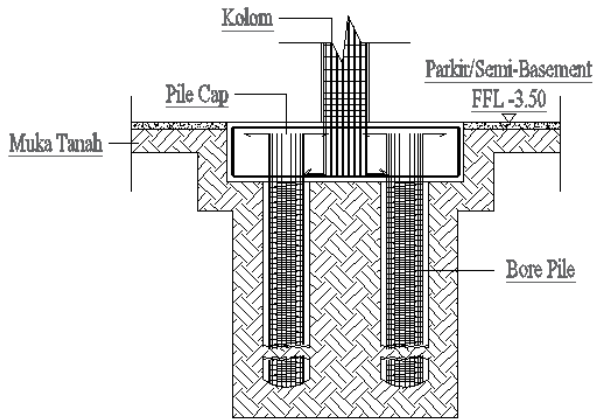
$$Q_{pg} > \Sigma V$$

Maka selanjutnya dihitung sebagai berikut :

- Menghitung berat *pilecap*

$$\begin{aligned}
 &= (p \times l \times t) \times B_j \text{ Beton} \\
 &= (6 \times 4 \times 1) \times 2.400 \text{ Kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- =  $24,000 \times 2,400$   
 = 57.600 kg = 57,600 ton
- Menghitung berat pondasi *bored pile*  
 = berat 1 *bored pile* × jumlah  
 = 13,873 ton × 6 tiang  
 = 83,240 ton
- Menghitung berat tanah di bagian atas *pilecap*  
 = 0 ton (karena tidak ada tanah di atas pondasi dan terdapat *basement*)



Gambar 8 Pilecap Bersinggungan Langsung Dengan Tanah

**g. Menentukan Kriteria Jenis Tiang**

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \times I_p}{\eta h}}$$

$$= \sqrt[5]{\frac{25.742,960 \times 2.010.619,298}{1,089}}$$

$$= 216,457 \text{ cm} = 2,165 \text{ m}$$

**Penurunan Pondasi**

**a. Penurunan Bored Pile Tunggal**

Penurunan dari pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$S = S_s + S_p + S_{ps}$$

Penurunan akibat deformasi tiang aksial dihitung dengan persamaan

$$S_s = \frac{(Q_p + \alpha \times Q_s) \times L}{A_p \times E_p}$$

$$= \frac{(551,35 + 0,5 \times 96,891) \times 11,5}{0,503 \times 2.574.296,02}$$

$$= 0,005 \text{ m}$$

**b. Penurunan dari ujung tiang (S<sub>p</sub>)**

Penurunan tiang tunggal dari ujung tiang dapat dihitung dengan persamaan

$$S_p = \frac{C_p \times Q_p}{D \times q_p}$$

Dimana :

$$q_p = \frac{Q_p}{A_p}$$

$$= \frac{551,35}{0,503} = 1.096,875 \text{ ton/m}^2$$

**c. Penurunan Ijin Tiang**

$$S_{ijin} = 10\% \times D$$

$$= 10\% \times 80 \text{ cm}$$

$$= 8 \text{ cm}$$

Penurunan tiang Tunggal < Penurunan ijin  
 7,362 cm. < 8 cm.....(OK)

**Hasil Analisa**

Tabel 3 Hasil analisis pondasi bored pile

No	Perhitungan	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
1	P total	792.522	449.252	82.277
2	P max	132.226	112.690	43.264
3	Diameter Tiang	80	80	80
4	Kedalaman Pondasi	16	16	16
5	Panjang <i>bored pile</i>	11.5	11.5	11.5
6	Jumlah Tiang	6	4	2
7	Jarak Tiang	2	2	2
8	Eg	0.717	0.758	0.879
9	Daya Dukung Tunggal	259.296	259.296	259.296
10	Daya Dukung Kelompok	1116.097	785.939	455.781
11	Daya Dukung Lateral	0.394	0.530	0.985
12	Daya Dukung Bahan	1537.702	1537.702	1537.702

