



Analisis Daya Dukung *Bored Pile* Dan Tiang Kelompok Pada Pembangunan Gedung Utama OIKN

Agnes T. Mandagi^{#a}, Sthevy Deguslim^{#b}, Jack H. Tico^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

^aagnes.mandagi@unsrat.ac.id, ^bssthevydeguslim021@student.unsrat.ac.id, ^cjack.tico@unsrat.ac.id

Abstrak

Fondasi merupakan elemen struktur yang sangat penting dalam suatu bangunan. Daya dukung tanah merupakan pendukung fondasi, dimana suatu fondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban yang bekerja pada bangunan ke tanah yang disekitarnya. Tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui daya dukung fondasi dan penurunan tiang yang terjadi. Fondasi yang digunakan proyek Pembangunan Gedung Utama OIKN adalah pondasi bore pile, dan dimensi yang digunakan diameter 1 meter dengan kedalaman 18 meter. Pengambilan data menggunakan data sekunder yaitu Data NSPT dan Gambar kerja Fondasi. Perhitungan daya dukung dilakukan dengan 3 metode konvensional menggunakan metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli), metode Briaud et al. (1985), dan metode Luciano Decourt (1996) dari hasil N-SPT Perhitungan fondasi tiang kelompok berdasarkan nilai efisiensi menggunakan metode Converse-Labarre. Penurunan fondasi tiang tunggal dan penurunan tiang kelompok. Nilai kapasitas daya dukung *bored pile* pada Pembangunan Gedung OIKN menggunakan metode LCPC (Bustamante dan gianeselli) dengan Q_u 777,15 ton, Q_a 310,86 ton, metode Briaud et al, (1985) dengan Q_u 1134 ton, Q_a 453,6 ton, dan metode Luciano Decourt, (1996) Q_u 6707 ton, Q_a 2682,80 ton. Nilai kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* 2 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 1394,207 ton, metode Briaud et al, (1985) yaitu 2034,396 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 12032,358 ton, fondasi *bored pile* 3 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 2058,670 ton, metode Briaud et al, (1985), yaitu 3003,966 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 17766,843 ton, fondasi *bored pile* 4 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 2471,337 ton, metode Briaud et al, (1985) yaitu 3606,12 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 21328,26 ton. Nilai Penurunan fondasi tiang tunggal pada metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 0,0498 m, metode Briaud et al, (1985) yaitu 0,072 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,09 m, Adapun untuk penurunan ijin fondasi tunggal semuanya memenuhi syarat yaitu $S < S_{ijin}$ dimana nilai S ijin yaitu 0,1m. Nilai penurunan fondasi *bored pile* 2 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 0,07 m, metode Briaud et al, (1985) yaitu 0,1 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,12 m, fondasi *bored pile* 3 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 0,1 m, metode Briaud et al, (1985), yaitu 0,15 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,19 m, fondasi *bored pile* 4 tiang kelompok metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli) yaitu 0,11 m, metode Briaud et al, (1985) yaitu 0,16 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,2 m.

Kata kunci: *fondasi borepile, daya dukung fondasi, efisiensi group tiang, penurunan fondasi*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di Ibu Kota Nusantara (IKN) terus berkembang, termasuk pembangunan Gedung Kantor Otorita IKN (OIKN) yang berlokasi di Pemaluan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Gedung ini dirancang seluas 16.075 m² dan terdiri dari enam lantai. Mengingat skala dan pentingnya bangunan diperlukan perencanaan struktur yang kuat terutama pada bagian fondasi yang menjadi penopang utama

beban bangunan. Dalam proyek ini kondisi tanah diselidiki hingga kedalaman 18 meter menggunakan metode Standard Penetration Test (SPT) pada lima titik lokasi. Hasil penyelidikan tanah tersebut menjadi dasar dalam pemilihan jenis fondasi yang sesuai. Mengingat karakteristik tanah dan besarnya beban bangunan digunakan fondasi dalam jenis *bored pile*. Fondasi ini dipilih karena mampu menyalurkan beban ke lapisan tanah keras di kedalaman yang lebih dalam dan mengatasi daya dukung tanah permukaan yang terbatas.

