

ANALISIS DAYA DUKUNG FONDASI TIANG BOR (BORED PILE) BERDASARKAN DATA PENETRASI STANDAR (SPT) DAN DATA SONDIR (CPT)

Nur Asiah Jamil¹, Chandra Afriade Siregar²
^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

¹korespondensi : nurasiahjamil0697@gmail.com

ABSTRAK

Fondasi merupakan struktur bawah yang berfungsi untuk meneruskan setiap gaya atau beban yang bekerja pada bangunan ke dalam struktur tanah keras. Dalam perencanaan fondasi, hasil dari penyelidikan tanah sangat diperlukan sebagai data acuan perancangan fondasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung kapasitas daya dukung fondasi tiang bor berdasarkan data SPT dan Sondir/CPT dengan menggunakan variasi diameter dan kedalaman. Perhitungan kapasitas daya dukung berdasarkan data SPT menggunakan metode Mayerhof untuk Q_p dan Q_s , sedangkan perhitungan kapasitas daya dukung berdasarkan data Sondir/CPT menggunakan metode Mayerhof untuk Q_p dan metode Nottingham dan Schmertmann untuk Q_s . Hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang bor tunggal di titik BH-1 dengan membandingkan daya dukung terhadap diameter 0,5 diperoleh nilai daya dukung optimum ada pada kedalaman 10 m dengan diameter 0,8 m. Pada perhitungan daya dukung fondasi tiang bor tunggal di titik BH-2 diperoleh nilai daya dukung optimum ada pada kedalaman 10 m dengan diameter 0,8 m. Nilai daya dukung optimum fondasi tiang bor tunggal berdasarkan data sondir dengan membandingkan nilai daya dukung terhadap diameter 0,5 adalah terdapat pada diameter 0,8 m dengan kedalaman 15 m untuk S1-S5, dengan nilai persentase kenaikan sebesar 147,69 % untuk S1, S2 sebesar 144,84 %, S3 sebesar 144,47 %, S4 sebesar 143,79 % dan S5 sebesar 142,79 %.

Keywords: Daya dukung, Fondasi Tiang Bor, SPT dan Sondir/CPT.

ABSTRACT

The foundation is a lower structure that functions to transmit any forces or loads acting on the building into the hard ground structure. In foundation planning, the results of soil investigations are very necessary as reference data for foundation design. The aim of this research is to calculate the bearing capacity of drilled pile foundations based on SPT and Sondir/CPT data using variations in diameter and depth. Calculation of carrying capacity based on SPT data uses the Mayerhof method for Q_p and Q_s , while calculation of carrying capacity based on Sondir/CPT data uses the Mayerhof method for Q_p and the Nottingham and Schmertmann method for Q_s . The results of calculating the bearing capacity of a single drilled pile foundation at point BH-1 by comparing the bearing capacity to a diameter of 0.5 show that the optimum bearing capacity value is at a depth of 10 m with a diameter of 0.8 m. In calculating the bearing capacity of a single drilled pile foundation at point BH-2, it was found that the optimum bearing capacity value was at a depth of 10 m with a diameter of 0.8 m. The optimum bearing capacity value for a single drilled pile foundation based on sondir data by comparing the bearing capacity value to a diameter of 0.5 is found at a diameter of 0.8 m with a depth of 15 m for S1-S5, with a percentage increase value of 147.69% for S1, S2 was 144.84%, S3 was 144.47%, S4 was 143.79% and S5 was 142.79%.

Keywords: Carrying capacity, Drilled Pile Foundation, SPT and Sondir/CPT.

PENDAHULUAN

Dalam perencanaan fondasi, hasil dari penyelidikan tanah sangat penting sebagai dasar perancangan fondasi. Data ini digunakan untuk mengevaluasi kemampuan tanah dalam menahan tekanan, sehingga kita dapat memilih jenis fondasi yang

sesuai, baik itu dangkal atau dalam [1]. Kemampuan fondasi untuk menopang beban disebut sebagai daya dukung fondasi. Fondasi tiang bor merupakan pilihan yang cocok di lingkungan perkotaan karena minim getaran, mudah dalam mobilisasi, dan proses pembuatannya dilakukan onsite

dengan menggunakan alat bor dan perakitan tulangan [2].

PT. Daya Adicipta Mustika telah melaksanakan pembangunan Proyek New Head Office dengan fondasi tiang bor. Untuk menentukan kekuatan daya dukung fondasi yang optimal, kami akan melakukan analisis berdasarkan data penyelidikan tanah, termasuk data SPT dan Sondir. Dengan demikian, kami akan dapat menentukan hasil yang paling efektif dalam hal daya dukung fondasi yang akan digunakan.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui kapasitas daya dukung fondasi tiang bor berdasarkan data SPT.
2. Mengetahui kapasitas daya dukung fondasi tiang bor berdasarkan data sondir.
3. Mengetahui hasil analisis perbandingan besarnya daya dukung fondasi tiang bor dengan menggunakan data SPT dan sondir berdasarkan variasi diameter dan kedalaman.

TINJAUAN PUSTAKA

Dalam rekayasa konstruksi, fondasi adalah bagian penting yang bertanggung jawab untuk menyalurkan beban dari konstruksi dan berat sendiri ke dalam tanah dan batuan di bawahnya [3]. Ini adalah prinsip dasar dalam perencanaan fondasi. Prinsip ini penting untuk memastikan bahwa fondasi

tidak melebihi daya dukung tanah yang ada di lokasi tersebut [4], [5].

