

PENYELIDIKAN TANAH MENGGUNAKAN METODE UJI SONDIR UNTUK PERENCANAAN EKSPANSI PABRIK DI CITEUREUP BOGOR

Januari Yanto, Muhammad Nur Ikhsan*, Raka Surya Pradana, Endah Purnamasari

Teknik Sipil, Universitas Tangerang Raya, Tangerang, Indonesia

Sejarah Artikel:

Diterima Agustus 2024
Disetujui Agustus 2024
Dipublikasi September
2024

Kata Kunci:

Daya Dukung Tanah, Jenis
Pondasi, Tes Sondir,
Investigasi Tanah

Abstrak: Cone Penetration Test (CPT) atau sondir adalah metode yang dirancang untuk mengetahui dan menguji kekuatan lapisan tanah. Uji sondir ini dilakukan di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat untuk mengetahui daya dukung dan menentukan jenis pondasi yang sesuai dengan lokasi penelitian. Metode penyelidikan tanah dilakukan dengan cara percobaan lapangan langsung dengan menggunakan alat sondir. Data sekunder diambil dari sejumlah dokumen penelitian. Data primer diperoleh dari hasil uji sondir di tujuh titik lokasi yang telah ditentukan. Analisis data menggunakan dua parameter pada setiap kedalaman yaitu Nilai Perlawanan Konus (q_c) dalam satuan kg/cm^2 , nilai geseran total (T_f) dalam satuan kg/cm . Kedua parameter di atas dicatat pada setiap titik uji untuk setiap interval 20 cm dan berhenti setelah mendapatkan nilai $q_c \approx 250 \text{ kg/cm}^2$. Pada titik 1 berhenti di kedalaman -3.00 m dengan nilai T_f adalah 201.33 kg/cm . Pada titik 2 berhenti di kedalaman -5.20 m dengan nilai T_f adalah 333.33 kg/cm . Pada titik 3 berhenti di kedalaman -3.60 m dengan nilai T_f adalah 242.67 kg/cm . Berdasarkan hasil sondir di atas, maka jenis pondasi yang cocok untuk kondisi tanah di Citeureup adalah tiang pancang dan pondasi tiang Strauss atau sumuran.

Abstract: Cone Penetration Test (CPT) or sondir is a method designed to determine and test the strength of soil layers. This sondir test was conducted in Citeureup District, Bogor Regency, West Java to determine the bearing capacity and determine the type of foundation that is suitable for the research location. The soil investigation method was carried out by means of direct field experiments using sondir tools. Secondary data were taken from a number of research documents. Primary data were obtained from sondir test results at seven predetermined locations. Data analysis used two parameters at each depth, namely the Conus Resistance Value (q_c) in kg/cm^2 , the total shear value (T_f) in kg/cm . Both parameters above were recorded at each test point for every 20 cm interval and stopped after obtaining a q_c value of $\approx 250 \text{ kg/cm}^2$. Point 1 stopped at a depth of -3.00 m with a T_f value of 201.33 kg/cm . At point 2 stop at a depth of -5.20 m with a T_f value of 333.33 kg/cm . At point 3 stop at a depth of -3.60 m with a T_f value of 242.67 kg/cm . At point 6 stop at a depth of -5.80 m with a T_f value of 418.67 kg/cm . At point 7 it stops at a depth of -4.00 m with a T_f value of 281.33 kg/cm . Based on the sondir results above, the types of foundations suitable for soil conditions in Citeureup are piles and Strauss pile foundations or pits.

Keywords: Soil Supportability, Foundation Type, Sondir Test, Soil Investigation

*e-mail: nurikhsan053@gmail.com

PENDAHULUAN

Pada konstruksi bangunan gedung pondasi merupakan hal yang pertama yang harus ada sebelum elemen lain terbentuk. Ketahanan bangunan juga tergantung pada pondasinya karena salah satu fungsinya adalah untuk meneruskan beban dari struktur atas menuju ke bagian tanah dasar pondasi. Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh suatu pondasi (Mahmudi, 2023).