Untuk memastikan keamanan struktur, perlu dilakukan analisis daya dukung fondasi secara cermat. Dalam studi ini, perhitungan kapasitas daya dukung tiang *bored pile* dilakukan menggunakan tiga metode yang umum digunakan dalam praktik teknik sipil, yaitu metode LCPC (Bustamante & Gianeselli), Briaud et al. (1985), dan Luciano Décourt (1996). Ketiga metode tersebut dipilih karena berbasis pada data uji SPT dan telah terbukti efektif dalam menentukan kapasitas fondasi di berbagai jenis tanah. Dengan menggunakan pendekatan perhitungan tersebut, diharapkan hasil analisis dapat menunjukkan bahwa fondasi yang direncanakan mampu menahan beban struktur secara aman dan efisien, serta mendukung keberlangsungan pembangunan infrastruktur yang andal di kawasan IKN.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis dapat mengambil rumusan masalah yaitu :

1. Berapakah nilai kapasitas daya dukung fondasi tiang tunggal dan kelompok pada pembangunan gedung utama OIKN ?
2. Berapakah nilai penurunan tiang tunggal dan kelompok berdasarkan perhitungan manual ?

1.3. Lingkup Penelitian

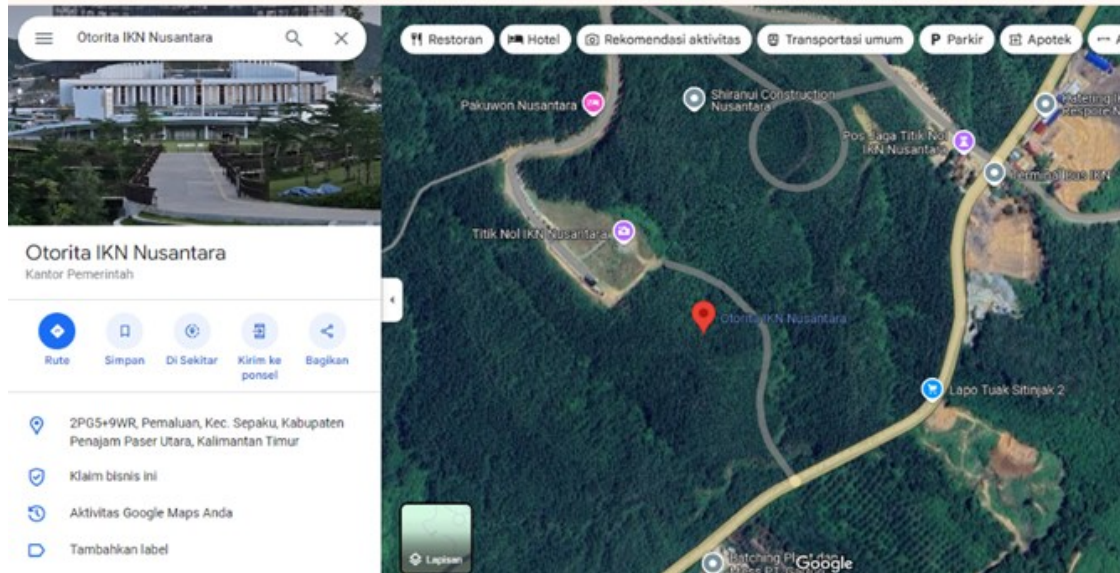
1. Fondasi yang ditinjau yaitu fondasi *bored pile* pada proyek pembangunan gedung utama OIKN.
2. Penelitian ini hanya membahas analisis daya dukung fondasi *bored pile* beban vertikal pada Gedung utama OIKN.
3. Penyelidikan data tanah yang digunakan pada tugas akhir ini adalah hasil uji Boring atau *Standart Penetration test*.
4. Untuk perhitungan daya dukung fondasi *bored pile* menggunakan Metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli), metode Briaud et al. (1985), dan metode Luciano Decourt (1996).
5. Untuk perhitungan penurunan menggunakan metode *Vesic (1966)*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui nilai kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* tiang tunggal dan kelompok pada pembangunan gedung kantor OIKN dengan menggunakan metode LCPC (Bustamante dan Gianeselli), metode Briaud et al. (1985), dan metode Luciano Decourt (1996).
2. Untuk mengetahui berapa nilai penurunan pada fondasi tiang tunggal dan kelompok berdasarkan perhitungan manual.

