

ANALISA DAYA DUKUNG PONDASI *BORED PILE* BERDASARKAN DATA SONDIR PADA PROYEK PEMBANGUNAN PASAR BARU PANYABUNGAN KABUPATEN MADINA

Jeprin Kharisimei Waruwu¹, Amir Hamzah²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Asahan
e-mail : ¹jeprinwaruwu71@gmail.com, ²amirhamzah12@gmail.com

ABSTRAK. Penelitian ini dipusatkan pada daya dukung tiang pondasi *bored pile*, dimana daya dukung pondasi *bored pile* terletak pada kuat dukung ujung tiang (*end bearing capacity*) dan kuat gesekan atau selimut (*friction bearing capacity*). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat dukung pondasi *bored pile* berdasarkan data sondir dan membandingkan hasil daya dukung tiang *bored pile*. Metode perhitungan yang digunakan adalah metode Aoki dan De Alencer dengan metode Phillipponat. Data yang digunakan adalah data sondir dengan jumlah tiga titik data sondir. Pada titik sondir (S-1) mempunyai kedalaman 1,60 meter, titik sondir (S-2) dengan kedalaman 2,00 meter dan pada titik sondir (S-3) mempunyai kedalaman 3,60 meter. Hasil perhitungan daya dukung tiang pondasi *bored pile* dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencer berdasarkan data sondir pada titik sondir (S-1) diperoleh $Q_u = 12,776$ ton, pada titik sondir (S-2) diperoleh $Q_u = 24,824$ ton dan pada titik sondir (S-3) diperoleh $Q_u = 29,740$ ton. Hasil perhitungan daya dukung tiang pondasi *bored pile* dengan menggunakan metode Phillipponat berdasarkan data sondir pada titik sondir (S-1) diperoleh $Q_u = 10,047$ ton, pada titik sondir (S-2) diperoleh $Q_u = 18,104$ ton dan pada titik sondir (S-3) diperoleh $Q_u = 25,265$ ton. Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang *bored pile* dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencer dan metode Phillipponat diketahui bahwa daya dukung tiang pondasi *bored pile* dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencer lebih besar dibandingkan dengan metode Phillipponat.

Kata kunci : pondasi *bored pile*, kapasitas daya dukung, sondir

ABSTRACT. This research is focused on the carrying capacity of the bored pile foundation, where the bearing capacity of the bore pile foundation lies in the end bearing capacity and friction bearing capacity. The purpose of this study is to determine the bearing strength of the bored pile foundation based on sondir data and compare the result of the carrying capacity of the bored pile. The calculation method used is the Aoki and De Alencer method with the Phillipponant method. The data used is sondir data with three data points sondir. The sondir point (S-1) has a depth of 1.60 mters, the sondir point (S-2) has a depth of 2.00 meters and the sondir point (S-3) has a depth of 3.60 meters. The results of the calculation of the carrying capacity of the bored pile foundation using the Aoki and De Alencer methods based on sondir data at the sondir point (S-1) obtained $Q_u = 12,776$ tons, at the sondir point (S-2) obtained $Q_u = 24,824$ tons, and at the sondir point (S-3) obtained $Q_u = 29,740$ tons. The results of the calculation of the carrying capacity of the bored pile foundation using the Phillipponant method based on sondir data at the sondir point (S-1) obtained $Q_u = 10,047$ tons, at the sondir point (S-2) obtained $Q_u = 18,104$ tons and at the sondir point (S-3) obtained $Q_u = 25,265$ tons. From the calculation of the carrying capacity of the bored pile foundation using the Aoki and De Alencer method and the Phillipponant method, it is known that carrying capacity of the bored pile foundation using the Aoki and De Alencer method is greater than the Phillipponant method.