Penyelidikan Tanah

a. Uji Sondir

Dari hasil test sondir ini didapatkan nilai jumlah perlawanan (JP) dan nilai perlawanan konus (PK), sehingga hambatan lekat (HL) didapatkan dengan menggunakan Persamaan di bawah ini [6]:

Hambatan lekatan

$$HL = (JP - PK) \times \frac{A}{B} \dots\dots\dots (1)$$

Jumlah Hambatan Lekat (JHL)

$$JHL_i = \sum_0^i HL \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

PK= perlawanan penetrasi konus, qc (kg/cm²);

JP = jumlah perlawanan (perlawanan ujung konus + selimut);

A = interval pembacaan (setiap pembacaan 20 cm);

B= faktor alat = luas konus/ luas torak = 10 cm;

i= kedalaman lapisan tanah yang ditinjau (m);

JHL= Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm)

b. Uji SPT

Nilai (N1)₆₀ menggambarkan evaluasi pasir murni untuk interpretasi kepadatan relatif, sudut geser, dan potensi likuifaksi [7].

$$(N_1)_{60} = N_M \times C_N \times C_E \times C_B \times C_R \times C_S \dots (3)$$

$$C_N = 2,2 / (1,2 + (\sigma'_{vo}/Pa)) \dots\dots\dots (4)$$

Dengan :

(N1)₆₀ : nilai SPT yang dikoreksi terhadap pengaruh efisiensi tenaga 60%;

NM : hasil uji SPT di lapangan;

CN : faktor koreksi terhadap tegangan vertikal efektif (nilainya $\leq 1,70$);
 CE : faktor koreksi terhadap rasio tenaga palu (Tabel 1);
 CB : faktor koreksi terhadap diameter bor (Tabel 1);

CR : faktor koreksi untuk panjang batang SPT (Tabel 1);
 CS : koreksi terhadap tabung contoh (samplers) dengan atau tanpa pelapis (liner) (Tabel 1);
 σ'_{vo} : tegangan vertikal efektif (kPa);
 Pa : 100 kPa.

Tabel 1: Koreksi-koreksi yang Digunakan dalam Uji SPT

Faktor	Jenis Alat	Parameter	Koreksi
Tegangan vertikal efektif		C_N	$2,2 / (1,2 + (\sigma'_{vo}/Pa))$
Tegangan vertikal efektif		C_N	$C_N \leq 1,7$
Rasio tenaga	Palu donat (<i>Donut hammer</i>)	C_E	0,5 s.d 1,0
Rasio tenaga	Palu pengaman (<i>Safety hammer</i>)	C_E	0,7 s.d 1,2
Rasio tenaga	Palu otomatis (<i>Automatic-trip Donut-type hammer</i>)	C_E	0,8 s.d 1,3
Diameter bor	65 s.d 115 mm	C_B	1,0
Diameter bor	150 mm	C_B	1,05
Diameter bor	200 mm	C_B	1,15
Panjang batang	< 3 m	C_R	0,75
Panjang batang	3 s.d 4 m	C_R	0,8
Panjang batang	4 s.d 6 m	C_R	0,85
Panjang batang	6 s.d 10 m	C_R	0,95
Panjang batang	10 s.d 30 m	C_R	1,0
Pengambilan contoh	tabung standar	C_S	1,0
Pengambilan contoh	tabung dengan pelapis (<i>liner</i>)	C_S	1,1 s.d 1,3

Sumber: SNI 4153:2008

Fondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

Tiang bor adalah jenis tiang yang ditanam ke dalam tanah dengan cara melakukan pengeboran terlebih dahulu sebelum kemudian mengisi tiang tersebut dengan tulangan dan bahan beton [8]. Biasanya, tiang ini digunakan di tanah yang memiliki stabilitas dan kekakuan yang memadai, sehingga memungkinkan pembuatan lubang yang kokoh menggunakan alat bor.

Keunggulan penggunaan fondasi bored pile meliputi [9]–[12]:

- 1.Universal: Bored pile tunggal dapat digunakan untuk tiang kelompok atau pile cap, meningkatkan fleksibilitas dalam desain struktural.
- 2.Variasi Kedalaman: Kedalaman tiang dapat divariasikan sesuai dengan

kebutuhan proyek, memungkinkan penyesuaian yang lebih baik.

- 3.Pembangunan Awal: Fondasi bored pile dapat didirikan sebelum tahapan konstruksi selanjutnya selesai, mempercepat proyek.
- 4.Minim Getaran: Proses pemancangan pada fondasi bored pile menghindari getaran tanah yang dapat merusak bangunan di sekitarnya.
- 5.Stabilitas Tanah Lempung: Tidak ada efek bergelombang pada tanah lempung yang dapat menyebabkan pergeseran pada tiang, seperti pada fondasi tiang pancang.
- 6.Keheningan: Pelaksanaan fondasi bored pile tidak menghasilkan suara yang

mengganggu seperti alat pancang pada fondasi tiang pancang.

7.Ketahanan Vertikal: Kemampuan untuk memperbesar dasar fondasi bored pile meningkatkan ketahanan terhadap beban vertikal.

8.Pemeriksaan Langsung: Permukaan di atas dasar fondasi bored pile dapat diperiksa secara langsung untuk kualitas dan kecocokan.

9.Ketahanan Lateral: Fondasi bored pile memiliki ketahanan tinggi terhadap beban lateral, menjadikannya pilihan yang baik untuk situasi dengan gaya samping.

Ini adalah beberapa keunggulan penting yang membuat fondasi bored pile menjadi pilihan yang sering digunakan dalam konstruksi.

Adapun kerugian yang ditimbulkan dari fondasi ini, yaitu:

- 1) Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah yang berkerikil.
- 2) Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik.
- 3) Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang.

- 4) Pembesaran ujung bawah tiang tidak dapat dilakukan bila tanah berupa pasir.

Daya Dukung Fondasi

Kapasitas daya dukung fondasi tiang merujuk pada kemampuan atau kapasitas tiang tersebut untuk menopang beban. Untuk memastikan keamanan, kapasitas daya dukung harus melebihi beban yang akan ditransfer melalui sistem fondasi. Penentuan daya dukung ultimate fondasi tiang bor (bored pile) dapat dilakukan dengan menghitungnya berdasarkan parameter tanah yang telah diuji baik di laboratorium maupun hasil pengujian lapangan. Perhitungan ini melibatkan rumus umum yang mempertimbangkan tahanan di ujung dan tahanan di sekitar tiang. (Sesuai sumber: Hari C. Hardiyatmo, 2008).