1.5 Lokasi Penelitian

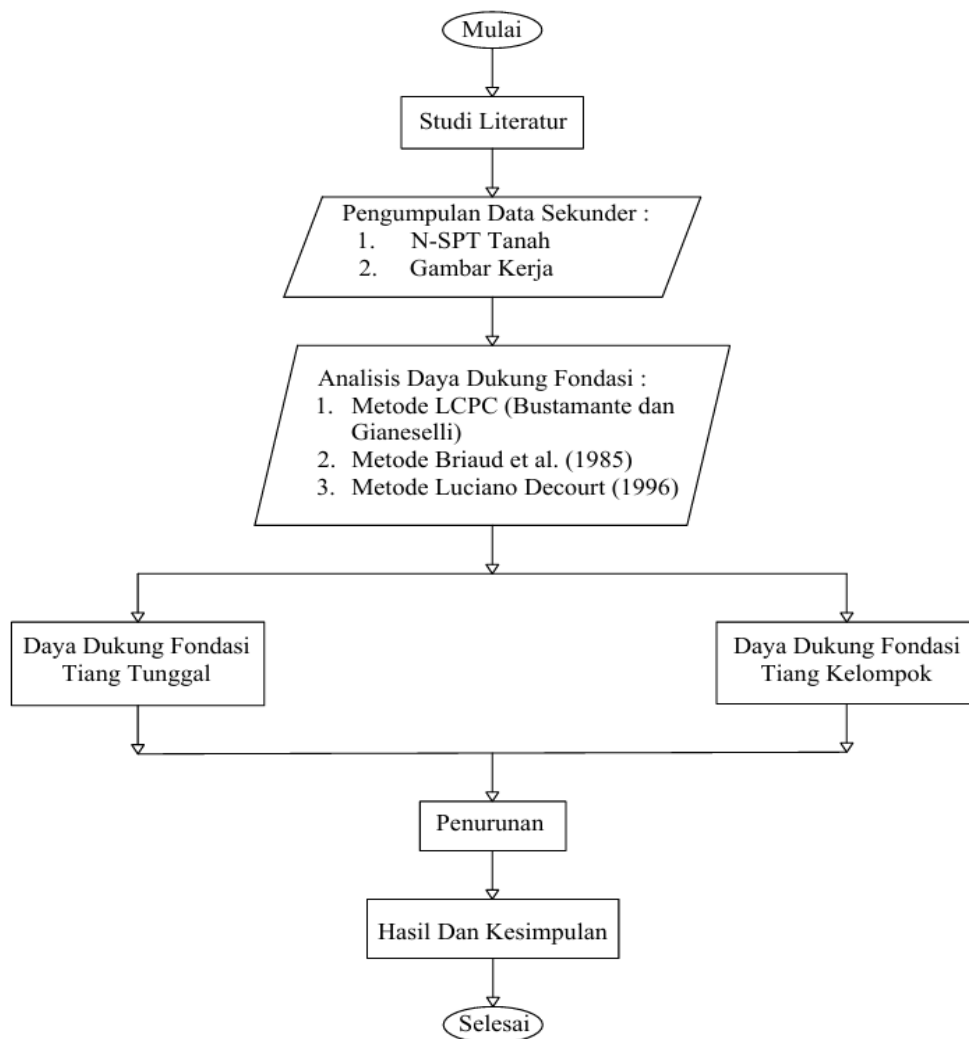
Lokasi penelitian Tugas Akhir ini dilakukan di Kawasan Ibu Kota Nusantara tepatnya Jalan Negara, Pemaluan, Kecamatan Sepaku, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (Google Earth)

2. Tahap Penelitian

Tahap penelitian digambarkan dalam alur yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

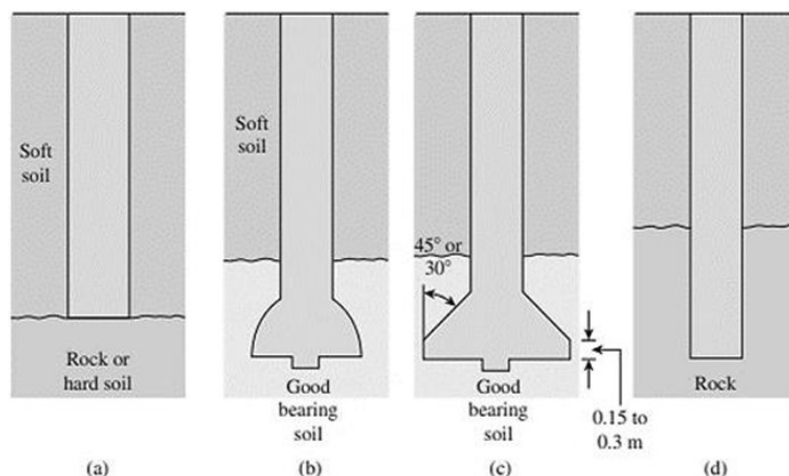
3. Kajian Literatur

3.1 Bangunan Gedung

Menurut SNI 1727:2013, bangunan gedung adalah struktur yang tertutup oleh dinding dan atap untuk melindungi penghuninya, sedangkan menurut UUD RI Nomor 28 Tahun 2002, bangunan gedung merupakan wujud fisik hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya baik di darat maupun di air yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan berbagai kegiatan. Bangunan bertingkat adalah bangunan dengan lebih dari satu lantai yang umumnya dibangun karena keterbatasan lahan di perkotaan dan tingginya kebutuhan ruang. Berdasarkan persyaratan teknis, gedung bertingkat dibedakan menjadi dua yaitu bangunan bertingkat rendah dengan 1-4 lantai dan bangunan bertingkat tinggi dengan ketinggian lebih dari 40 meter atau terdiri atas 4 lantai atau lebih yang memerlukan perhitungan struktur lebih kompleks.

