
KAJIAN DAYA DUKUNG PONDASI BORED PILE PADA PEMBANGUNAN GEDUNG BANK INDONESIA JAYAPURA PAPUA

Irianto¹ dan Georgiana Lidwina Karma²

¹Iriyanto, Universitas Yapis Papua, irian.anto@gmail.com

²Georgiana Lidwina Karma, Universitas Sains dan Teknologi Jayapura, karmageorgiana@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan gedung Bank Indonesia yang terletak di jalan Samratulangi Jayapura Papua, dibangun dengan konstruksi empat tingkat tiga lantai, gedung tersebut dibangun menggunakan pondasi bored pile tunggal. Tujuan penulis yaitu untuk memperoleh daya dukung pondasi yang ingin dicapai dan besar nilai penurunan tanah yang diakibatkan pondasi bored pile.

Metode - metode yang digunakan penulis ialah Mohr – Coulomb, Vesic, Reese dan O’Neil, Terzaghi, dan Taylor. Dalam analisis daya dukung pondasi bored pile penulis menggunakan hasil penyelidikan tanah dilapangan yaitu CPT (Cone Penetration Test) dengan menggunakan nilai tahanan kerucut (q_c) yang paling besar untuk menghitung daya dukung pondasi bored pile.

Hasil yang diperoleh ialah daya dukung pondasi 18.337,6 ton, besar penurunan tanah 2.738×10^{-7} cm. dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pondasi bored pile tunggal aman dan dapat digunakan pada pembangunan gedung Bank Indonesia Jayapura Papua.

Kata kunci : *Pondasi Bored Pile, Daya Dukung, Penurunan*

1. PENDAHULUAN

Sebagai salah satu tempat transaksi bagi individu dan masyarakat Gedung Kantor Bank Indonesia adalah prasarana yang menunjang kehidupan dari segi ekonomi. Gedung Bank Indonesia yang sudah ada dengan konstruksi satu tingkat dua lantai pada perencanaan awalnya direncanakan untuk kapasitas karyawan 40 orang namun, seiring dengan kemajuan teknologi dan bertambahnya karyawan Bank Indonesia sehingga dibutuhkannya gedung kantor yang baru. Gedung Kantor Bank Indonesia akan dibangun dengan konstruksi tiga tingkat empat lantai dan tinggi masing – masing lantai yaitu empat koma enam.

Dalam pekerjaan konstruksi ada 2 hal yang perlu diperhatikan yaitu : struktur bagian atas dan struktur bagian bawah, struktur bagian atas ialah gedung atau bangunan sedangkan struktur bagian bawah adalah struktur penopang atau pondasi.

Pada pembangunan Gedung Bank Indonesia jenis pondasi yang digunakan ialah, pondasi dalam dimana pondasi tersebut merupakan pondasi sumuran (bored pile). Pondasi bored pile terbagi menjadi 2 yaitu bored pile dengan tiang tunggal dan bored pile dengan tiang ganda, pondasi bored pile adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan di cor.

Pembangunan Gedung Bank Indonesia menggunakan pondasi bored pile tunggal, penggunaan pondasi bored pile karena daya dukung tanah dasar yang kokoh berada pada kedalaman ± 7 m, dan keadaan sekitar tanah bangunan terdapat beberapa bangunan besar sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak – retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran – getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan pemancangan apabila dipakai pondasi tiang pancang.

2. STUDI PUSTAKA

Pondasi Bored Pile

Bored pile dipasang kedalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasa dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa

besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

Daya Dukung

Analisis daya dukung mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi struktur yang terletak di atasnya. Daya dukung menyatakan tahanan geser tanah untuk melawan penurunan akibat pembebanan, yaitu tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah di sepanjang bidang – bidang gesernya, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh :

1. Kohesi tanah yang bergantung pada jenis tanah dan kepadatannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan normal yang bekerja pada bidang geser.
2. Gesekan antara butir – butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya.