Penyelidikan tanah (soil investigation) merupakan langkah paling awal dalam suatu kegiatan proyek, yang berkaitan dengan perencanaan suatu pondasi (struktur bawah). Kegiatan ini diharapkan memberikan informasi tentang kondisi tanah, jenis tanah, muka air tanah, lapisan struktur tanah dan sifat-sifat tanah untuk perencanaan pondasi (Bela and Sianto, 2022).

Kondisi tanah, pengaruh beban di atasnya, pengaruh beban sekitar merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi jenis pondasi yang cocok untuk mendirikan sebuah bangunan agar tidak terjadi kegagalan konstruksi. Oleh sebab itu Analisis daya dukung tanah penting dipersiapkan dalam penentuan jenis pondasi yang akan digunakan dalam pembangunan fisik infrastruktur (Asnur and Fardela, 2022).

Sebagai bagian dari perencanaan pembangunan Pabrik yang berlokasi di Citereup, Jawa Barat adalah sangat penting untuk mengetahui profil dan karakteristik tanah pada lokasi dimana bangunan tersebut akan didirikan. Karena itu, perlu untuk melakukan penyelidikan tanah sebagai bagian dari perhitungan struktur secara keseluruhan (Maulana, 2023).

METODE PENELITIAN

2.1 Survey Lapangan

Penelitian ini termasuk penelitian lapangan (field research) yaitu suatu penelitian yang dilakukan secara sistematis dengan mengangkat data yang ada di lapangan (Ridhayani and Saputra, 2021). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menggunakan metode penelitian kuantitatif, karena data diperoleh menggunakan alat sondir berkapasitas 2,5ton untuk mencari kedalaman tanah tertentu hingga nilai $q_c \approx 250 \text{ kg/cm}^2$.

2.2 Uji Sondir

Ada beberapa cara untuk menentukan daya dukung tanah, salah satu diantaranya adalah untuk melakukan pengetesan dengan alat sondir, terhadap tanah dimana bangunan akan didirikan. Alat sondir atau yang dikenal dengan dengan nama Dutch Cone Penetration, terdiri dari serangkaian alat dengan bagian pokok yang disebut bikonus yang dapat bekerja ganda (Ukiman et al., 2017).

Sondir adalah suatu jenis pengujian lapangan yang digunakan untuk memperoleh data tanah sesuai dengan kedalamannya. Dengan uji sondir secara teknis profil tanah dapat diperoleh secara kontinyu, mudah dan ekonomis. Data tanah yang diperoleh secara langsung adalah besarnya tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekat sepanjang kedalaman tersebut. Sedangkan dari interpretasi lainnya dapat diperoleh gambaran mengenai jenis lapisan tanah dan korelasi kuat geser undrained dengan tahanan ujung (Tjahyati, 2018).

Uji sondir saat ini merupakan salah satu uji lapangan yang telah diterima oleh praktisi dan pakar geoteknik. Uji sondir ini telah menunjukkan manfaat untuk pendugaan profil atau pelapisan tanah terhadap kedalaman karena jenis perilaku tanah telah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung dan gesekan selimutnya. Besaran penting yang diukur pada uji sondir adalah perlawanan ujung yang diambil sebagai gaya penetrasi persatuan luas ujung sondir (q_c). Besarnya gaya ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Pada tanah pasiran, tahanan ujung lebih besar daripada tanah butiran halus (Wibowo, 2013).