3.2 Standard Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah salah satu metode uji tanah di lapangan yang dilakukan dengan cara memukul tabung sampler kedalam tanah menggunakan palu standar untuk mengetahui kepadatan dan kekuatan tanah. Hasil uji ini dinyatakan dalam nilai N-SPT yaitu jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk menembus tanah sedalam 30 cm dan nilai tersebut digunakan sebagai dasar penentuan jenis pondasi, daya dukung tanah serta prediksi penurunan fondasi pada suatu bangunan.



Gambar 3. Jenis Fondasi Sumuran

3.3 Fondasi

Menurut Hardiyatmo (2014) fondasi adalah bagian struktur paling bawah yang berfungsi meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah keras atau batuan di bawahnya agar bangunan tetap stabil. Secara umum fondasi dibagi menjadi dua yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam. Fondasi dangkal digunakan jika tanah di dekat permukaan cukup kuat dengan jenis seperti pondasi telapak untuk menopang kolom, pondasi memanjang untuk menopang dinding, serta pondasi rakit yang biasa dipakai pada tanah lunak. Sementara itu fondasi dalam seperti tiang pancang, *bored pile*, dan sumuran digunakan untuk bangunan dengan beban besar atau kondisi tanah yang lapisannya kerasnya berada jauh di bawah, di mana kekuatannya berasal dari kombinasi tahanan ujung dan gesekan pada dinding tiang.

3.4 Fondasi Bored Pile

Menurut Bowles (1997) fondasi *bored pile* adalah jenis fondasi dalam berupa tiang beton bertulang yang dicor langsung di dalam tanah melalui pengeboran, digunakan untuk menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah keras di kedalaman tertentu. Hardiyatmo (2014) menjelaskan

bahwa bored pile berfungsi menahan beban melalui kombinasi tahanan ujung dan gesekan kulit sehingga cocok digunakan pada bangunan bertingkat, jembatan, maupun konstruksi dengan beban besar di tanah lunak. Selain itu, menurut Das (2011) *bored pile* memiliki keunggulan karena dapat dibuat dengan diameter dan kedalaman sesuai kebutuhan dan mampu mengurangi getaran saat pemasangan serta efektif digunakan pada area padat bangunan di perkotaan.

3.5 Daya Dukung Fondasi Bored Pile

Dalam beberapa Sumber digunakan istilah *pile capacity*, karena itu daya dukung ijin tiang dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

Tahanan ujung ultimit tiang (Q_b) dihitung sebagai berikut :

$$Q_b = A_b \times F_b \quad (1)$$

Tahanan gesek dinding (Q_s) dihitung sebagai berikut :

$$Q_s = A_s \times F_s \quad (2)$$

Kapasitas daya dukung ultimit tiang (Q_u) adalah jumlah dari tahanan ujung ultimit tiang (Q_b) dan tahanan gesek dinding atau selimut tiang (Q_s) antara sisi tiang dan tanah disekitarnya dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= (A_b F_b + A_s F_s) \end{aligned} \quad (3)$$

Dimana :

Q_u = Kapasitas daya dukung ultimate tiang

Q_b = Tahanan gesek dinding tiang

Q_s = Kapasitas daya dukung selimut tiang

A_b = Luas ujung bawah tiang (cm^2)

A_s = Luas selimut tiang (cm^2)

Daya dukung ijin tiang :

$$Q_a = \frac{Q_u}{F_s} \quad (4)$$

Dimana :

Q_a = kapasitas dukung ijin tiang (ton)

F_s = faktor keamanan

1. Metode LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Daya dukung ultimit tiang sebagai berikut :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (5)$$

$$= (q_b \times A_b) + (f_s \times A_s)$$

Tahanan Ujung

$$q_b = k_b \times (N_{SPT} \times K) \quad (6)$$

$$A_b = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Tahanan Gesek Samping

$$A_s = \pi \times d \times L \quad (7)$$

$$f_s = \alpha \times \left(\frac{N_{SPT}}{60} \right)^{(1/3)}$$

Dimana :

d = Diameter pondasi tiang (cm)

k_b = Faktor konus tiang berdasarkan (Tabel 1)

K = 1,2 koefisien konversi N_{spt}

α = 1 untuk fondasi tiang displacement pada semua kondisi tanah dan pondasi tiang non-displacement pada tanah lempung. 0.5-0.6 untuk pondasi tiang non-displacement pada tanah granuler.