Analisis Dimensi dan Penulangan

1. Menghitung Dimensi dan Penulangan Pile Cap

$$\text{Tinggi Penampang Efektif (d)} = H - d' \quad (1)$$

Dengan :

B = Lebar Penampang

H = Tinggi Penampang

d' = Tinggi Penampang Kritis

d = Tinggi Penampang Efektif

$$\text{Momen (Mu)} = P_u \times \frac{1}{2} L_{\text{PILE CAP}} \quad (2)$$

Dengan :

Mu = Momen pada Pile Cap

Pu = Kapasitas Pile Cap

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot j \cdot d} \quad (3)$$

Dengan

A_s = Luas Tulangan Perlu

ϕ = Faktor Reduksi Lentur

f_y = Tegangan Leleh Baja

j = Koefisien Lengan Momen

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (4)$$

Dengan :

ρ = Rasio Tulangan

b = Lebar Pile Cap

Dengan :

$$A_s = \rho \times b \times d \times 10^6 \quad (5)$$

$$\text{Jumlah tulangan (n)} = \frac{A_s}{A_{s1}} \quad (6)$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{b}{n} \quad (7)$$

2. Menghitung Dimensi dan Penulangan Bored Pile

- a. Menghitung Dimensi Pondasi Bored Pile

$$Q = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (8)$$

$$\frac{P}{A} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (9)$$

Dengan :

Q= Beban yang bekerja pada permukaan (ton)
 P= Beban Vertikal (ton)
 Qult= Kapasitas Pondasi (ton)
 A= Luas Permukaan Pondasi (m²)
 SF= Safety Faktor (faktor aman)

b. Menghitung Penulangan Bored Pile

1. Cara 1 (posisi horisontal)

g = berat bored pile/ meter

$$= D^2 \times 2400 \text{ kg/m}$$

$$M_1 = \frac{1}{2}(g)(a^2) \quad (10)$$

$$M_2 = \frac{1}{8}.g (L - 2a)^2 - \frac{1}{2}.g.a^2 \quad (11)$$

Misal $M_1 = M_2$

$$\frac{1}{2}.g.a^2 = \frac{1}{8}.g (L - 2a)^2 - \frac{1}{2}.g.a^2 + 4aL - L^2 = 0$$

$$a = 0.209.L$$

$$M_1 = M_2 = \frac{1}{2}.g.a^2$$

2. Cara 2 (posisi miring)

$$M_1 = \frac{1}{2}.g.a^2$$

$$R_1 = \frac{1}{2}.g.(L - a) - \frac{1/2.g.a^2}{L-a} \quad (12)$$

$$= \frac{g(L-a)}{2} - \frac{g.a^2}{2(L-a)}$$

$$= \frac{g.L^2 - 2.a.g}{2(L-a)}$$

$$M_x = R_1.x - \frac{1}{2}.g.x^2 \quad (13)$$

$$\text{Syarat ekstrim} = \frac{dM_x}{dx} = 0$$

$$R_1 - gx = 0$$

$$X = \frac{R_1}{2(L-a)} = \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)}$$

$$M_{\max} = M_2$$

$$= R_1 \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)} - \frac{1}{2}.g \cdot \left\{ \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)} \right\}^2$$

$$= \frac{1}{2}.g \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)}$$

$$M_1 = M_2 = R_1 = \frac{1}{2}.g.a^2 = \frac{1}{2}.g \left\{ \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)} \right\}^2 \quad (14)$$

$$a = \frac{L^2 - 2.a.L}{2(L-a)} = 2a^2 - 4aL - L^2 = 0$$

$$a = 0,29 L$$

$$M_1 = M_2 = \frac{1}{2}.g.a^2$$

Dengan :
 g= Berat Bored Pile per meter
 M= Momen
 L= Panjang Bored Pile
 a= Panjang Tahanan Bored Pile

Eksentrisitas

Menghitung Eksentrisitas pada Pondasi Bored Pile :

$$\begin{aligned}
 P' &= 400 \text{ ton} \\
 M \text{ (momen)} &= 48 \text{ ton.m} \\
 \text{Berat pile cap} &= \text{Volume}_{\text{PILE CAP}} \times 2,4 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Berat total} &= P' + \text{B.pile cap} \\
 e &= \frac{M}{P_{\text{tot}}} \quad (15)
 \end{aligned}$$

