



Analisis Penggunaan Pondasi *Bored Pile* Terhadap Pembangunan Gedung Puskesmas Kajeung Kecamatan Sungai Mas Kabupaten Aceh Barat

Riggi sugiarto¹⁾, Rahmat Djamaluddin²⁾, Dewi Purnama Sari³⁾
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar,
Meulaboh, 23615, Indonesia

Email : leriggi51@gmail.com, rahmatdjamaluddin@utu.ac.id, dewipurnamasari@utu.ac.id

Abstrak

Secara geografis, tempat didirikannya gedung Puskesmas Kajeung merupakan area pegunungan. Area tersebut merupakan area yang rawan terhadap longsor, oleh sebab itu salah satu hal terpenting dalam merencanakan sebuah konstruksi gedung adalah merencanakan pondasinya. Puskesmas Kajeung telah dibangun 1 lantai dengan luas 794,448 m² dibangun tahun 2021. Hasil uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT) dilapangan diperoleh kondisi tanah keras pada kedalaman 12 meter, karena tanah keras berada pada kedalaman lebih dari 3 meter, maka pembangunan gedung Puskesmas Kajeung menggunakan pondasi dalam yaitu *bored pile*. Penelitian dilakukan untuk mengetahui daya dukung pondasi *bored pile* dan kelayakan penggunaan pondasi *bored pile* terhadap pembangunan gedung Puskesmas Kajeung. Data-data perhitungan diperoleh dari CV. Brosis Indobeta Consultant. Dalam pembangunannya pondasi *bored pile* yang digunakan pada gedung Puskesmas Kajeung berdiameter 30 cm dengan Panjang 12 m. Data pembebanan gedung puskesmas kajeung diperoleh pertitik dan diambil data dengan beban terbesar yang berada pada titik B1, B2 dan B5. Dari hasil Perhitungan diperoleh nilai daya dukung pondasi *bored pile* menggunakan metode schmertmann dan nottingham sebesar 673,008 KN dan menggunakan metode meyerhof sebesar 538,357 KN. Maka dengan beban gedung Puskesmas Kajeung pada titik B1 = 156,98 KN, B2 = 292,54 KN dan B5 = 371,66 KN dapat disimpulkan bahwa pondasi *bored pile* pada pembangunan gedung Puskesmas Kajeung mampu menahan beban gedung Puskesmas Kajeung serta layak dan aman untuk dijadikan pondasi gedung Puskesmas Kajeung.

Kata Kunci : *bored pile*, daya dukung, Pondasi, sondir, puskesmas kajeung.

1. Latar Belakang

Secara geografis, tempat didirikannya gedung Puskesmas Kajeung merupakan area pegunungan. Dimana area tersebut merupakan area yang rawan terhadap longsor. Salah satu bagian penting pada perencanaan konstruksi bangunan gedung ialah perencanaan pondasi. Pondasi merupakan sebuah komponen struktur terendah dari konstruksi bangunan untuk mendukung dan menyalurkan beban-beban yang ada pada bangunan ketanah atau bebatuan yang berada dibawahnya [1].

Dalam Pembangunannya, gedung Puskesmas Kajeung ini telah dibangun 1 lantai dengan luas 794,448 m² Pada saat perencanaannya gedung Puskesmas Kajeung dapat dibangun dengan menggunakan pondasi dangkal maupun pondasi dalam tergantung dari hasil penyelidikan tanah dilokasi. Penyelidikan tanah dilapangan dilakukan melalui uji sondir atau *Cone Penetration Test* (CPT). Di Indonesia Penetrometer statis dikenal dengan sebutan alat sondir Belanda (*Dutch penetrometer* atau *Dutch deepsounding apparatus*) atau disebut juga percobaan penetrasi kerucut (*Cone Penetration Test* = CPT).

Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (q_c) dan hambatan lekat (f_s) tanah [2]. Pengujian dilapangan dilakukan untuk mendapatkan nilai lapisan-lapisan tanah berdasarkan perlawanan ujung konus, perlawanan geser dan daya lekat tanah di setiap kedalaman pada alat sondir [3]. Dari hasil uji sondir dilapangan diperoleh kondisi tanah keras pada kedalaman 12 meter. Karena tanah keras berada pada kedalaman lebih dari 3 meter, maka pembangunan gedung Puskesmas Kajeung menggunakan pondasi dalam yaitu *bored pile*.

Pondasi *bored pile* merupakan pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan plat *cassing* lalu dicor beton [4]. Daya dukung pondasi *bored pile* diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) [5]. Daya dukung ujung merupakan kemampuan tiang untuk meneruskan beban melalui tahanan ujung ke lapisan tanah keras untuk memikul beban yang di terima oleh tiang pancang, sedangkan daya dukung geser merupakan daya dukung yang kapasitas dukungnya lebih di tentukan oleh perlawanan gesek antara dinding tiang dengan tanah disekitarnya [6].

Analisis daya dukung tanah ditentukan dari daya dukung ultimate dibagi faktor aman dan dilakukan dengan pendekatan empiris untuk memudahkan perhitungan [7].

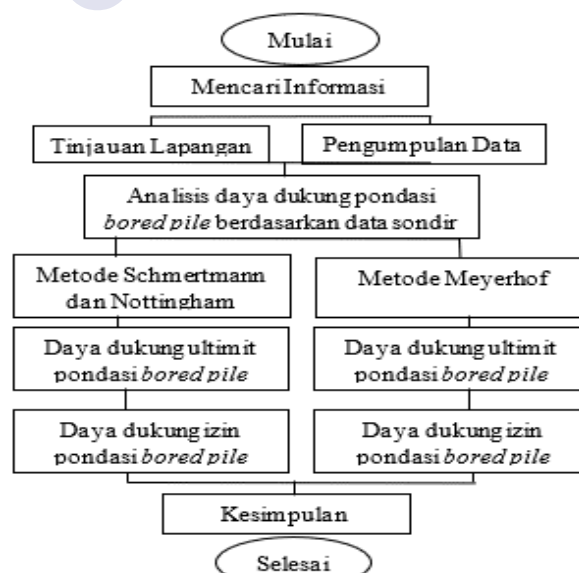
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dukung pondasi *bored pile* dan kelayakan penggunaan pondasi *bored pile* pada pembangunan Gedung Puskesmas Kajeung.

2. Metode Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kecamatan Sungai Mas Kabupaten Aceh Barat, yaitu pada proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Kajeung.

2.2. Tahapan Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

2.3. Metode Pengolahan Data

Perhitungan dilakukan dengan 2 metode yaitu menggunakan metode schmertmann dan nottingham dan menggunakan metode meyerhof.

2.3.1 Metode Schmertmann dan Nottingham (1975)

Metode ini merumuskan perlawanan konus rata-rata 8D diatas ujung tiang dan 0,7 D - 4D dibawah ujung tiang 8], dengan persamaan daya dukung ujung tiang sebagai berikut :

$$Q_p = \frac{qc_1 + qc_2}{2} A_p \quad (1)$$

Dimana :

Q_p = Daya dukung ujung tiang;

qc_1 = nilai qc rata-rata 0,7D -4D dibawah ujung tiang

qc_2 = nilai qc rata-rata 8D diatas ujung tiang

A_p = Luas penampang tiang (m^2).

$$f_s = k_f \cdot q_f \quad (2)$$

Dimana :

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm^2)

q_f = Tahanan gesek sisi konus (kg/cm)

K_f = Koefisien tak berdimensi

2.3.2 Metode Meyerhof (2009)

Untuk penyelidikan tanah menggunakan *Cone Penetration Test* (CPT), maka metode ini merumuskan perlawanan konus rata-rata 4D diatas ujung tiang dan 1D dibawah ujung tiang [9], dengan persamaan daya dukung ujung tiang sebagai berikut :

$$Q_{ult} = q_c \times A + T_F \times K_t \quad (3)$$

Dimana :