2. Metode Briaud et al. (1985)

Daya dukung ultimit tiang sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad (8)$$

$$= (q_t \times A_p) + (f_s \times A_s)$$

Tahanan Ujung

$$q_t = (19,7 \times \sigma_v \times (N_p)^{0,36}) \quad (9)$$

$$A_p = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Tahanan Gesek Samping

$$A_s = \pi \times d \times L$$

$$f_s = (0,244 \times \sigma_v \times (N_s)^{0,29})$$

Dimana :

N_p = Nilai SPT pada elevasi dasar tiang (4D kebawah dan 10D ke atas dari ujung tiang)

σ_v = Tekanan atmosfer (100 kN/m²)

N_s = Nilai SPT rata-rata selimut tiang

(10)

Tabel 1. Nilai Kb

(Sumber : Lim, 2014)

Jenis Tanah	Faktor Konus Ujung Tiang	
	Drilling Pile	Driven Pile
Lempung dan lanau	0,375	0,15
Pasir dan kerikil	0,600	0,375
Kapur	0,200	0,400

3. Metode Luciano Decourt (1996)

Daya dukung ultimit tiang sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= (q_p \times A_p) + (f_s \times A_s)$$

(11)

Tahanan Ujung

$$q_p = \alpha \times (N_p \times K)$$

(12)

$$A_p = \pi \times \frac{d^2}{4}$$

Tahanan Gesek Samping

$$A_s = \pi \times d \times L$$

(13)

$$f_s = \beta \times (N_s/3 + 1)$$

Dimana :

N_p = Nilai SPT pada elevasi dasar tiang (4D kebawah dan 4D keatas dari ujung tiang)

N_s = Nilai SPT rata-rata selimut tiang

Tabel 2. Nilai koefisien K

Table 2.14 Base coefficient K (Decourt and Quaresma, 1978)	
Soil type	K (kN/m ²)
Clay	120
Silty clay	200
Silty sand	250
Sand	400

Tabel 3. Nilai koefisien α

Table 2.15 Base coefficient α (Decourt and Quaresma, 1978; Decourt et al., 1996)						
Soil/pile	Driven pile	Bored pile	Bored pile (bentonite)	Continuous hollow auger	Root piles	Injected piles (high pressure)
Clay	1.0	0.85	0.85	0.30*	0.85*	1.0*
Intermediate soils	1.0	0.60	0.60	0.30*	0.60*	1.0*
Sands	1.0	0.50	0.50	0.30*	0.50*	1.0*

Tabel 4. Nilai koefisien β

Table 2.16 Shaft coefficient β (Decourt and Quaresma, 1978; Decourt et al., 1996)						
Soil/pile	Driven pile	Bored pile	Bored pile (bentonite)	Continuous hollow auger	Root piles	Injected piles (high pressure)
Clay	1.0	0.80	0.90*	1.0*	1.5*	3.0*
Intermediate soils	1.0	0.65	0.75*	1.0*	1.5*	3.0*
Sands	1.0	0.50	0.60*	1.0*	1.5*	3.0*

3.6 Daya Dukung Fondasi Tiang Kelompok

Nilai kapasitas daya dukung ultimit tiang kelompok memperhatikan factor efisiensi tiang, dinyatakan dalam persamaan :

$$Q_g = E_g \times n \times Q_u \quad (14)$$

Persamaan efisiensi kelompok tiang metode *Converse-labrare* :

$$E_g = 1 - \frac{(m-1).n+(n-1).m}{90 \cdot m \cdot n} \times \theta \quad (15)$$

Persamaan daya dukung ijin tiang kelompok menggunakan rumus :

$$Q_{ga} = \frac{Q_g}{F} \quad (16)$$

Dimana :

Q_g = daya dukung tiang kelompok

E_g = efisiensi kelompok tiang

Q_u = daya dukung tiang Tunggal

m = Jumlah tiang pada deret baris

n = Jumlah tiang pada deret kolom

D = Diameter penampang tiang

d = Diameter tiang (m)

s = Jarak pusat ke pusat tiang (m)

Q_{ga} = Daya dukung ijin kelompok tiang

3.7 Penurunan Fondasi

Pada saat tiang dibebani, tiang akan mengalami pemendekan dan tanah disekitarnya akan mengalami penurunan.