Dengan :
 M= Momen
 P= Beban
 e= Eksentrisitas

Kajian Daya Dukung Pondasi Bored Pile

1. Menghitung Kapasitas Tiang dari Uji

Kerucut Statis (Sondir)

Dalam perhitungan kapasitas tiang rumus yang akan digunakan dalam perhitungan adalah kapasitas tiang dalam tanah granuler. Vesic (1967) menyarankan tahanan ujung tiang persatuan luas (f_b) kurang lebih sama dengan tahanan kerucut (q_c), atau

$$f_b = q_c \quad (16)$$

Tahanan ujung ultimit tiang (Q_b) dinyatakan oleh persamaan :

$$Q_b = A_b \cdot q_c \quad (17)$$

Vesic (1967) menyarankan bahwa tahanan gesek per satuan luas (f_s) pada dinding tiang beton adalah 2 kali tahanan gesek dinding mata sondir (q_f), atau

$$f_s = 2 \cdot q_f \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (18)$$

Tahanan gesek dinding tiang dinyatakan oleh persamaan :

$$Q_s = A_s \cdot f_s \quad (19)$$

Kapasitas ultimit tiang (Q_u), dihitung dengan persamaan :

$$Q_u = A_b \cdot q_c + A_s \cdot f_s \quad (20)$$

Dengan :

A_b = Luas ujung bawah tiang (cm^2)
 A_s = Luas selimut tiang (cm^2)
 q_c = Tahanan ujung kerucut statis (kg/cm^2)
 f_s = Tahanan gesek dinding satuan (kg/cm^2)

2. Menghitung Faktor Aman

Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2 \text{ m}$

$$Q_a = \frac{Q_u}{2.5} \quad (21)$$

Untuk tiang tanpa pembesaran di bagian bawahnya :

$$Q_a = \frac{Q_u}{2} \quad (22)$$

Dengan :

Q_u = Kapasitas ultimit tiang (kg/cm^2)

Q_a = Kapasitas ijin tiang (kg/cm^2)

3. Menghitung Stabilitas Bored Pile

Dalam menghitung stabilitas bored pile nilai safety faktor (SF) yang digunakan sebesar 1.5

$$\frac{Q_u}{Q_a} \geq \text{SF} \quad (23)$$

Dengan :

Q_u = Kapasitas ultimit tiang (kg/cm^2)

Q_a = Kapasitas ijin tiang (kg/cm^2)

SF = Faktor aman

Penurunan Pondasi

1. Menghitung Penurunan Konsolidasi

$$C_c = 0,009(LL - 10)$$

Dengan :

C_c = angka pemampatan (angka kompresibilitas)

LL = batas cair

$$S = \frac{C_c \cdot H}{1 + e_0} \text{Log} \frac{P + \Delta P}{P} \quad (24)$$

Dengan :

S = Penurunan akhir (m) dari lapisan setebal H (m)

P = Beban vertikal (ton)

Δp = tambahan tegangan vertikal di tengah – tengah lapisan yang ditinjau oleh tekanan akibat beban pondasi neto

2. Menghitung Kecepatan Penurunan Konsolidasi

Perhitungan kecepatan penurunan konsolidasi bertujuan untuk mengetahui besar penurunan pondasi yang terjadi selama proses konsolidasi. Untuk menghitung penurunan konsolidasi pada waktu tertentu (t) digunakan persamaan :

$$t = \frac{T_v H_t^2}{C_v} \quad (25)$$

Dengan :