Menurut Braja M. Das (2011), kapasitas dukung beban tiang ultimate Q_u diberikan oleh persamaan :

$$Q_u = Q_p + Q_s \dots \dots \dots (5)$$

$$Q_{all} = Q_u / FS \dots \dots \dots (6)$$

Dengan:

Q_p = daya dukung ujung tiang fondasi,

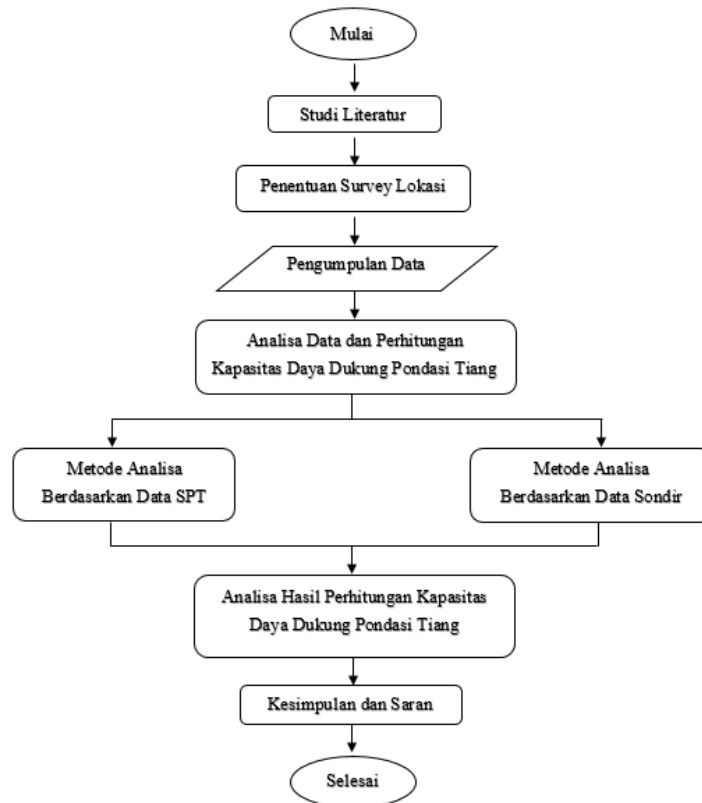
Q_s = daya dukung gesek dinding tiang,

Q_{all} = daya dukung ijin fondasi, FS = Faktor Aman

METODE

Bagan Alir

Berikut adalah bagan alir dari penelitian ini



Gambar 1: Bagan Alir Penelitian

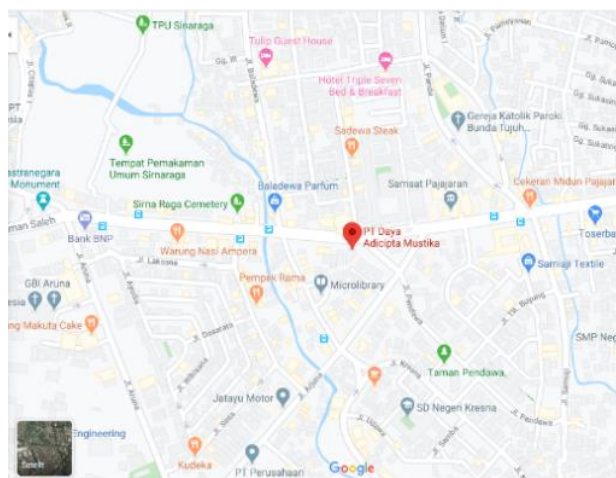
Penentuan Survey Lokasi

a. Data Umum Proyek

Data umum proyek dari pembangunan New Head Office PT. Daya Adicipta Mustika adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek : *New Head Office* PT. Daya Adicipta Mustika

2. Lokasi proyek: Jl. Cibereum 24-26, Bandung
3. Pemilik Proyek: PT. Daya Adicipta Mustika
4. Peta Lokasi: Dilihat pada Gambar 3.2



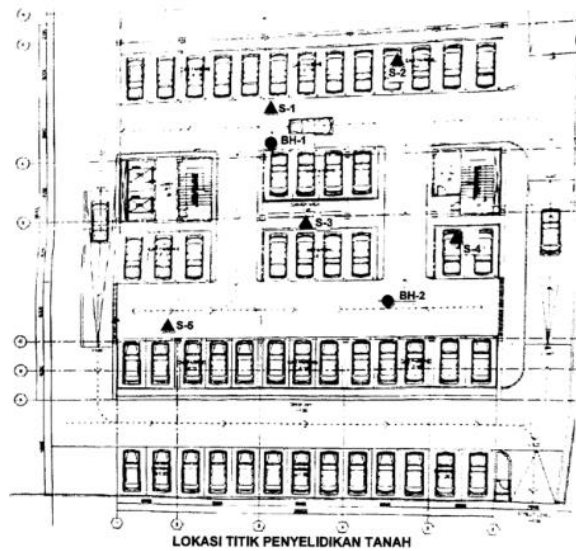
Gambar 2: Peta Lokasi

b. Data Teknis Tiang Bor

Data ini diperoleh dari pihak kontraktor dengan data *bored pile* sebagai berikut :

- 1. Panjang : 15 m
- 2. Diameter : 1000 mm
- 3. Titik Penyelidikan :

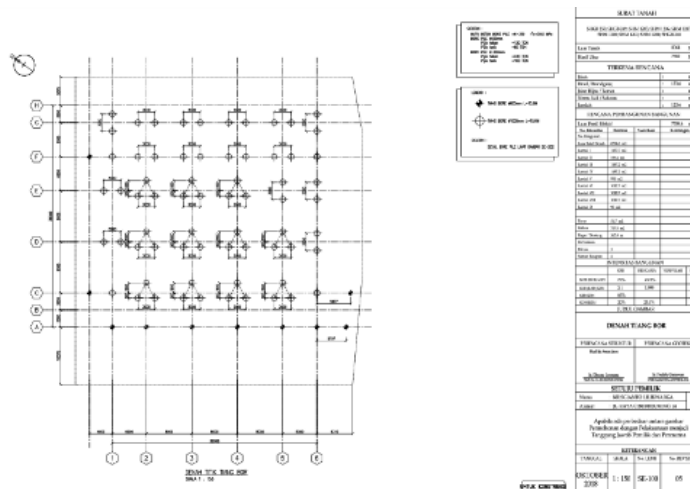
- 2 titik bor inti dalam dengan kedalaman 30m
- Sondir ringan 5 titik
- 4. Mutu Beton : K – 350
- 5. Mutu Baja : BJTP24 & BJTD40 (Ulir)
- 6. Denah Titik Penyelidikan pada gambar 3.3.