Keywords : Bored pile foundation, bearing capacity, sondir

1. PENDAHULUAN

Salah satu upaya dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian di masyarakat adalah dengan adanya suatu tempat atau wadah yang dimana tempat atau wadah tersebut digunakan untuk bertemunya pembeli dan penjual dalam melakukan transaksi ekonomi. Pasar adalah salah satu tempat bertemunya penjual dan pembeli. Pembangunan pasar harus mempunyai letak yang strategis, letak yang strategis dapat mempercepat pertumbuhan ekonomi. Seiring berkembangnya zaman, pasar banyak mengalami perubahan terutama dari segi infrastruktur pembangunannya.

Salah satu faktor pembangunan pasar baru Panyabungan adalah meningkatnya jumlah pedagang dan pembeli sehingga pasar lama Panyabungan tidak cukup menampung jumlah penjual dan pembeli. Akibat dari kelebihan kapasitas tersebut banyak penjual yang berjualan di dekat jalan besar sehingga mengganggu arus lalu lintas di jalan besar Panyabungan, dan mengakibatkan ketidaknyamanan pengendara yang melintas di jalan besar Panyabungan.

Dalam mendirikan konstruksi bangunan gedung pasar baru Panyabungan, harus dilakukan penyelidikan tanah terlebih dahulu, dengan adanya penyelidikan tanah maka dapat diketahui daya dukung pondasi pada pembangunan gedung pasar baru Panyabungan.

Setelah mendapatkan hasil penyelidikan tanah maka kita dapat menentukan daya dukung tanah dan daya dukung pondasi serta dapat mendesain pondasi yang tepat untuk bangunan guna meminimalisir kegagalan dalam konstruksi bangunan gedung sebab pondasi adalah dasar dari sebuah konstruksi bangunan. Pemilihan pondasi untuk suatu bangunan memiliki syarat-syarat tertentu salah satunya adalah kekuatan daya dukung tanah dan beban-beban yang di teruskan ke pondasi.

Salah satu jenis pondasi dalam adalah pondasi *bored pile*. Pondasi *bored pile* merupakan pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu. *Bored pile* dipasang kedalam tanah setelah dilakukan pengeboran tanah terlebih dahulu, baru kemudian dimasukan tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton. Daya dukung pondasi *bored pile* terletak pada kuat dukung ujung tiang (*end bearing capacity*) dan kuat gesekan atau selimut (*friction bearing capacity*).

“Analisa Data Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kabupaten Tanah Laut” adalah menggunakan 3 metode salah satunya adalah metode philippont dengan hasil perhitungan kapasitas daya dukung ultimet pondasi *bore pile* pada data sondir (S1) 136,51 ton, pada data sondir (S2) 45,50 ton dan pada data sondir (S3) 45,02 ton [1].

“Analisa Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bored Pile di Jalan Sri Bangun Kecamatan Kota Bangun Kabupaten Kutai Kartanegara” dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencer untuk menghitung daya dukung pondasi *bored pile*, hasil perhitungannya adalah pada perhitungan pada titik pertama sondir (S-1) daya dukung pondasi *bored pile* sebesar 10,513 ton, pada sondir titik kedua (S-2) daya dukung pondasi *bored pile* sebesar 10,765 dan pada sondir titik ketiga (S-3) daya dukung pondasi *bored pile* sebesar 10,413 ton [2].

Latar belakang inilah yang akhirnya mendorong penulis untuk mengangkat judul “Analisa Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabung Kabupaten Madina”

2. TINJAUAN PUSTAKA

1. UMUM

Semua konstruksi yang direkayasa untuk betumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi. Pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan beratnya sendiri kepada kedalam tanah dan batuan yang terletak dibawahnya.

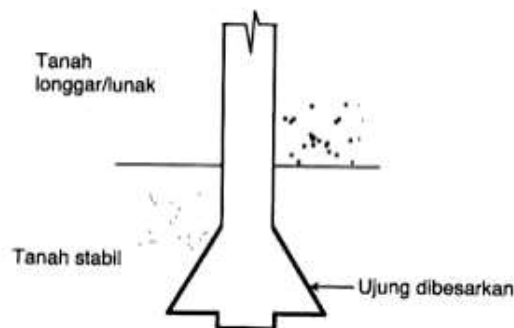
“Tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok/dinding penahan tanah [3]”.