T_v = Faktor waktu

Ht = Panjang lintasan drainase

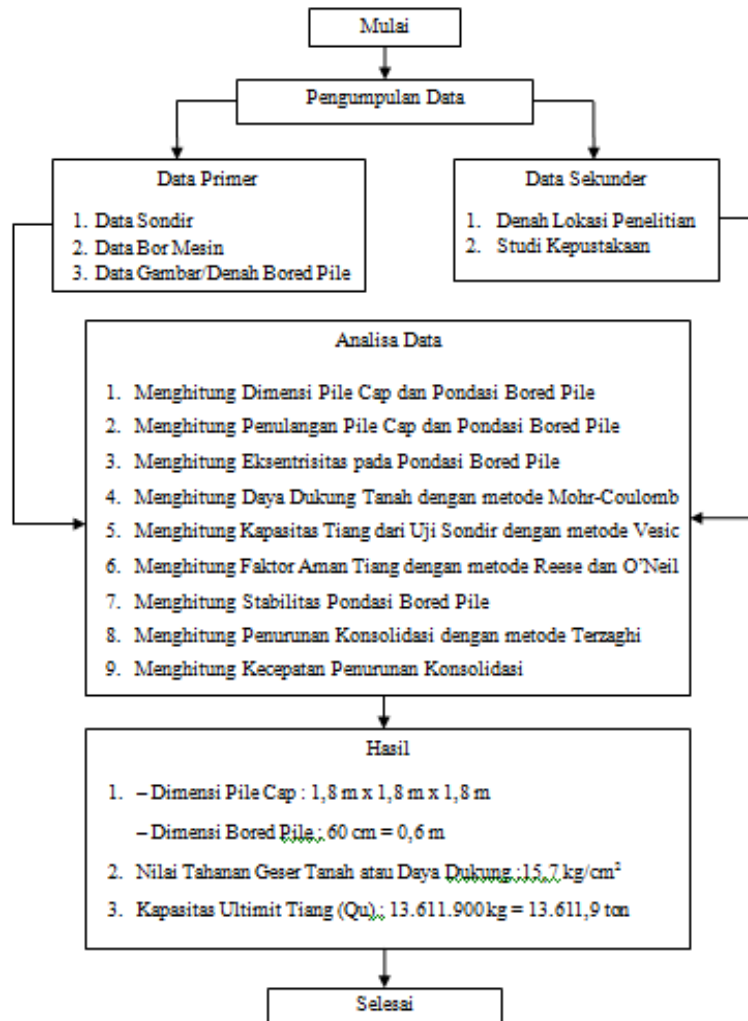
(Ht = H/2, untuk drainase dobel

dan Ht = H, untuk drainase tunggal)

H = Tebal lapisan lempung yang mampat
 C_v = Koefisien konsolidasi pada interval tekanan tertentu.

3. METODE PENELITIAN

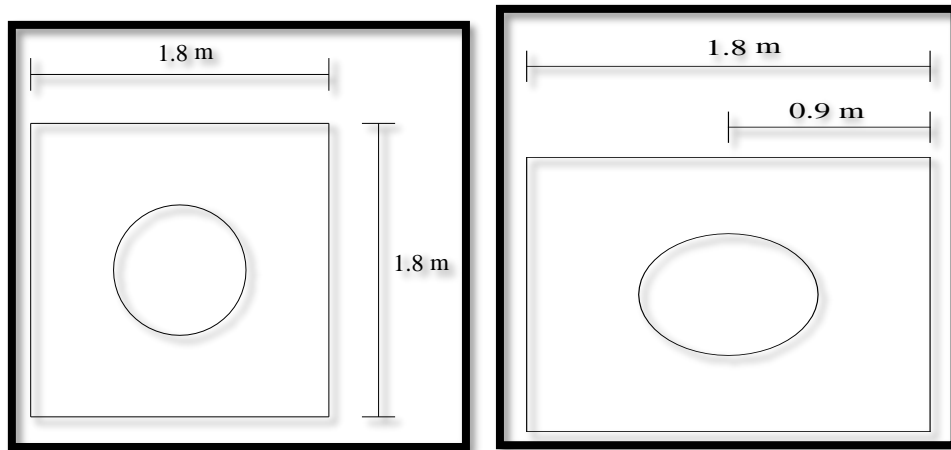
Bagan Alur Penelitian



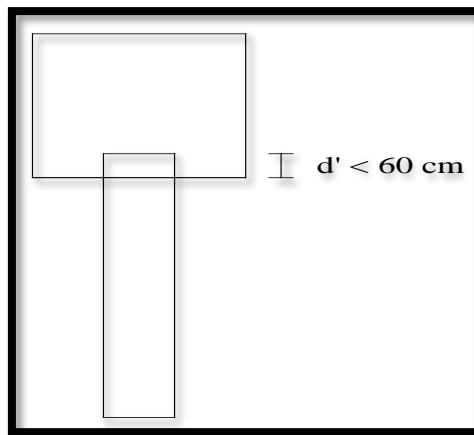
Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Dimensi dan Penulangan