1. Penurunan Elastis Tiang Tunggal

Untuk penurunan elastis fondasi dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$Se = Se(1) + Se(2) + Se(3) \quad (17)$$

Nilai $Se(1)$, $Se(2)$, $Se(3)$ dapat diperoleh dengan rumus berikut :

$$Se(1) = \frac{(Q_p + \alpha \cdot Q_s)L}{A_p E_p}$$

$$Se(2) = \frac{c_p \times Q_p}{D \times q_p}$$

$$Se(3) = \left(\frac{Q_p}{p \times L} \right) \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - \mu_s^2) \cdot I_{ws}$$

$$I_{ws} = 2 + 0,35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

$$E_p = 4700 \sqrt{f c'}$$

Dimana :

Se = Penurunan total fondasi tiang

$Se(1)$ = Penurunan elastis fondasi

$Se(2)$ = Penurunan akibat beban pada ujung tiang

$Se(3)$ = Penurunan akibat beban pada sepanjang tiang

E_p = Modulus elastisitas material tiang

α = koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang.

Vesic(1977) menyarankan harga $\alpha = 0,5$ untuk distribusi yang seragam sepanjang tiang.

- C_p = Koefisien empiris (lihat tabel 5)
 q_p = Daya dukung batas ujung tiang = $\frac{Q_p}{A_p}$
 E_s = Modulus elastisitas tanah
 μ_s = Angka poisson (lihat tabel 6)
 I_{ws} = Faktor pengaruh

Tabel 5. Nilai koefisien C_p

Jenis Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
Pasir	0,02 – 0,04	0,09 – 0,18
Lempung	0,02 – 0,03	0,03 – 0,06
Lanau	0,03 – 0,05	0,09 – 0,12

Tabel 6. Nilai Poisson's Ratio

Jenis Tanah	Poisson's Ratio (m)
Lempung jenuh	0,4 – 0,5
Lempung tak jenuh	0,1 – 0,3
Lempung berpasir	0,2 – 0,3
Lanau	0,3 – 0,35
Pasir	0,1 – 0,1
Batuan	0,1 – 0,4
Umum dipakai untuk tanah	0,3 – 0,4

2. Penurunan Tiang Kelompok

Perhitungan penurunan tiang kelompok menggunakan persamaan *Vesic (1977)* yakni :

$$S_g = S \times \sqrt{\frac{B_g}{D}} \quad (18)$$

Dimana :

B_g = Lebar kelompok tiang (m)

D = Diameter tiang (m)

S = Penurunan elastis tiang (m)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Boring

Data boring pada lokasi proyek pembangunan Gedung dan Kawasan Kantor OIKN menunjukkan bahwa kondisi tanah didominasi oleh jenis tanah lempung. Investigasi tanah dilakukan melalui pengeboran serta analisis sampel di laboratorium, dan diperkuat dengan pengujian lapangan menggunakan metode Standard Penetration Test (SPT) pada titik bor BH-03.

4.2 Data Perhitungan

Data yang digunakan dalam perhitungan analisis daya dukung *bored pile* pada Pembangunan Gedung Utama OIKN adalah sebagai berikut :

1. Diameter fondasi *bored pile* (d) = 100 cm
2. Jarak tiang fondasi = 300 cm

3. Kedalaman = 1800 cm
4. Mutu material beton = $f_c' 30$
5. Keliling tiang = $\pi \times D$
= $3,14 \times 100 = 314$ cm
6. Luas penampang tiang = $\frac{1}{4} \times \pi \times (D)^2$
= $\frac{1}{4} \times 3,14 \times (100)^2 = 7850$ cm²
7. Luas selimut tiang = $\pi \times d \times L$
= $3,14 \times 100 \times 1800 = 565200$ cm²
8. Jari-jari lingkaran (r) = $\frac{1}{2} \times D$
= $\frac{1}{2} \times 100 = 50$ cm

Tabel 7. Hasil Uji Boring Titik Bor BH 03
(Sumber: *SOENOE (soil engineering on earth), 2024*)

No	Kedalaman (m)	Nilai N SPT BH 03 (Blows/Feet)	No	Kedalaman (m)	Nilai N SPT BH 03 (Blows/Feet)
0	0				
1	-2	14	9	-18	>60
2	-4	>60	10	-20	>60
3	-6	>60	11	-22	>60
4	-8	>60	12	-24	>60
5	-10	>60	13	-26	>60
6	-12	>60	14	-28	>60
7	-14	>60	15	-30	>60
8	-16	>60			

4.3 Analisis Daya Dukung Fondasi Bored Pile

1. Hasil Metode LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)

Tabel 8 adalah hasil perhitungan daya dukung aksial dengan menggunakan rumus persamaan (5,6,7).

Tabel 8. Rekapitulasi Daya Dukung Fondasi Metode LCPC

Depth (m)	Q_b (ton)	Q_s (ton)	Q_u (ton)	Q_a (ton)
18	211,95	565,2	777,15	310,86

2. Hasil Metode Briaud et al. (1985)

Tabel 9 adalah hasil perhitungan daya dukung aksial dengan menggunakan rumus persamaan (8,9,10).