Tuntutan ketelitian penyelidikan tanah tergantung dari besarnya beban bangunan, tinggi keamanan yang diinginkan, kondisi lapisan tanah, dan dana yang tersedia untuk penyelidikan. Oleh karena itu, untuk bangunan-bangunan sederhana atau ringan, kadang-kadang tidak dibutuhkan penyelidikan tanah, karena kondisi tanahnya dapat diketahui berdasarkan pengalaman setempat. Tujuan penyelidikan tanah [4]:

1. Menentukan daya dukung tanah menurut tipe pondasi yang dipilih
2. Menentukan tipe dan kedalaman pondasi
3. Untuk mengetahui posisi muka air tanah
4. Untuk meramalkan besarnya penurunan
5. Menentukan besarnya tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah atau pangkal jembatan
6. Menyelidiki keamanan suatu struktur bila penyelidikan dilakukan pada bangunan yang telah ada sebelumnya
7. Pada proyek jalan dan irigasi, penyelidikan tanah berguna untuk menentukan letak letak saluran, gorong-gorong, penentuan lokasi dan macam bahan timbunan.

Isitilah *struktur-atas* umumnya dipakai untuk menjelaskan bagian system yang direkayasa yang membawa beban kepada pondasi atau struktur bawah. Isitilah struktur atas mempunyai arti khusus untk bangunan-bangunan dan jembatan jembatan; akan tetapi, pondasi tersebut dapat juga hanya menopang mesin-mesin, mendukung peralatan industrial (pipa, menara dan tangki), bertindak sebagai alas untuk papan iklan dan sejenisnya. Karena dari system rekayasa komponen-komponen pendukung beban yang mempunyai bidang antara (*interfacing*) terhadap tanah.

Pondasi *bored pile* adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dahulu. *Bored pile* dipasang kedalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian dimasukan tulangan yang telah dirangkai dan dicor beton. Tiang ini, bila dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, maka kemungkinan untuk membentuk lubang bor yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa selubung dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang (**Gambar 1**)



Sumber : Analisis dan Perencanaan Fondasi II [5]

Gambar 1. Tampang Tiang Bor Dengan Pembesaran Ujung

2. Kapasitas dukung tiang dari uji kerucut statis (cone penetration test, cpt)

Kapasitas dukung ultimit neto (Q_u), dihitung dengan persamaan umum:

$$Q_u = Q_b + Q_s = A_b f_b + A_s f_s - W_p \dots\dots\dots(2.1)$$

Dengan,

A_b = Luas ujung bawah tiang

A_s = Luas selimut tiang

f_b = Tahanan ujung satuan tiang

f_s = Tahanan gesek satuan tiang

W_p = Berat tiang

Metode Aoki dan De Alencer

Kapasitas kuat dukung ultimit pondasi *bore pile* dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_u = (q_b \times A_b) \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung *bore pile* (kN)

q_b = Tahanan ujung sondir (kN/m²)

A_b = Luas penampang tiang (m²)

Aoki dan Alencer mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data sondir.

Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b) diperoleh sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}(\text{base})}{F_b} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

$q_{ca}(\text{base})$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D di atas ujung tiang, 1,5D di bawah ujung tiang

F_b = Faktor empirik yang tergantung pada tipe tanah.

Tabel 1. Faktor Empirik F_b

Tipe Tiang Pancang	F_b
<i>Bored pile</i>	3,5
Baja	1,75
Beton Pratekan	1,75

Sumber : *Buku Teknik Sipil* [6]

Metode Philipponant

Untuk menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p) dengan metode Philiponant adalah :

$$Q_p = \frac{qp \times Ap}{3} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$qp = \alpha p \times Rp \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan:

Q_p = Daya dukung ujung tiang

R_p = nilai konus rata-rata sepanjang 3D diatas tiang dan 3D dibawah tiang

A_p = Luas penampang tiang

3 = Safety Faktor

αp = Koefisien

Tabel 2. Harga Koefisien αp

Jenis Tanah	αp
Lempung dan kapur	0.5
Lanau	0.45
Pasir	0.40
Kerikil	0.35

Sumber : *Buku Teknik Sipil* [6]