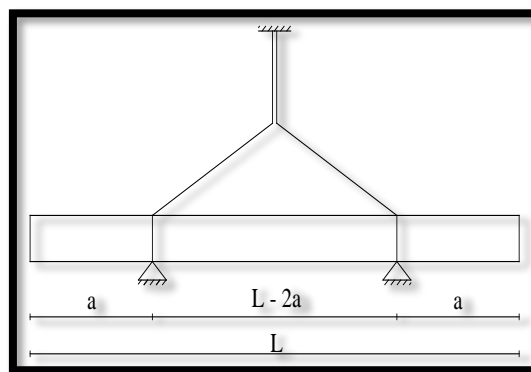
Dalam penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode diantaranya SNI 03-2847-2002 untuk perhitungan dimensi dan kebutuhan tulangan pada pile cap dan bored pile, berikut merupakan gambar – gambar hasil perhitungan :



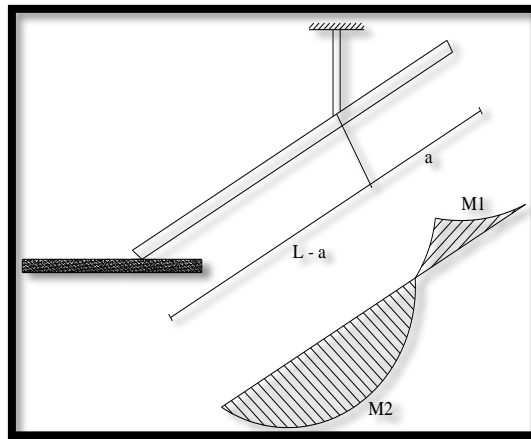
Gambar 2. Dimensi Pile Cap



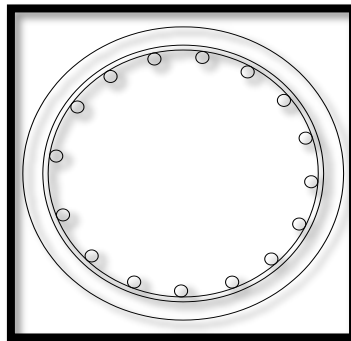
Gambar 3. Pile Cap dan Bored Pile



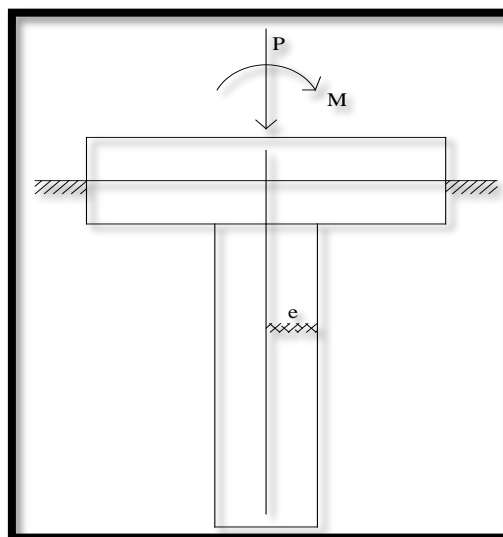
Gambar 4. Posisi Horizontal Perletakan Tulangan Bored Pile



Gambar 5. Posisi Miring Perletakan Tulangan Bored Pile



Gambar 6. Sketsa Penulangan Bored Pile



Gambar 7. Eksentrisitas pada Pondasi Bored Pile

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan kajian daya dukung pondasi bored pile pada pembangunan gedung bank Indonesia Jayapura Papua, dengan konstruksi bangunan tiga tingkat empat lantai, menggunakan pondasi bored pile tunggal dan sebanyak tiga puluh tujuh titik. Dalam perhitungan daya dukung kapasitas pondasi bored pile digunakan data sondir sebagai acuan, diperoleh hasil perhitungan menurut tujuan dan batasan masalah sebagai berikut :