2.3 Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Diantara perbedaan tes dilapangan, sondir atau cone penetration test (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperanan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya dilapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang pancang (pile), data tanah geser sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (bearing capacity) dari tiang pancang sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas ultimit dari tiang pancang (Husnah, 2015). Persamaan yang dipergunakan dalam perhitungan kapasitas daya dukung tekan pondasi dalam untuk tiang pancang adalah sebagai berikut:

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{FK_p} + \frac{Q_s}{FK_s}$$

$$Q_p = q_p A_p$$

$$Q_s = q_s P \Delta H$$

Dimana :

- Q_{all} = Daya dukung ijin
- Q_p = Daya dukung ujung tiang
- Q_s = Daya dukung selimut tiang
- FK_p, FK_s = Faktor keamanan ujung dan selimut tiang
- q_p = Unit daya dukung ujung tiang
- A_p = Luas penampang tiang
- q_s = Unit daya dukung selimut tiang
- P = Peripheri
- ΔH = Panjang tiang

Pada perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang, untuk perhitungan daya dukung ujung diambil dari rata-rata nilai SPT yang dihitung dari ujung tiang sampai kedalaman 4 kali diameter. Untuk tanah non-kohefif, nilai unit daya dukung selimut dan ujung tiang didapat dari kurva hubungan panjang pembedaman, diameter tiang, serta sudut geser tanah seperti yang diusulkan Coyle & Costello (Triastuti and Indriasari, 2019). Untuk tanah kohefif, nilai unit daya dukung ujung tiang (q_p) dan daya dukung selimut (q_s) didapat sebagai berikut:

$$q_p = \frac{D}{B} \times 9C_u \text{ untuk } \frac{D}{B} < 4$$

$$q_p = 9C_u \text{ untuk } \frac{D}{B} > 4$$

$$q_s = \alpha C_u$$

Dimana :

- C_u = Kuat geser tanah undrained
- D = Diameter tiang
- B = Panjang tiang
- α = Faktor adhesi

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk menentukan titik lokasi sondir, yaitu di Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Peta titik lokasi sondir tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dengan titik koordinatnya seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat titik sondir

No	Koordinat	
	S	E
1	6° 30' 5.799"	106° 53' 10.201"
2	6° 30' 8.817"	106° 53' 7.706"
3	6° 30' 5.218"	106° 53' 3.399"



Gambar 1. Peta lokasi titik sondir

3.2 Uji Sondir

a. Titik Uji Sondir ke-1

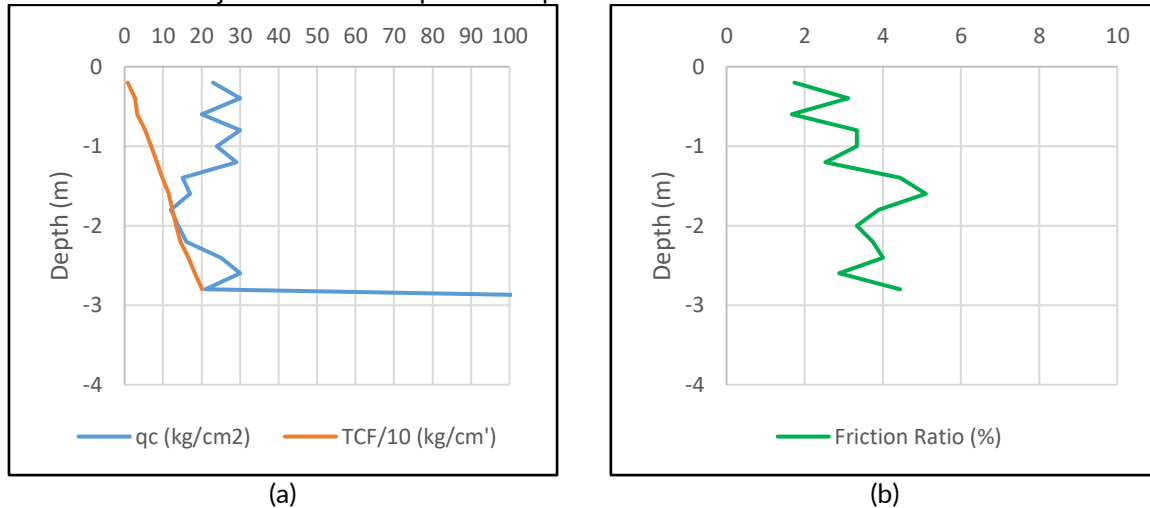
Penyelidikan Sondir pada titik 1 diukur dari elevasi ± 0.00 (muka tanah setempat) perlawanan konus (q_c) $\approx 250 \text{ kg/cm}^2$ didapat pada posisi kedalaman -3.00 m dengan nilai geseran total (T_f) adalah $201,33 \text{ kg/cm}$. Data sondir hasil penyelidikan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data hasil analisa uji sondir titik 1