Q_{ult} = Daya dukung ultimit

q_c = Tahanan ujung sondir

A = Luas penampang tiang

T_F = Jumlah hambatan lekat

K_t = Keliling tiang

Untuk tiang *bored pile*, Meyerhoff menyarankan untuk menggunakan faktor reduksi 70% dan 50% dalam menghitung tahanan gesek tiang dengan menggunakan persamaan (3).

$$f_s = K_f \cdot q_f \text{ dengan } K_f = 1 \quad (4)$$

Dimana:

f_s = Tahanan gesek satuan (kg/cm)

K_2 = Koefisien modifikasi tahanan gesek sisi konus

K_c = Koefisien modifikasi tahanan konus

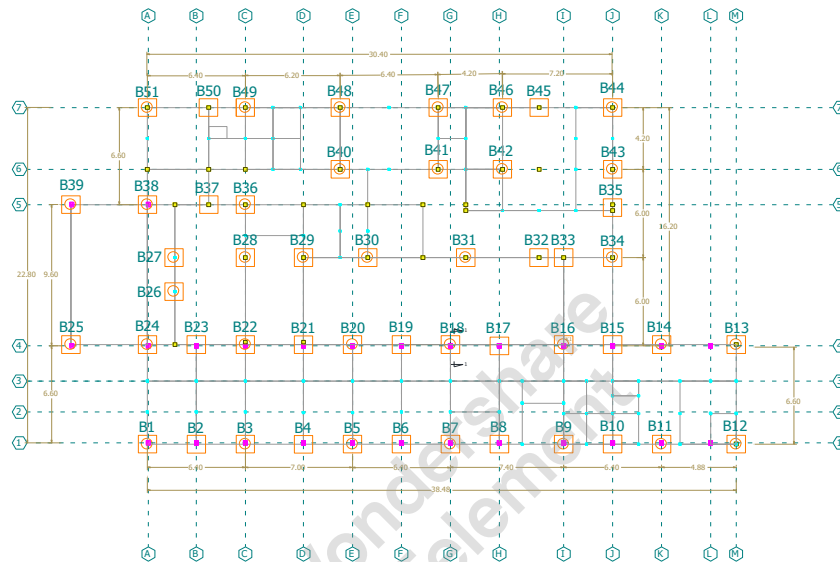
Dari kedua metode. tersebut dilihat kelayakan pondasi *bored pile* pada pembangunan gedung Puskesmas Kajeung terhadap beban bangunan gedung Puskesmas Kajeung yang diterima oleh pondasi tersebut.

Adapun data-data perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* pada proyek Pembangunan Gedung Puskesmas Kajeung diperoleh dari CV. Brosis Indobeta Consultant.

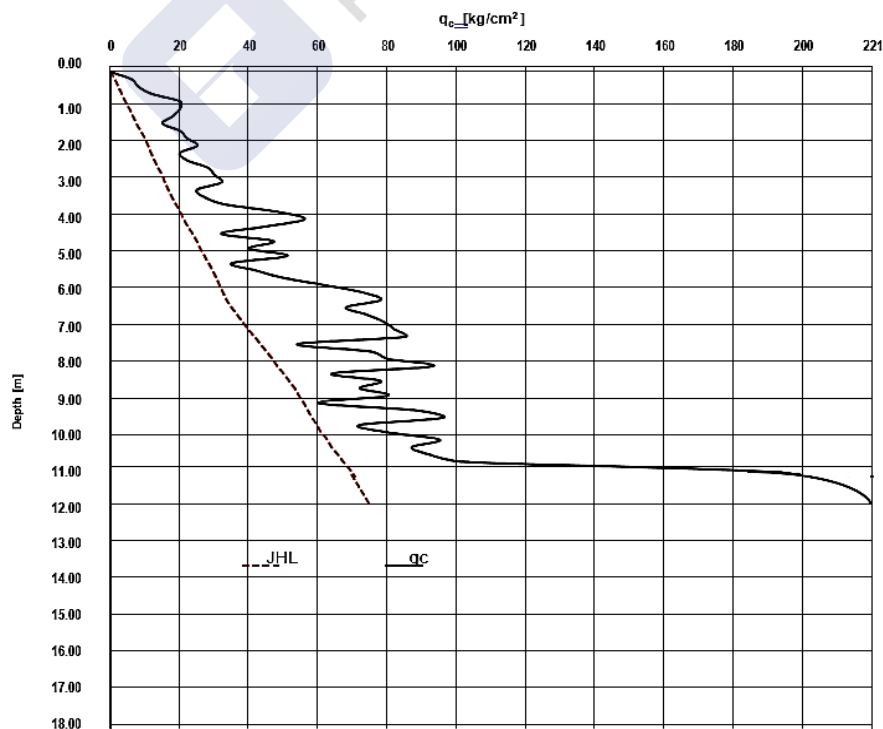
Data yang dikumpulkan berupa :