Tabel 9. Rekapitulasi Daya Dukung Fondasi Metode Briaud et al. (1985)

Depth (m)	Q_b (ton)	Q_s (ton)	Q_u (ton)	Q_a (ton)
18	687,6	446,5	1134	453,6

3. Hasil Metode Luciano Decourt (1996)

Tabel 10 adalah hasil perhitungan daya dukung aksial dengan menggunakan rumus

persamaan (11,12,13).

Tabel 10. Rekapitulasi Daya Dukung Fondasi Metode Luciano Decourt (1996)

Depth (m)	Q_p (ton)	Q_s (ton)	Q_u (ton)	Q_a (ton)
18	489,8	6.217,2	6.707	2.682,8

4.3 Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Kelompok

1. Perhitungan Efisiensi Fondasi Bored pile 2 Tiang Kelompok

Tabel 11 adalah hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang kelompok dengan menggunakan rumus **persamaan (14,15,16).**

Tabel 11. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Fondasi Bored Pile PC 2 pada Titik BH-03

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	777,15	1394,207	557,683
Metode Briaud at al, (1985)	1134	2034,396	813,758
Metode Luciano Decourt, (1996)	6.707	12032,358	4812,943

2. Perhitungan Efisiensi Fondasi Bored pile 3 Tiang Kelompok

Tabel 12 adalah hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang kelompok dengan menggunakan rumus **persamaan (14,15,16).**

Tabel 12. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Fondasi Bored Pile PC 3 pada Titik BH-03

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	777,15	2058,670	823,468
Metode Briaud at al, (1985)	1134	3003,966	1201,586
Metode Luciano Decourt, (1996)	6.707	17766,843	7106,737

3. Perhitungan Efisiensi Fondasi Bored pile 4 Tiang Kelompok

Tabel 13 adalah hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang kelompok dengan menggunakan rumus **persamaan (14,15,16).**

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Daya Dukung Fondasi Bored Pile PC 4 pada Titik BH-03

Metode	Q_u (ton)	Q_g (ton)	Q_{ga} (ton)
Metode LCPC	777,15	2471,337	988,534
Metode Briaud at al, (1985)	1134	3606,12	1442,448
Metode Luciano Decourt, (1996)	6.707	21328,26	8531,304

4.4 Penurunan Fondasi

1. Penurunan Elastis Tiang Tunggal

Tabel 14 adalah hasil perhitungan penurunan tiang tunggal, berdasarkan rumus pada **persamaan (17)**, untuk nilai daya dukung Q_p dan Q_s konversi dari ton ke kN.

Tabel 14. Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Tiang Tunggal pada Titik BH-03

Metode	$Se(1) (m)$	$Se(2) (m)$	$Se(3) (m)$	$Se (m)$
Metode LCPC	0,004	0,04	0,0058	0,0498
Metode Briaud at al, (1985)	0,007	0,047	0,018	0,072
Metode Luciano Decourt, (1996)	0,03	0,047	0,013	0,09

2. Penurunan Tiang Kelompok

Tabel 15 adalah hasil penurunan elastis pada fondasi tiang kelompok menggunakan metode *Vesic (1977)* dengan rumus **persamaan (18)**.

Tabel 15. Peburunan Fondasi Tiang Kelompok dari beberapa Metode

Metode	Settlement Group (m)		
	Pc 2	Pc 3	Pc 4
Metode LCPC	0,07	0,1	0,11
Metode Briaud et al, (1985)	0,1	0,15	0,16
Metode Luciano Decourt, (1996)	0,12	0,19	0,2

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Daya Dukung *Bored Pile* dan Tiang Kelompok Pada Pembangunan Gedung Utama OIKN” mendapatkan hasil sebagai berikut :

1. Nilai kapasitas daya dukung *bored pile* pada Pembangunan Gedung OIKN menggunakan metode LCPC (Bustamante dan gianeselli) dengan Q_u 777,15 ton, Q_a 310,86 ton, metode Briaud at al, (1985) dengan Q_u 1134 ton, Q_a 453,6 ton, dan metode Luciano Decourt, (1996) Q_u 6707 ton, Q_a 2682,80 ton. Nilai kapasitas daya dukung fondasi *bored pile* 2 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 1394,207 ton, metode Briaud at al, (1985) yaitu 2034,396 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 12032,358 ton, fondasi *bored pile* 3 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 2058,670 ton, metode Briaud at al, (1985), yaitu 3003,966 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 17766,843 ton, fondasi *bored pile* 4 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 2471,337 ton, metode Briaud at al, (1985) yaitu 3606,12 ton dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 21328,26 ton.
2. Nilai Penurunan fondasi tiang tunggal pada metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 0,0498 m , metode Briaud at al, (1985) yaitu 0,072 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,09 m, Adapun untuk penurunan ijin fondasi tunggal semuanya memenuhi syarat yaitu $S < S_{ijin}$ dimana nilai S ijin yaitu 0,1m. Nilai penurunan fondasi *bored pile* 2 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 0,07 m, metode Briaud at al, (1985) yaitu 0,1 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,12 m, fondasi *bored pile* 3 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 0,1 m, metode Briaud at al, (1985), yaitu 0,15 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,19 m, fondasi *bored pile* 4 tiang kelompok metode LCPC (Bustemante dan Gianceselli) yaitu 0,11 m, metode Briaud at al, (1985) yaitu 0,16 m dan metode Luciano Decourt, (1996) yaitu 0,2 m.