Depth (m)	Manometer Reading		Total Cum. Friction (kg/cm')	Local Friction (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)
	Cone (kg/cm ²)	Total (kg/cm ²)			
0,00					
0,20	23	29	8,00	0,40	1,74
0,40	30	44	26,67	0,93	3,11
0,60	20	25	33,33	0,33	1,67
0,80	30	45	53,33	1,00	3,33
1,00	24	36	69,33	0,80	3,33
1,20	29	40	84,00	0,73	2,53
1,40	15	25	97,33	0,67	4,44
1,60	17	30	114,67	0,87	5,10
1,80	12	19	124,00	0,47	3,89
2,00	14	21	133,33	0,47	3,33
2,20	16	25	145,33	0,60	3,75
2,40	25	40	165,33	1,00	4,00

2,60	30	43	182,67	0,87	2,89
2,80	21	35	201,33	0,93	4,44
3,00	250				

Grafik hasil analisis uji sondir titik 1 dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. (a) Grafik Hubungan depth terhadap qc, dan depth terhadap TCF.
(b) Grafik Hubungan depth terhadap Fr

b. Titik Uji Sondir ke-2

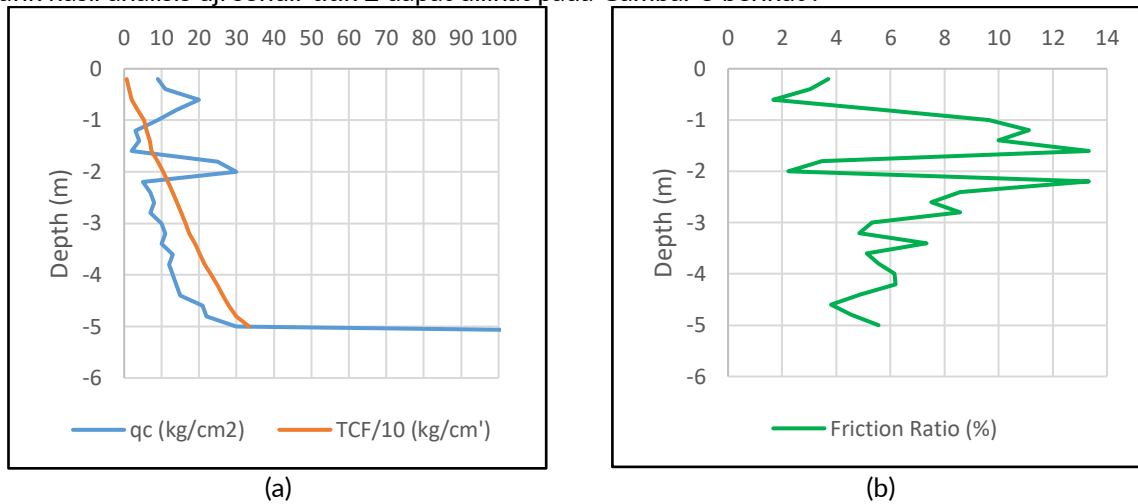
Penyelidikan Sondir pada titik 2 diukur dari elevasi ±0.00 (muka tanah setempat) perlawanan konus (qc) ≈ 250 kg/cm² didapat pada posisi kedalaman -5.20 m dengan nilai geseran total (Tf) adalah 333,33 kg/cm. Data sondir hasil penyelidikan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil analisa uji sondir titik 2