a. Data kualitatif,

Data Kualitatif merupakan suatu data yang berbentuk kata, skema, dan gambar [8]. Data kualitatif didapat melalui suatu proses menggunakan teknik analisis yang mendalam dan tidak bisa diperoleh secara langsung.



Gambar 2. Denah pondasi *bored pile* Puskesmas Kajeung
(Sumber : CV. Brosis Indobeta Consultant, 2021)



Gambar 3. Grafik hasil pengujian sondir (CPT)
(Sumber : CV. Brosis Indobeta Consultant, 2021)

b. Data kuantitatif, yaitu

Data kuantitatif merupakan suatu data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan [10]. Berdasarkan angka-angka tersebut perhitungan secara kuantitatif dapat dilakukan untuk menghasilkan suatu kesimpulan.

Data pembebanan gedung puskesmas kajeung diperoleh pertitik dan diambil data dengan beban terbesar yang berada pada titik B1, B2 dan B5.

Tabel 1. Data pembebanan terbesar gedung puskesmas kajeung

No	Titik	Pembebanan gedung (KN)	Berat atap (KN)	Total (KN)
1	B1	136,80	20,18	156,98
2	B2	272,36	20,18	292,54
3	B5	351,48	20,18	371,66

3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan data sondir lapangan, diperoleh kedalaman tiang rencana $h = 12$ meter dengan nilai kapasitas dukung pada ujung tiang (q_c) = 100 kg/cm². Adapun pada pelaksanaannya dilapangan pondasi *bored pile* dibuat sesuai dengan perencanaan yaitu dengan kedalaman 12 m dan berdiameter 30 cm.

Data *Bored Pile* :

- Kedalaman : 12 m
- Diameter (D) : 30 cm
- Luas Penampang *Bored Pile*
 $= \frac{1}{4} \times \pi D^2$
 $= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 30^2$
 $= 706,5 \text{ cm}^2$

a. Metode schmertmann dan nottingham

1. Kedalaman 8D diatas ujung tiang

$8D = 8 \times 30 \text{ cm} = 240 = 2,4 \text{ m}$, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Tahanan konus rata-rata 8D diatas ujung tiang.

No.	Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)
1	8,4	78
2	8,6	72
3	8,8	80
4	9,0	60
5	9,2	88
6	9,4	96
7	9,6	72
8	9,8	80
9	10,0	95
10	10,2	87
11	10,4	92

(Sumber : CV.
Brosis Indobeta
Consutant, 2021)

$$\begin{aligned}
 qc1 &= \frac{\begin{array}{ccc} 12 & 10,6 & 102 \\ 13 & 10,8 & 172 \end{array}}{78+72+80+60+88+96+72+80+95+87+92+102+172} \\
 &= 90,307 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

2. Kedalaman 4D dibawah ujung tiang
4D = 4 x 30 cm = 120 = 1,2 m, maka diperloeh data sebagai berikut :

Tabel 2. Tahanan konus rata-rata 4D dbawah ujung tiang

No.	Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)
1	10,8	172
2	11,0	220
3	11,2	205
4	11,4	211
5	11,6	207
6	11,8	216
7	12,0	221

(Sumber : CV. Brosis Indobeta Consutant, 2021)

$$\begin{aligned}
 qc2 &= \frac{172+220+205+211+207+216+221}{7} \\
 &= 207,428 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