Sumber: Laporan Penyelidikan Tanah PT.DAM

Gambar 3: Denah Lokasi Titik Penyelidikan Tanah

Lokasi *bored pile* yang datanya digunakan untuk menghitung daya dukung *bored pile* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 4: Denah Titik Tiang Bor

Metode Analisa dan Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang

a. Metode Analisa dan Perhitungan dengan Data SPT

Analisa daya dukung dengan data SPT menggunakan metode Meyerhof (1956) seperti pada persamaan:

$$SPT : Q_a = A_p \frac{(N_{60})}{SF} \dots\dots\dots (7)$$

Korelasi untuk perhitungan q_p menggunakan metode Meyerhof (1976) yaitu pada persamaan:

$$q_p = 0,4 p_a N_{60} \frac{L}{D} \leq 4 p_a N_{60} \dots\dots\dots (8)$$

$$= \frac{(40 NL)}{D} \leq 400 N \dots\dots\dots (9)$$

Untuk tahanan gesek f_{av} menggunakan metode Meyerhof (1976) karena menggunakan tiang bor maka tingkat perpindahan rendah, jadi persamaan (10) yang digunakan yaitu :

$$f_{av} = 0,01 p_a (N_{60}) \dots\dots\dots (10)$$

Sehingga rumus untuk Q_s adalah persamaan (11).

$$Q_s = L f_{av} \dots\dots\dots (11)$$

b. Metode Analisa dan Perhitungan dengan Data Sondir/CPT

Analisa daya dukung ini juga menggunakan metode Meyerhof (1956) seperti pada persamaan (12).

$$CPT : Q_a = A_p \frac{(Q_c)}{SF} \dots\dots\dots (12)$$

Korelasi untuk Perhitungan Q_p dengan data Sondir menggunakan Meyerhof (1956) yaitu persamaan (13).

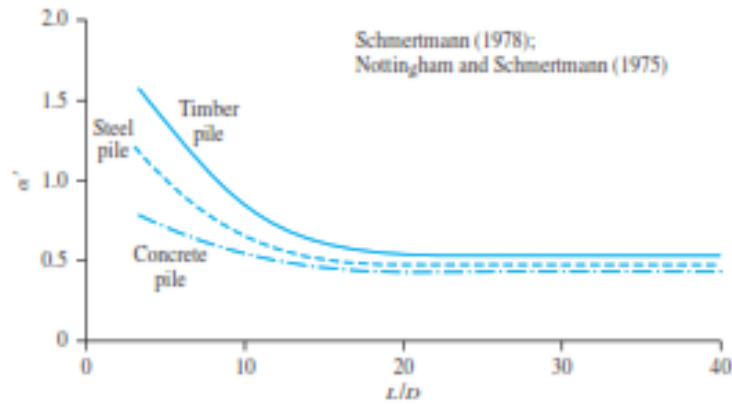
$$q_p \approx q_c \dots\dots\dots (13)$$

q_c = nilai tahanan konus pada ujung tiang, biasanya diambil rata-rata nilai konus pada 3D ujung tiang dan sedalam D dibawah ujung tiang, dengan D adalah diameter tiang.

Untuk menghitung Q_s dengan metode Nottingham dan Schmertmann (1975) dan Schmertmann (1978) menggunakan tahanan gesekan (f_c) dengan persamaan (14) yang diperoleh selama uji sondir.

$$f = \alpha' f_c \dots\dots\dots (14)$$

Variasi dari nilai α' dengan L/D berdasarkan gambar 5. untuk petrometer cone mekanik.



Gambar 5: Variasi dari α'

Sumber: Braja M. Das, 2011

Sehingga rumus yang digunakan adalah persamaan (15).

$$Q_s = \sum p(\Delta L)f = \sum p(\Delta L)\alpha' fc \dots \dots \dots (15)$$

$$\begin{aligned} &= \pi \times 1 \text{ m} \\ &= 3,14 \text{ m} \\ \text{Luas tiang bor} &= \frac{1}{4} \pi D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \\ &= 0,785 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor

Dengan dimensi tiang bor sebagai berikut:

- Panjang tiang bor = 15 m
- Diameter tiang (D) = 1 m
- Keliling tiang bor (p) = πD

a. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dari Data SPT

Nilai N_{60} SPT dapat dilihat pada Tabel 2 dan hasil daya dukung berdasarkan SPT terdapat pada Tabel 3.

Tabel 2: Nilai N_{60} - SPT

Depth (m)	BH1 (Blows/ 30 cm)	BH2 (Pukulan/ 30 cm)
2,45	2	3
4,45	3	4
6,45	2	64
8,45	100	99
10,45	72	94
12,45	46	46
14,45	42	42
16,45	41	41
18,45	39	39
20,45	38	38
22,45	34	37
24,45	25	36
26,45	26	35
28,45	31	34

Depth (m)	BH1 (Blows/ 30 cm)	BH2 (Pukulan/ 30 cm)
30,45	29	31

b. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dari Data Sondir

Data sondir dari hasil perhitungan pada titik S1 terdapat pada Tabel 4. Untuk menentukan Qs akan disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 3: Hasil Daya Dukung Berdasarkan SPT

Titik Pengeboran	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qult (Ton)	Qall (dengan FS=3) (Ton)
BH-1	1354,011	179,364	1533,375	511,125
BH-2	1679,276	235,730	1915,005	638,335