Depth (m)	Manometer Reading		Total Cum. Friction (kg/cm')	Local Friction (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)
	Cone (kg/cm ²)	Total (kg/cm ²)			
0,00					
0,20	9	14	6,67	0,33	3,70
0,40	11	16	13,33	0,33	3,03
0,60	20	25	20,00	0,33	1,67
0,80	14	26	36,00	0,80	5,71
1,00	9	22	53,33	0,87	9,63
1,20	3	8	60,00	0,33	11,11
1,40	4	10	68,00	0,40	10,00
1,60	2	6	73,33	0,27	13,33
1,80	25	38	90,67	0,87	3,47
2,00	30	40	104,00	0,67	2,22
2,20	5	15	117,33	0,67	13,33
2,40	7	16	129,33	0,60	8,57
2,60	8	17	141,33	0,60	7,50
2,80	7	16	153,33	0,60	8,57
3,00	10	18	164,00	0,53	5,33
3,20	11	19	174,67	0,53	4,85
3,40	10	21	189,33	0,73	7,33
3,60	13	23	202,67	0,67	5,13
3,80	12	22	216,00	0,67	5,56

4,00	13	25	232,00	0,80	6,15
4,20	14	27	249,33	0,87	6,19
4,40	15	26	264,00	0,73	4,89
4,60	21	33	280,00	0,80	3,81
4,80	22	37	300,00	1,00	4,55
5,00	30	55	333,33	1,67	5,56
5,20	250				

Grafik hasil analisis uji sondir titik 2 dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. (a) Grafik Hubungan depth terhadap qc, dan depth terhadap TCF.
(b) Grafik Hubungan depth terhadap Fr

c. Titik Uji Sondir ke-3

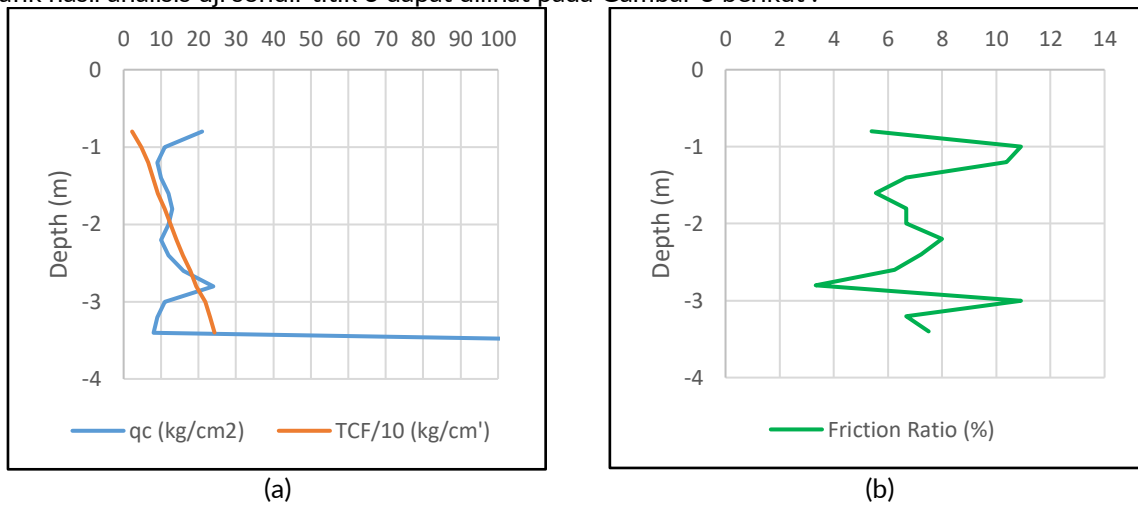
Penyelidikan Sondir pada titik 3 diukur dari elevasi ±0.00 (muka tanah setempat) perlawanan konus (qc) ≈ 250 kg/cm² didapat pada posisi kedalaman -3.60 m dengan nilai geseran total (Tf) adalah 242,67 kg/cm. Data sondir hasil penyelidikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil analisa uji sondir titik 3