Mencari daya dukung selimut (Q_s) :

$$Q_s = \frac{P}{3} \times JHP \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan :

P = Keliling tiang

3 = Safety Faktor

JHP = Jumlah hambatan pelekat

Mencari daya dukung ultimit pondasi *bore pile* (Q_s) :

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p \dots\dots\dots(2.7)$$

Dengan :

Q_{ult} = Kapasitas dukung ultimit (ton)

Q_p = Daya dukung ujung tiang

Q_s = Daya dukung selimut

Faktor aman *Bored Pile*

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor aman

tertentu.

Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter $d < 2$ m dapat menggunakan persamaan (2.8):

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5} \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk tiang tanpa pembesaran di bagian bawahnya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2.9) :

$$Q_a = \frac{Q_u}{2} \dots\dots\dots(2.9)$$

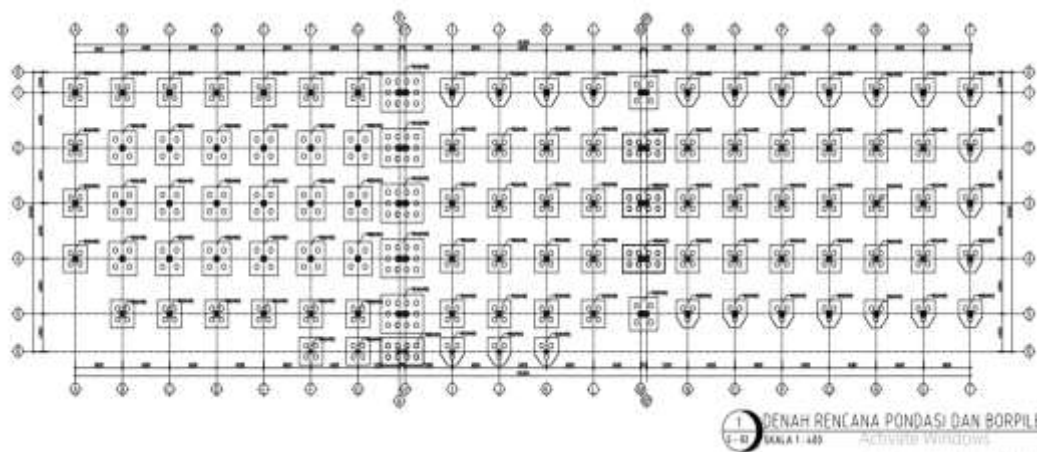
3. METODOLOGI PENELITIAN

1 Tempat penelitian

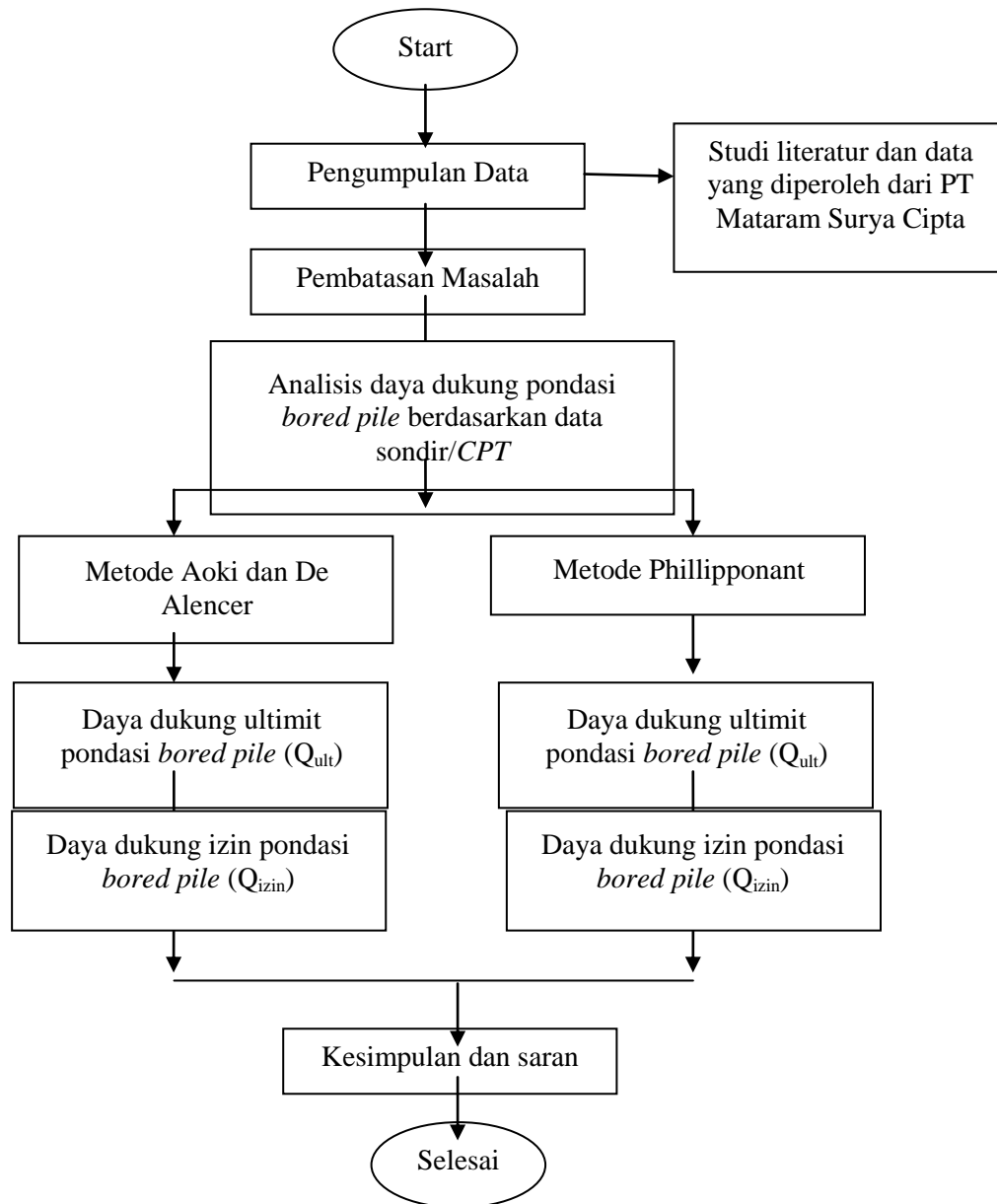
Penelitian ini dilakukan di kecamatan Panyabungan kabupaten Madina, tepatnya pada proyek pembangunan pasar baru di jalan wiliiam iskandar.

2 Data Teknis

Bentuk <i>bored pile</i>	:	Bulat
Mutu beton	:	K-350 Mpa
Panjang <i>bore pile</i>	:	4000 mm
Diameter <i>bore pile</i>	:	400 mm
Jumlah titik penyondiran	:	3 titik
Pondasi yang ditinjau	:	A-1



Bagan Alir penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. ANALISIS PERHITUNGAN

1. Perhitungan Daya Dukung pondasi *Bore Pile* berdasarkan data sondir dengan metode Aoki dan De Alencar pada Titik Sondir S1

Data *bore pile* :

Diameter (D) : 40 cm

Luas penampang *bored pile* : $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$

Luas penampang *bored pile* : $\frac{1}{4} \times 3,14 \times 40^2$

Luas penampang *bored pile* : 1256 cm²

a. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (q_b)

Untuk menghitung kapasitas dukung ujung tiang persatuan luas (q_b) digunakan rumus persamaan (2.3) sebagai berikut :

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b}$$

$q_{ca}(base)$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D diatas ujung tiang dan 1,5D dibawah ujung tiang.