Tabel 4: Data Sondir

Depth (m)	PEMBACAAN		TAHANAN		Hambatan Lekat	Jumlah Hambatan Lekat	fs/qc (%)
	PK	JP	qc	fs	(JP PK)*C2	JHL	
			PK Co	(JP PK)*C1	(kg/cm2)	(kg/cm2)	
0,00	0	0					
0,20	22	25	22	Q200	4,00	4,00	0,909
0,40	24	27	24	Q200	4,00	8,00	0,833
0,60	24	27	24	Q200	4,00	12,00	0,833
0,80	25	28	25	Q200	4,00	16,00	0,800
1,00	15	18	15	Q200	4,00	20,00	1,333
1,20	10	12	10	Q133	2,67	22,67	1,333
1,40	7	10	7	Q200	4,00	26,67	2,857
1,60	7	10	7	Q200	4,00	30,67	2,857
1,80	6	8	6	Q133	2,67	33,33	2,222
2,00	6	8	6	Q133	2,67	36,00	2,222
2,20	6	8	6	Q133	2,67	38,67	2,222
2,40	5	7	5	Q133	2,67	41,33	2,667
2,60	5	7	5	Q133	2,67	44,00	2,667
2,80	10	12	10	Q133	2,67	46,67	1,333
3,00	9	11	9	Q133	2,67	49,33	1,481
3,20	8	12	8	Q267	5,33	54,67	3,333
3,40	8	12	8	Q267	5,33	60,00	3,333
3,60	9	12	9	Q200	4,00	64,00	2,222
3,80	9	12	9	Q200	4,00	68,00	2,222
4,00	10	12	10	Q133	2,67	70,67	1,333
4,20	7	9	7	Q133	2,67	73,33	1,905
4,40	7	9	7	Q133	2,67	76,00	1,905
4,60	8	10	8	Q133	2,67	78,67	1,667
4,80	12	14	12	Q133	2,67	81,33	1,111
5,00	12	14	12	Q133	2,67	84,00	1,111
5,20	15	18	15	Q200	4,00	88,00	1,333
5,40	15	18	15	Q200	4,00	92,00	1,333
5,60	12	15	12	Q200	4,00	96,00	1,667
5,80	16	19	16	Q200	4,00	100,00	1,250
6,00	16	19	16	Q200	4,00	104,00	1,250
6,20	12	15	12	Q200	4,00	108,00	1,667
6,40	12	15	12	Q200	4,00	112,00	1,667
6,60	12	15	12	Q200	4,00	116,00	1,667
6,80	10	13	10	Q200	4,00	120,00	2,000
7,00	12	15	12	Q200	4,00	124,00	1,667
7,20	14	17	14	Q200	4,00	128,00	1,429
7,40	20	24	20	Q267	5,33	133,33	1,333
7,60	28	32	28	Q267	5,33	138,67	0,952
7,80	76	80	76	Q267	5,33	144,00	0,351
8,00	118	125	118	Q467	9,33	153,33	0,395
8,20	162	170	162	Q533	10,67	164,00	0,329
8,40	200	208	200	Q533	10,67	174,67	0,267
15,00	200	208	200	Q533	10,67	185,33	0,267

Tabel 5: Daya Dukung Akibat Gesekan Kulit (Qs)

Depth from ground surface (m)	ΔL (m)	qc (kg/cm ²)	fc (kg/cm ²)	fc (kg/m ²)	p (m)	α'	$p\Delta L\alpha'f_s$ (kg)
0,0 - 0,2	0,2	22	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
0,2 - 0,4	0,2	24	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
0,4 - 0,6	0,2	24	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
0,6 - 0,8	0,2	25	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
0,8 - 1,0	0,2	15	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
1,0 - 1,2	0,2	10	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
1,2 - 1,4	0,2	7	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
1,4 - 1,6	0,2	7	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
1,6 - 1,8	0,2	6	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
1,8 - 2,0	0,2	6	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
2,0 - 2,2	0,2	6	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
2,2 - 2,4	0,2	5	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
2,5 - 2,6	0,2	5	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
2,6 - 2,8	0,2	10	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
2,8 - 3,0	0,2	9	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
3,0 - 3,2	0,2	8	0,267	2666,667	3,142	0,46	770,737
3,2 - 3,4	0,2	8	0,267	2666,667	3,142	0,46	770,737
3,4 - 3,6	0,2	9	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
3,6 - 3,8	0,2	9	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
3,8 - 4,0	0,2	10	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
4,0 - 4,2	0,2	7	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
4,2 - 4,4	0,2	7	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
4,4 - 4,6	0,2	8	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
4,6 - 4,8	0,2	12	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
4,8 - 5,0	0,2	12	0,133	1333,333	3,142	0,46	385,369
5,0 - 5,2	0,2	15	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
5,2 - 5,4	0,2	15	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
5,4 - 5,6	0,2	12	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
5,6 - 5,8	0,2	16	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
5,8 - 6,0	0,2	16	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
6,0 - 6,2	0,2	12	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
6,2 - 6,4	0,2	12	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
6,4 - 6,6	0,2	12	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
6,6 - 6,8	0,2	10	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
6,8 - 7,0	0,2	12	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
7,0 - 7,2	0,2	14	0,200	2000	3,142	0,46	578,053
7,2 - 7,4	0,2	20	0,267	2666,667	3,142	0,46	770,737
7,4 - 7,6	0,2	28	0,267	2666,667	3,142	0,46	770,737
7,6 - 7,8	0,2	76	0,267	2666,667	3,142	0,46	770,737
7,8 - 8,0	0,2	118	0,467	4666,667	3,142	0,46	1348,790
8,0 - 8,2	0,2	162	0,533	5333,333	3,142	0,46	1541,475
8,2 - 8,4	0,2	200	0,533	5333,333	3,142	0,46	1541,475
8,4 - 15	6,6	200	0,533	5333,333	3,142	0,46	50868,668
						Qs	76110,318