5.2 Saran

Dari hasil perhitungan dan kesimpulan diatas penulis menyampaikan saran-saran sebagai berikut :

1. Perhitungan daya dukung pada penelitian terbatas yaitu hanya menggunakan metode LCPC, metode Briaud at al, (1985), serta metode Luciano Decourt, (1996) apabila diteliti lebih lanjut dapat menggunakan bantuan program software sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat.

2. Saat melaksanakan pengujian di lapangan dan analisis data hasil uji sebaiknya dilakukan dengan teliti dan dikerjakan sesuai dengan standar yang ada, agar pelaksanaan pondasi dapat menghasilkan suatu konstruksi yang berkualitas.
3. Dengan mempertimbangkan hasil analisis penelitian tentang daya dukung dan penurunan fondasi *bored pile*, disarankan untuk mempertimbangkan desain fondasi yang optimal berdasarkan karakteristik tanah di lokasi tersebut.
4. Perlu dilakukan pemantauan terhadap penurunan tiang tunggal dan tiang kelompok selama konstruksi dan operasional untuk memastikan bahwa struktur dapat berfungsi dengan baik dan aman.

Referensi

- Das, B. M., & Sivakugan, N. (2018). Principles of foundation engineering. Cengage learning.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik pondasi 2 edisi kedua*, Beta offset, Yogyakarta.
- Bowles, J.E., 1992, Analisis dan desain pondasi, edisi keempat jilid 1, Erlangga, Jakarta.
- Fahreza Gobel, Roski RI Legrans, Jack H Ticoh, (2024), Analisis Daya Dukung Fondasi Tiang Bor Kelompok Pada Pekerjaan Transmisi Line 150 kV PTLs Terapung PT. PJB Masdar Solar Energy, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- G Roschedy, FJ Manoppo, AT Mandagi, K Gorontalo, 2019, ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI JEMBATAN GORR I, Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.4 April 2019 (397-408) ISSN: 2337-6732.
- VH Sanger, AN Sarajar, AT Mandagi, 2024, Analisis Daya Dukung Tanah Pada Pekerjaan Pembangunan RS. GMIM Kaupusan Langowan, TEKNO Volume 22, No. 89, Tahun 2024 ISSN: 0215-9617.
- JH Ticoh, JE Waani, AT Mandagi, CJ Supit, LDK Manaroinson, 2022, Studi Daya Dukung Izin Tanah Untuk Pondasi Gedung Di Desa Sea, Kec. Pineleng, Kabupaten Minahasa, TEKNO Volume 20 Nomor 80 April 2022 ISSN: 0215-9617.
- V Mamangkey, AE Turangan, L Manaroinson, 2018, ANALISIS PONDASI TIANG PANCANG PADA SILO SEMEN TONASA, Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.12 Desember 2018 (1029-1034) ISSN: 2337-6732.
- R Prilia, FJ Manoppo, LDK Manaroinson, 2021, Analisis Fondasi Tiang Bor Dengan PLAXIS 3D (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas Teknik Unsrat Jurusan Sipil), TEKNO Volume 19 Nomor 78 Agustus 2021 ISSN: 0215-9617.
- DAF Munsir, FJ Manoppo, SG Rondonuwu, 2024, Analisis Fondasi Tiang Bor Dan Fondasi Rakit Di Tanah Berpotensi Likuifaksi (Studi Kasus : Daerah Pinggiran Jembatan Megawati Kota Manado), TEKNO Volume 22, No. 89, Tahun 2024 ISSN: 0215-9617.
- WEM Wior, RRI Legrans, JH Ticoh, 2025, Studi Kapasitas Fondasi Tiang Pancang Untuk Kelaikan Fungsi Bangunan Gedung Pada Konstruksi Gedung Pusat Perbelanjaan Di Manado, TEKNO Volume 23, No. 91, Tahun 2025 ISSN: 0215-9617.