3. Tahanan ujung kerucut rata-rata

$$\begin{aligned}
 qca &= \frac{90,307+207,428}{2} \\
 &= 148,867 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 14886,7 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

4. Tahanan ujung tiang

$$\begin{aligned}
 fb &= \omega qca \leq 150 \text{ kg/cm}^2 (15000 \text{ KN/m}^2) \\
 \text{Asumsi pasir terkonsolidasi normal (OCR} &= 1), \text{ maka nilai faktor} \\
 \omega &= 1 \\
 fb &= 1 \times 148,867 = 148,867, \text{ kg/cm}^2 \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \\
 Qb &= Ab \cdot fb \\
 &= \frac{1}{4} \pi (30)^2 \times 148,867 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 105174,535 \text{ kg} \\
 &= 1051,74 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

5. Tahanan gesek

$$\begin{aligned}
 Q_s &= A_s \cdot f_s \\
 A_s &= \pi \cdot d \cdot L \\
 &= 3,14 \cdot (0,3) \cdot 12 \\
 &= 11,304 \text{ m}^2 \\
 f_s &= k_f \cdot q_f
 \end{aligned}$$

Nilai $k_f = 0,9$

Dan q_f = diambil rata-rata table sondir = 0.64

$$f_s = 0,9 \times 0,64 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 0,576 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 57,6 \text{ KN/m}^2$$

$$Q_s = 11,304 \times 57,6$$

$$= 651,11 \text{ KN}$$

6. Kuat dukung ultimit

$$Q_u = Q_b + Q_s$$

$$= 1031,41 + 651,11$$

$$= 1682,52 \text{ KN}$$

Dengan menggunakan faktor aman $F = 2,5$ diperoleh kapasitas daya dukung ijin pondasi *bored pile* :

$$q_i = 1682,5 / 2,5 = 673,008 \text{ KN}$$

b. Metode Meyerhof

Metode ini mendefinisikan perlawanan konus rata-rata 1D dibawah ujung tiang dan 4D diatas ujung tiang.

Data *Bored Pile* :

- Diameter (D) : 30 cm
- Luas Penampang *Bored Pile* = $\frac{1}{4} \times \pi D^2$
- Luas Penampang *Bored Pile* = $\frac{1}{4} \times 3,14^2$
- Luas Penampang *Bored Pile* = 706,5 cm²

1. Kedalaman 1D dibawah ujung tiang.

4D = 1 x 30 cm = 30 = 0,3 m, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3. Tahanan konus rata-rata 1D dibawah ujung tiang.

No.	Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)
1	11,7	212
2	11,8	216
3	12,0	221

(Sumber : CV. Brosis Indobeta Consutant, 2021)

$$qc1 = \frac{212+216+221}{3}$$

$$= 216,333 \text{ kg/cm}^2$$

2. Kedalaman 4D diatas ujung tiang.

4D = 4 x 30 cm = 120 = 1,2 m, maka diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 4. Tahanan konus rata-rata 4D diatas ujung tiang.

No.	Kedalaman (m)	qc (kg/cm ²)
1	10,5	97
2	10,6	102
3	10,8	172
4	11,0	220
5	11,2	205
6	11,4	211
7	11,6	207
8	11,7	212

(Sumber : CV. Brosis Indobeta Consutant, 2021)

$$Q_{c2} = \frac{97+102+172+220+205+211+207+212}{8}$$

$$= 178,250 \text{ kg/cm}^2$$

3. Tahanan ujung persatuan luas

$$q_{ca} = \frac{216,333+178,250}{2}$$

$$= 197,291 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 19347,64 \text{ KN/m}^2$$