$q_{c1}(base)$ = 1,5D dibawah ujung tiang

$q_{c1}(base)$ = L-1,5 x 0,4

$q_{c1}(base)$ = 1,6-(1,5x0,4)

$q_{c1}(base)$ = 1 m

$$q_{c1}(base) = \frac{11+170+205}{3}$$

$q_{c1}(base)$ = 128,66 kg/cm²

$q_{c2}(base)$ = 1,5D diatas ujung tiang

$q_{c2}(base)$ = L-1,5 x 0,4

$q_{c2}(base)$ = 1-(1,5x0,4)

$q_{c1}(base)$ = 0,4 m

$$q_{c2}(base) = \frac{17+12+12+14}{4}$$

$q_{c2}(base)$ = 13,75 kg/cm²

$$q_{ca}(base) = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2}$$

$$q_{ca}(base) = \frac{128,66 + 13,75}{2}$$

$$q_{ca}(base) = 71,205 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b}$$

F_b = Nilai F_b *bore pile* = 3,5 diperoleh dari Tabel 2

$$q_b = \frac{q_{ca}(base)}{F_b}$$

$$q_b = \frac{71,205}{3,5}$$

$$q_b = 20,344 \text{ kg/cm}^2$$

b. Daya dukung ultimate pondasi *bored pile*

Untuk menghitung daya dukung ultimate *bored pile* digunakan persamaan (2.2) sebagai berikut :

$$Q_{ult} = q_b \times A_p$$

$$Q_{ult} = 20,344 \times 1256$$

$$Q_{ult} = 25.552,064 \text{ kg}$$

$$Q_{ult} = 25,552 \text{ Ton}$$

c. Daya dukung izin pondasi *bored pile* (Q_{izin})

Untuk menghitung daya dukung izin pondasi *bored pile* digunakan persamaan (2.9) sebagai berikut :

$$Q_a = \frac{q_u}{2}$$

$$Q_a = \frac{25,552}{2}$$

$$Q_a = 12,776 \text{ Ton}$$

Tabel 3. Rekapitulasi hasil perhitungan Perhitungan Daya Dukung pondasi *Bored Pile* berdasarkan data sondir dengan metode Aoki dan De Alencar

Titik Sondir	q_b	Q_{ult}	Q_{izin}
S-1	20,344 kg/cm ²	25,552 ton	12,776 ton
S-2	39,53 kg/cm ²	49,649 ton	24,824 ton
S-3	47,357 kg/cm ²	59,48 ton	29,74 ton

Sumber : Hasil perhitungan

2. Perhitungan Daya Dukung pondasi *Bore Pile* berdasarkan data sondir dengan metode Phillipponant Titik Sondir S-1

a. Menghitung daya dukung ujung tiang (Q_p)

Untuk menghitung daya dukung ujung tiang digunakan persamaan (2.4) sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{qp \times Ap}{3}$$

$$qp = \alpha p \times Rp$$

$$Rp_1 = 3d \text{ diatas tiang}$$

$$Rp_1 = L - 3D$$

$$Rp_1 = 1,6 - (3 \times 0,4)$$

$$Rp_1 = 0,4$$

Maka nilai q_c yang diambil pada data sondir S1 adalah 0,4 m – 1,6 m

$$Rp_1 = \frac{17 + 12 + 12 + 14 + 11 + 170 + 205}{7}$$

$$Rp_1 = 63 \text{ kg/cm}^2$$

$$Rp_2 = 3d \text{ diatas tiang}$$

$$Rp_2 = L - 3D$$

$$Rp_2 = 0,4 - (3 \times 0,4)$$

$$Rp_2 = 0$$

Maka nilai q_c yang diambil pada data sondir S1 adalah 0 m – 0,4 m

$$Rp_2 = \frac{13 + 17 + 0}{3}$$

$$Rp_2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

$$Rp = \frac{Rp_1 + Rp_2}{2}$$

$$Rp = \frac{63 + 10}{2}$$

$$Rp = 36,5 \text{ kg/cm}^2$$

$$qp = \alpha p \times Rp$$

Nilai $\alpha p = 0,4$ diperoleh dari **Tabel 2.2**

$$qp = \alpha p \times Rp$$

$$qp = 0,4 \times 36,5$$

$$qp = 14,6$$

Maka daya dukung ujung tiang (Q_p) adalah

$$Q_p = \frac{qp \times Ap}{3}$$

$$Q_p = \frac{14,6 \times 1256}{3}$$

$$Q_p = 6,112 \text{ Ton}$$

b. Menghitung daya dukung selimut (Q_s)