Daya dukung tiang bor berdasarkan data sondir terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6: Hasil Daya Dukung Berdasarkan Data Sondir

Titik Uji Sondir	Qp A _p Q _p (ton)	Qs p $\Delta L\alpha'f_c$ (ton)	Qult (Qp + Qs) (ton)	Qall (FS = 3) (ton)
S1	1570,796	76,110	1646,907	548,969
S2	1570,796	105,591	1676,387	558,796
S3	1570,796	109,637	1680,434	560,145
S4	1570,796	116,959	1687,756	562,585
S5	1570,796	128,135	1698,931	566,310

4.1 Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dengan Diameter dan Kedalaman Fondasi yang Berbeda

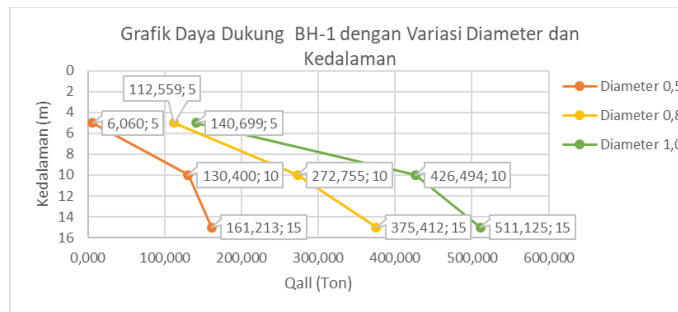
Tabel berikut ini adalah hasil dari perhitungan analisis menggunakan rumus *Mayerhof* pada BH-1 dan BH-2 dengan diameter dan kedalaman yang berbeda.

- a. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dari Data SPT dengan Variasi Diameter dan Kedalaman Tiang

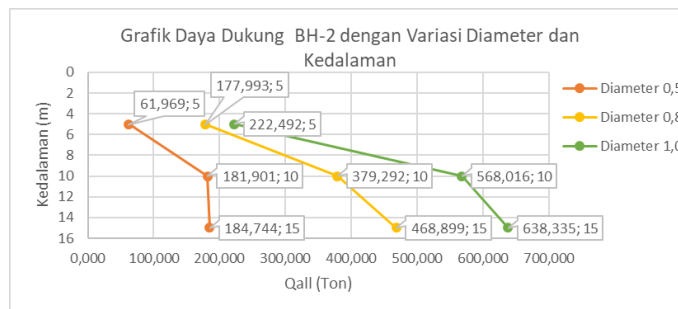
Tabel 7: Hasil Daya Dukung SPT Dengan Variasi Diameter dan Kedalaman

Titik Pengeboran	Diameter (m)	Kedalaman (m)	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qult (Ton)	Qall (Ton)
BH-1	0,5	5	16,431	1,748	18,179	6,060
		10	349,339	41,860	391,199	130,400
		15	393,956	89,682	483,638	161,213
	0,8	5	334,881	2,797	337,678	112,559
		10	751,288	66,976	818,264	272,755
		15	982,745	143,491	1126,236	375,412
	1	5	418,602	3,497	422,098	140,699
		10	1195,762	83,720	1279,482	426,494
		15	1354,011	179,364	1533,375	511,125
BH-2	0,5	5	183,459	2,449	185,907	61,969
		10	479,445	66,258	545,702	181,901
		15	436,367	117,865	554,232	184,744
	0,8	5	530,062	3,918	533,980	177,993
		10	1031,863	106,012	1137,876	379,292
		15	1218,114	188,584	1406,697	468,899
	1	5	662,578	4,898	667,475	222,492
		10	1571,532	132,516	1704,048	568,016
		15	1679,276	235,730	1915,005	638,335

Dari tabel 7 dapat di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Daya Dukung BH-1 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman



Gambar 7. Grafik Daya Dukung BH-2 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman

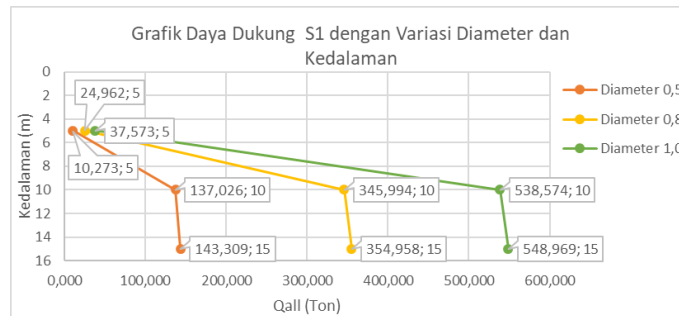
Dari grafik di atas dapat diketahui besarnya variasi diameter dan kedalaman yang akan kenaikan nilai daya dukung akibat dari disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut.

Tabel 8. Persentase Kenaikan Daya Dukung SPT terhadap Diameter 0,5 m

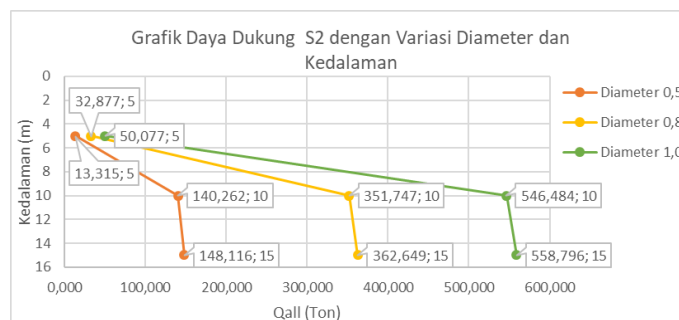
Titik SPT	Kedalaman (m)	Diameter (m)	Qall (Ton)	Persentase Kenaikan Terhadap Dia. 0,5 m (%)
BH-1	5	0,5	6,060	0
		0,8	112,559	1757,537
		1	140,699	2221,922
	10	0,5	130,400	0
		0,8	272,755	109,168
		1	426,494	227,067
	15	0,5	161,213	0
		0,8	375,412	132,868
		1	511,125	217,050
BH-2	5	0,5	61,969	0
		0,8	177,993	187,229
		1	222,492	259,036
	10	0,5	181,901	0
		0,8	379,292	108,516
		1	568,016	212,267
	15	0,5	184,744	0
		0,8	468,899	153,810
		1	638,335	245,524

b. Menghitung Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor dari Data Sondir dengan Variasi Diameter dan Kedalaman Tiang