Tabel 1. Dimensi dan Penulangan Pile Cap dan Bored Pile

No	Nama	Dimensi (m)	Jum.Tulangan	
			T.Utama	T.Geser
1	Pile Cap	1.8 x 1.8 x 1.8	101	101
2	Bored Pile	0.6 x 0.6	16	56

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Besar nilai eksentrisitas yang terjadi pada pondasi bored pile sebesar 0,12 cm

Tabel 2. Kapasitas Bored Pile

Titik Bored Pile	Dimensi Pile Cap	Dimensi Bored Pile	Kapasitas Bored Pile
1	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
2	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
3	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
4	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
5	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
6	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
7	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
8	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
9	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
10	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
12	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
13	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
14	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
15	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
16	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
17	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
18	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
19	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
20	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
21	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
22	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
23	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
24	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
25	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
26	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
27	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
28	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
29	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
30	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
31	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
32	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
33	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
34	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
35	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
36	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton
37	(180 x 180 x 180) cm	(60 cm)	13.611.900 kg atau 13.611,9 ton

- a. Nilai faktor aman (Qa) = 6.805.950 kg atau 805,95 ton
- b. Nilai stabilitas pondasi bored pile = ≥ 1.5 (ok)
- c. Besar nilai penurunan = 2.738×10^{-7} cm
- d. Kecepatan penurunan = $t_{90} = 139$ detik
= 1.61×10^{-3} hr
= 5.36×10^{-5} bln
= 4.47×10^{-6} thn

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pengerjaan pondasi bored pile pada pembangunan gedung Bank Indonesia yang baru dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. a. Dimensi Pile Cap = **1,8 m x 1,8 m x 1,8 m**
 b. Jumlah Tulangan Pile Cap :
T.Utama = Ø 25 - 101 buah
T.Geser = Ø 25 - 101 buah
 c. Dimensi Bored Pile = **60cm atau 0,6 m**
 d. Jumlah Tulangan Bored Pile:
T.Utama = Ø 19 - 16 buah
T.Geser = Ø 8 - 56 buah
2. Besar eksentrisitas yang terjadi pada pondasi bored pile = **0,12 cm**
3. Kapasitas daya dukung bored pile yang didapat lebih besar dari berat beban bangunan sebesar 400 ton. Hasil perhitungan kajian pondasi bored pile dapat dilihat pada table dibawah ini :

No	Data	Hasil (ton)
1	Tahanan Ujung Ultimit Tiang (Q_b)	423,9 ton
2	Tahanan Gesek Dinding Tiang (Q_s)	13.188 ton
3	Kapasitas Ultimit Tiang (Q_u)	13.611,9 ton
4	Kapasitas Ijin Tiang (Q_a)	6805,95 ton

4. Besar penurunan yang diperoleh dari perhitungan bored pile sebesar **$2,738 \times 10^{-7} \text{ cm} = 2,738 \times 10^{-6} \text{ mm}$** yang mana nilai tersebut tidak melebihi batas penurunan maksimum sebesar 40 mm. Selain itu, nilai kecepatan penurunan konsolidasi 90 % sebesar **139 detik = $1.61 \times 10^{-3} \text{ hr} = 5.36 \times 10^{-5} \text{ bln} = 4.47 \times 10^{-6} \text{ thn}$**
5. Instansi pemerintah dan swasta dapat menggunakan kajian ini, sebagai acuan dalam menangani masalah pondasi bored pile pada tanah granuler yang letak muka air tanah dekat dengan permukaan tanah.

Saran

1. Penyelidikan tanah harus dilakukan secara teliti, agar diperoleh data yang sesuai dengan kondisi tanah yang sebenarnya.
2. Perencanaan, pelaksanaan, dan pengawasan yang baik dan benar akan menghasilkan suatu konstruksi yang berkualitas baik.
3. Dengan demikian pondasi bored pile tunggal aman digunakan pada pembangunan gedung Bank Indonesia Jayapura papua. Untuk penelitian lebih lanjut dapat dikaji daya dukung pondasi bored pile pada tanah kohesif.

6. DAFTAR PUSTAKA