Untuk menghitung daya dukung selimut digunakan persamaan (2.6) sebagai berikut :

$$Q_s = \frac{P}{3} \times JHP$$

$$Q_s = \frac{\pi \times D}{3} \times JHP$$

$$Q_s = \frac{3,14 \times 40}{3} \times 94$$

$$Q_s = 3,935 \text{ Ton}$$

c. Menghitung daya dukung ultimat pondasi *bored pile* (Q_{ult})

Untuk menghitung daya dukung ultimate pondasi *bored pile* digunakan persamaan (2.7) sebagai berikut :

$$Q_{ult} = Q_s + Q_p$$

$$Q_{ult} = 3,935 + 6,112$$

$$Q_{ult} = 10,047 \text{ Ton}$$

Tabel 4. Rekapitulasi hasil perhitungan Perhitungan Daya Dukung pondasi *Bored Pile* berdasarkan data sondir dengan metode Phillipponant

Titik			
Sondir	Q_p	Q_s	Q_{ult}
S-1	6,112 ton	3,935 ton	10,047 ton
S-2	16,43 ton	1,674 ton	18,104 ton
S-3	21,33 ton	3,935 ton	25,265 ton

Sumber : Hasil perhitungan

3. Perbandingan perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* berdasarkan data sondir dengan metode Aoki dan De Alencer dengan metode Philipponant

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas daya dukung pondasi *bored pile* dengan metode Aoki dan De Alencer dengan metode Philipponant adalah sebagai berikut yang di sajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Perhitungan Kapasitas Daya Dukung Pondasi *Bored Pile* Metode Aoki dan De Alencer dan dengan Metode Philipponant.

Metode	Sondir S1	Sondir S2	Sondir S3
Aoki dan De Alencer	12,776 Ton	24,824 Ton	29,740 Ton
Philipponant	10,047 Ton	18,104 Ton	25,265 Ton

Sumber : Hasil Perhitungan

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya kapasitas daya dukung *bored pile* dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencer pada titik sondir S1 diperoleh 12,776 ton, pada titik sondir S2 diperoleh 24,824 ton dan pada titik sondir S3 diperoleh 29,740 ton
2. Besarnya kapasitas daya dukung *bored pile* dengan menggunakan metode Phillipponant pada titik sondir S1 diperoleh 10,047 ton, pada titik sondir S2 diperoleh 18,104 ton dan pada titik sondir S3 diperoleh 25,265 ton
3. Perbandingan kedua metode tersebut adalah dengan menggunakan perhitungan metode Aoki dan De Alencer lebih besar kapasitas ultimitnya dibandingkan dengan metode Phillipponant.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hakim, F. A. (2020). "*Analisi Daya Dukung Pondasi Bored Pile Berdasarkan Data Sondir Pada Proyek Pembangunan Instalasi Ibu Kota Kecamatan (IKK) Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM)*," Kalimantan.
- [2] Nur, M. S., & Widiyanti, K. I. (2020). "*Analisis Perhitungan Daya Dukung Pondasi Bore Pile di Jalan Sri Bangun Kecamatan Kota Bangun Kabupaten Kutai*," Balikpapan: TEKNIKA.
- [3] Sosrodarsono, S. (1980). "*Mekanikan Tanah dan Teknik Pondasi*," Jakarta: PT Pandnya Paramita.
- [4] Hardiyatmo, H. C. (1996). "*Teknik Pondasi I*," Jakarta: Gramedia.
- [5] Hardiyatmo, H. C. (2015). "*Analisis dan Perencanaan Fondasi II*," Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [6] KH, V. S. (1884). "*Buku Teknik Sipi*," Bandung: Nova.