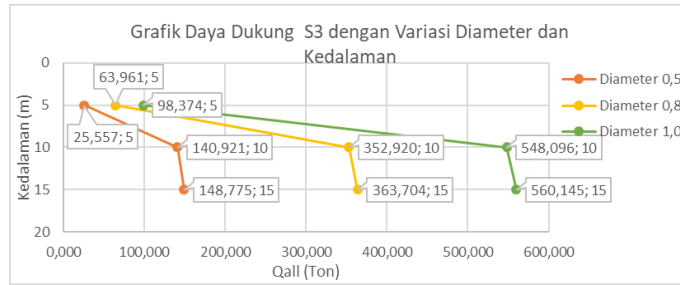
Tabel 9 merupakan hasil perhitungan daya dukung pada titik S1-S5 dengan diameter dan kedalaman tiang bor yang berbeda. Dari tabel tersebut di sajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut.



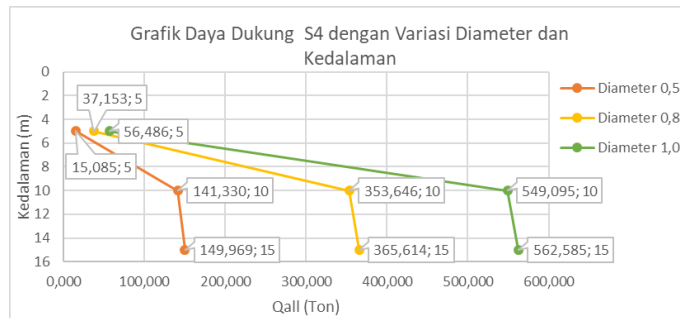
Gambar 8: Grafik Daya Dukung S1 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman



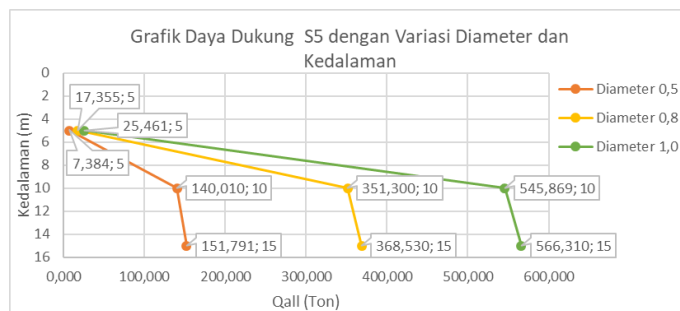
Gambar 9: Grafik Daya Dukung S2 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman



Gambar 10: Grafik Daya Dukung S3 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman



Gambar 11: Grafik Daya Dukung S4 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman



Gambar 12: Grafik Daya Dukung S5 dengan Variasi Diameter dan Kedalaman

Dari grafik di atas dapat diketahui besarnya variasi diameter dan kedalaman yang akan kenaikan nilai daya dukung akibat dari disajikan dalam bentuk Tabel 10.

Tabel 9: Hasil Daya Dukung Sondir Dengan Variasi Diameter dan Kedalaman

Titik Pengeboran	Diameter (m)	Kedalaman (m)	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qult (Ton)	Qall (Ton)
S-1	0,5	5	23,562	7,257	30,819	10,273
		10	392,699	18,378	411,077	137,026
		15	392,699	37,228	429,927	143,309
	0,8	5	60,319	14,567	74,886	24,962
		10	1005,310	32,673	1037,982	345,994
		15	1005,310	59,565	1064,874	354,958
	1	5	94,248	18,473	112,720	37,573
		10	1570,796	44,925	1615,721	538,574
		15	1570,796	76,110	1646,907	548,969
S-2	0,5	5	33,379	6,566	39,945	13,315
		10	392,699	28,086	420,785	140,262
		15	392,699	51,648	444,347	148,116
	0,8	5	85,451	13,180	98,631	32,877
		10	1005,310	49,930	1055,240	351,747
		15	1005,310	82,636	1087,946	362,649
	1	5	133,518	16,713	150,231	50,077
		10	1570,796	68,654	1639,451	546,484
		15	1570,796	105,591	1676,387	558,796
S-3	0,5	5	68,722	7,948	76,671	25,557
		10	392,699	30,065	422,764	140,921
		15	392,699	53,627	446,326	148,775
	0,8	5	175,929	15,954	191,883	63,961
		10	1005,310	53,449	1058,759	352,920
		15	1005,310	85,803	1091,113	363,704
	1	5	274,889	20,232	295,121	98,374
		10	1570,796	73,492	1644,289	548,096
		15	1570,796	109,637	1680,434	560,145
S-4	0,5	5	37,306	7,948	45,255	15,085
		10	392,699	31,290	423,989	141,330
		15	392,699	57,208	449,907	149,969
	0,8	5	95,504	15,954	111,459	37,153
		10	1005,310	55,627	1060,937	353,646
		15	1005,310	91,533	1096,843	365,614
	1	5	149,226	20,232	169,458	56,486
		10	1570,796	76,487	1647,284	549,095
		15	1570,796	116,959	1687,756	562,585
S-5	0,5	5	13,744	8,409	22,153	7,384
		10	392,699	27,332	420,031	140,010
		15	392,699	62,675	455,374	151,791
	0,8	5	35,186	16,879	52,065	17,355
		10	1005,310	48,590	1053,900	351,300
		15	1005,310	100,280	1105,589	368,530
	1	5	54,978	21,405	76,383	25,461