No	Perhitungan	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
13	Luas Pilecap	24.000	16.000	12.000
14	Tebal Pilecap	1	1	1
15	Tulang pokok tekan arah x dan y	D 19 200	D 19 200	D 19 200
16	Tulangan pokok tarik arah x dan y	D 19 100	D 19 100	D 19 100
17	Tulangan lentur tiang	22 D - 19	22 D - 19	22 D - 19
18	Tulangan geser tiang	D 19 - 90	D 19 - 90	D 19 - 90
19	Penurunan	7.362	7.362	7.362

## 5. PENUTUP

### Kesimpulan

Dari rumusan masalah yang ada dapat disimpulkan bahwa analisa perhitungan perencanaan pondasi tiang bor pada Gedung Malang Creative Center, didapatkan pondasi tiang bor yang aman dan efisien dengan hasil perencanaan sebagai berikut:

1. Daya dukung pondasi tiang bor lebih besar dari beban yang ditahan. Didapat diameter tiang bor adalah 80 cm dengan kedalaman 16 m. Pada pondasi tiang bor didapatkan daya dukung pondasi tiang I, pondasi tiang II dan pondasi tiang III daya dukung tunggal ( $Q_a$ ) yaitu sebesar 259,296 ton. Untuk daya dukung kelompok ( $Q_{pg}$ ) pondasi tiang I didapatkan nilai sebesar 1116,097 ton. Pondasi tiang II didapatkan nilai ( $Q_{pg}$ ) adalah 785,393 ton dan untuk daya dukung kelompok ( $Q_{pg}$ ) pondasi tiang III adalah sebesar 455,781 ton. Nilai daya dukung lateral pondasi tiang I, pondasi tiang II dan pondasi tiang III berturut-turut adalah sebesar 0,394 ton, 0,530 ton dan 0,985 ton. Untuk daya dukung bahan P tiang pondasi I, pondasi II dan pondasi III adalah sebesar 1537,702 ton.
2. Untuk dimensi tiang di semua pondasi adalah sama yaitu berdiameter 80 cm dengan masing-masing

jumlah tiang pada pondasi I sebanyak 6 tiang, untuk pondasi II sebanyak 4 tiang dan untuk pondasi III sebanyak 2 tiang.

3. Untuk desain pile cap pada pondasi tiang I, pondasi tiang II dan pondasi tiang III tulangan pokok tekan arah sumbu x dan y D19-200 mm. Dan untuk tulangan pokok tarik digunakan diameter D19-100 mm. Pada desain penulangan bore pile pada pondasi tiang I, pondasi tiang II dan pondasi tiang III adalah 22D19. Dengan tulangan gesernya adalah D13-90 mm.
4. Nilai penurunan pondasi untuk tiap tiang adalah sama yaitu sebesar 7,362 cm.

### Saran

Adapun saran yang dapat diuraikan sebagai dasar pertimbangan dalam merencanakan struktur pondasi antara lain sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan pondasi sebaiknya mempertimbangkan jenis pondasi yang sesuai dengan lingkungan sekitar. Pemilihan pondasi juga bergantung pada kondisi tanah, beban yang harus diterima dan biaya pembuatan pondasi.
2. Data tanah harus didapatkan dari laboratorium agar didapatkan data-data tanah yang akurat

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2002). SNI 03-2847-2002 *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Anonim. (2019). SNI 1726-2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Nongedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Anonim (2019). SNI 2847-2019 : *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Standar Nasional Indonesia, 8, 720.
- Broms, B. B. (1964). Lateral resistance of piles in cohesive soils. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 90(2), 27–63.
- Décourt, L. (2021). Prediction of the bearing capacity of piles based exclusively on N values of the SPT. *Proceedings of the 2nd European Symposium*, 1, 29–34.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I. Yogyakarta*. Gadjah Mada University Press.
- Hakam, A. (2008). *Rekayasa Pondasi*. CV. Bintang Grafika. Padang.
- Mamaqani, B. H. M. H. (2014). *Numerical modeling of ground movements associated with trenchless box jacking technique*. The University of Texas at Arlington.

- Meyerhof, G G. (1956). Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, 82(1), 861–866.
- Meyerhof, George Geoffrey. (1976). Bearing capacity and settlement of pile foundations. *Journal of the Geotechnical Engineering Division*, 102(3), 197–228.
- Rahardjo, P. P. (2005). Manual Pondasi Tiang Edisi 3. *GEC-Geotechnical Engineering Centre, Bandung*.