Untuk $d = 0,3 \text{ m} < 0,5 \text{ m}$ dan $L > 10d$, maka nilai ω_1 dan $\omega_2 = 1$

$$f_b = \omega_1 \cdot \omega_2 \cdot q_{ca}$$

$$= 1 \cdot 1 \cdot 19347,64$$

$$= 19347,64 \text{ KN/m}^2$$

Untuk nilai bor diambil, nilai f_b sebesar 70%

$$f_b = 70\% \cdot 19347,64$$

$$= 13543,348 \text{ KN/m}^2$$

4. Tahanan ujung tiang

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

$$= \frac{1}{4} \pi (0,3)^2 \times 13543,348 \text{ KN/m}^2$$

$$= 956,838 \text{ KN}$$

5. Tahanan gesek

$$Q_s = A_s \cdot f_s$$

$$A_s = \pi \cdot d \cdot L$$

$$= 3,14 \cdot (0,3) \cdot 12$$

$$= 11,304 \text{ m}^2$$

$$f_s = k_c \cdot q_c \longrightarrow \text{nilai } k_c = 0,005$$

$$f_{s1} = 0,005 \times 27$$

$$= 0,135 \text{ kg/cm}^2 = 13,5 \text{ kPa}$$

$$f_{s2} = 0,005 \times 68,33$$

$$= 0,342 \text{ kg/cm}^2 = 34,2 \text{ kPa}$$

$$f_{s3} = 0,005 \times 139$$

$$= 0,695 \text{ kg/cm}^2 = 69,5 \text{ kPa}$$

$$Q_s = (\pi \times 0,3 \times (5-0) \times 13,5) + (\pi \times 0,3 \times (9-5) \times 34,2) +$$

$$(\pi \times 0,3 \times (12-9) \times 69,5)$$

$$= 389,054 \text{ KN}$$

6. Kuat dukung ultimit

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= 956,838 + 389,054 \\ &= 1345,892 \text{ KN} \end{aligned}$$

Dengan menggunakan faktor aman $F = 2,5$, diperoleh kapasitas daya dukung ijin pondasi *bored pile*

$$q_i = 1345,892 / 2,5 = 538,357 \text{ KN}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh daya dukung pondasi *bored pile* terhadap gedung Puskesmas Kajeung dengan menggunakan metode schmertmann dan nottingham yaitu sebesar 673,008 KN dan metode meyerhof sebesar 538,357 KN. Maka dengan beban gedung Puskesmas Kajeung pada titik B1 = 156,98 KN, B2 = 292,54 KN dan B5 = 371,66 KN dapat disimpulkan bahwa pondasi *bored pile* mampu menahan beban Gedung Puskesmas Kajeung serta layak dan aman untuk dijadikan pondasi Gedung Pukesmas Kajeung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bowles, J.E. 1997. *Analisis dan Desain Fondasi I*, Edisi Keempat. Jakarta: Erlangga.
- [2] Ginting, E.S. (2014). *Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Dengan Metode Elemen Hingga Pada Proyek Fly Over Jamin Ginting Medan*. Medan : Universitas Sumatra Utara
- [3] Supriyanto, E. 2017. *Cone Penetration Test Sounding For Bearing Capacity Of Shallow and Deep Foundation*. Denpasar.
- [4] Hardiyatmo HC. 2015. *Analisis dan Perancangan Pondasi II*. Edisi Ketiga. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- [5] Harahap, D.J. (2012). *Analisis Perbandingan Daya Dukung Antara Hasil Loading Test Bore Pile Diameter Satu Meter Tunggal Dari Jembatan Fly Over Amplas Dengan Metode Elemen Hingga*. Medan : Universitas Sumatra Utara
- [6] Hardiyatmo, Hary Cristadi. 2002. *Mekanika Tanah II*. Erlangga. Jakarta.
- [7] Najoan. 2002. *Interpretasi Hasil Uji dan Penyusunan Laporan Penyelidikan Geoteknik*. Badan Litbang PU Departemen Pekerjaan Umum
- [8] Schmertmann-Nottingham, L. C. (1975). *Use of quasi- static friction cone penetrometer data to predict load capacity of displacement piles*. PhD Thesis, University of Florida

-
- [9] Sihotang, Sulastri. 2009. *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP dan KPP Sumbagut 1 Jalan Suka Mulia Medan (Tugas Akhir)*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara, Medan
- [10] Sugiyono 2015. *Metode Penelitian Kombinasi (Mix Methods)*. Bandung: Alfabeta.