Tabel 10. Persentase Kenaikan Daya Dukung Sondir terhadap Diameter 0,5 m

Titik Sondir	Kedalaman (m)	Diameter (m)	Qall (Ton)	Persentase Kenaikan Terhadap Dia. 0,5 m (%)
S1	5	0,5	10,273	0,00
		0,8	24,962	142,98
		1,0	37,573	265,75
	10	0,5	137,026	0,00
		0,8	345,994	152,50
		1,0	538,574	293,05
	15	0,5	143,309	0,00
		0,8	354,958	147,69
		1,0	548,969	283,07
S2	5	0,5	13,315	0,00
		0,8	32,877	146,91
		1,0	50,077	276,09
	10	0,5	140,262	0,00
		0,8	351,747	150,78
		1,0	546,484	289,62
	15	0,5	148,116	0,00
		0,8	362,649	144,84
		1,0	558,796	277,27
S3	5	0,5	25,557	0,00
		0,8	63,961	150,27
		1,0	98,374	284,92
	10	0,5	140,921	0,00
		0,8	352,920	150,44
		1,0	548,095	288,94
	15	0,5	148,775	0,00
		0,8	363,704	144,47
		1,0	560,145	276,50
S4	5	0,5	15,085	0,00
		0,8	37,153	146,29
		1,0	56,486	274,45
	10	0,5	141,330	0,00
		0,8	353,646	150,23
		1,0	549,095	288,52
	15	0,5	149,969	0,00
		0,8	365,614	143,79
		1,0	562,585	275,13
S5	5	0,5	7,384	0,00
		0,8	17,355	135,02
		1,0	25,461	244,79
	10	0,5	140,010	0,00
		0,8	351,300	150,91
		1,0	545,869	289,88
	15	0,5	151,791	0,00
		0,8	368,530	147,79
		1,0	566,310	273,08

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan daya dukung fondasi tiang bor tunggal di titik BH-1 dengan membandingkan daya dukung terhadap diameter 0,5 diperoleh nilai daya dukung optimum ada pada kedalaman 10 m dengan diameter 0,8 m.
2. Pada perhitungan daya dukung fondasi tiang bor tunggal di titik BH-2 diperoleh nilai daya dukung optimum ada pada kedalaman 10 m dengan diameter 0,8 m.
3. Nilai daya dukung optimum fondasi tiang bor tunggal berdasarkan data sondir dengan membandingkan nilai daya dukung terhadap diameter 0,5 adalah terdapat pada diameter 0,8 m dengan kedalaman 15 m untuk S1-S5, dengan nilai persentase kenaikan sebesar 147,69 % untuk S1, S2 sebesar 144,84 %, S3 sebesar 144,47 %, S4 sebesar 143,79 % dan S5 sebesar 142,79 %.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Winarti And K. I. Sari, "Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Beton Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Di Kabupaten Deli Serdang," *J. Tek. Sipil*, Vol. 1, No. 1, Pp. 44–50, 2022.
- [2] B. Kandey, "Tinjauan Perencanaan, Metode Pelaksanaan Serta Kebutuhan Material Pondasi Bore Pile Pada Proyek Pembangunan Gedung Balai Kesehatan Mata Masyarakat Di Kota Manado." Politeknik Negeri Manado, 2016.
- [3] A. Saputra And A. Firmanto, "Analisis Struktur Rumah Sakit Permata Cirebon," *J. Konstr. Dan Infrastruktur*, Vol. 6, No. 6, 2020.
- [4] K. Prayogo And H. Saptowati, "Penyelidikan Struktur Dan Karakteristik Tanah Untuk Desain Pondasi Iradiator Gamma Kapasitas 2 Mci," *J. Perangkat Nukl.*, Vol. 10, No. 1, 2017.
- [5] Z. F. Umari, B. Djohan, And A. Subaktio, "Desain Pondasi Dengan Menggunakan Batu Kali Pada Jalan Sekayu-Betung," *J. Tek. Sipil Univ. Tridianti Palembang*, Vol. 9, No. 2, Pp. 100–107, 2019.
- [6] A. R. Pratama, R. Respati, And N. A. Saputra, "Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dalam Berdasarkan Data Lapangan Di Desa Baringin Kota Palangka Raya: Analysis Of The Carrying Capacity Of Deep Foundation Soil Based On Field Result In Baringin Village, Palangka Raya City," *Media Ilm. Tek. Sipil*, Vol. 9, No. 1, Pp. 70–77, 2020.
- [7] R. I. Aldo, F. Achmad, And I. M. Patuti, "Mikro Zonasi Respon Spektrum Gempa Di Kabupaten Gorontalo Utara Untuk Kebutuhan Desain Bangunan Tahan Gempa," *Compos. J.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 16–31, 2022.
- [8] A. Mardhani And S. Jamal, "Inovasi Metode Kerja Pada Konstruksi Tiang Bor Beton Di Tanah Lunak Pada Penggantian Jembatan Sei Alalak," *J. Hpji (Himpunan Pengemb. Jalan Indones.)*, Vol. 7, No. 2, Pp. 107–124, 2021.

- [9] I. W. Jawat, P. P. T. Gita, And I. M. S. Dharmayoga, “Kajian Metoda Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi Bored Pile Pada Tahap Perencanaan Pelaksanaan,” *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, Vol. 9, No. 2, Pp. 126–142, 2020.
- [10] U. N. Fadilah And H. Tunafiah, “Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data N-Spt Menurut Rumus Reese&Wright Dan Penurunan,” *Ikra-Ith Teknol. J. Sains Dan Teknol.*, Vol. 2, No. 3, Pp. 7–13, 2018.
- [11] E. Mina, R. I. Kusuma, And M. F. Choliq, “Perencanaanpondasi Bored Pilepada Proyek Pembangunancentral Natural Gas (Studi Kasus Stasiun Gas Induk Pertamina Bitung-Tangerang),” *Fondasi J. Tek. Sipil*, Vol. 3, No. 1, Pp. 79–89, 2014.
- [12] A. Meivian, “Perancangan Struktur Bawah Gedung Operasional Pt. Marga Mandalasakti Dengan Bored Pile,” *J. Tek. Sipil Univ. Serang Raya*, Vol. 1, No. 1, Pp. 18–40, 2021.