Depth (m)	Manometer Reading		Total Cum. Friction (kg/cm')	Local Friction (kg/cm ²)	Friction Ratio (%)
	Cone (kg/cm ²)	Total (kg/cm ²)			
0,0					
0,2					
0,4					
0,6					
0,8	21	38	22,67	1,13	5,40
1,0	11	29	46,67	1,20	10,91
1,2	9	23	65,33	0,93	10,37
1,4	10	20	78,67	0,67	6,67
1,6	12	22	92,00	0,67	5,56
1,8	13	26	109,33	0,87	6,67
2,0	12	24	125,33	0,80	6,67
2,2	10	22	141,33	0,80	8,00
2,4	12	25	158,67	0,87	7,22
2,6	16	31	178,67	1,00	6,25
2,8	24	36	194,67	0,80	3,33
3,0	11	29	218,67	1,20	10,91
3,2	9	18	230,67	0,60	6,67

3,4	8	17	242,67	0,60	7,50
3,6	250				

Grafik hasil analisis uji sondir titik 3 dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 4. (a) Grafik Hubungan depth terhadap qc, dan depth terhadap TCF.
(b) Grafik Hubungan depth terhadap Fr

3.3 Kapasitas Daya Dukung Pondasi

Untuk bangunan Pabrik yang akan dibangun, disarankan menggunakan pondasi dalam sebagai substruktur. Untuk beban yang relatif ringan, maka pondasi dalam yang disarankan adalah pondasi tiang pancang atau pondasi strauss maupun sumuran (Maulana, 2023).

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tiang pancang adalah :

- Pondasi tiang pancang diletakkan pada kedalaman 3.0 – 6.0 m.
- Asumsi pilecap diletakkan di kedalaman 1.0 m di bawah permukaan tanah eksisting.
- Faktor keamanan kapasitas ujung dan selimut tiang tiang pancang diambil sebesar 2.5.
- Faktor keamanan untuk kapasitas dukung tarik sebesar 3.0.

Tabel 5. Perkiraan Daya Dukung Pondasi Dalam – Tiang Pancang

Tipe Pondasi (cm)	Panjang Tiang (m)	Panjang Efektif (m)	Q _{ult} Ujung (ton)	Q _{ult} Selimut (ton)	Q _{all} Tekan (ton)	Q _{all} Tarik (ton)
Tiang Pancang						
25 × 25	3,0 – 6,0	2,0 – 5,0	61	13	30	3
30 × 30	3,0 – 6,0	2,0 – 5,0	88	15	41	4
35 × 35	3,0 – 6,0	2,0 – 5,0	112	18	52	4
∅ 30	3,0 – 6,0	2,0 – 5,0	69	12	32	3
∅ 40	3,0 – 6,0	2,0 – 5,0	105	16	49	3

Asumsi yang digunakan dalam perhitungan daya dukung tiang strauss dan sumuran adalah :

- Pondasi tiang strauss atau sumuran diletakkan pada kedalaman 6.0 m.
- Asumsi pilecap diletakkan di kedalaman 1.0 m di bawah permukaan tanah eksisting.
- Untuk pondasi tiang strauss atau sumuran factor keamanan kapasitas ujung diambil sebesar 4.0 dan selimut tiang diambil sebesar 3.0.
- Faktor keamanan untuk kapasitas dukung tarik sebesar 3.0.

Tabel 6. Perkiraan Daya Dukung Pondasi Dalam – Tiang Strauss dan Sumuran

Tipe Pondasi (cm)	Panjang Tiang (m)	Panjang Efektif (m)	Q_{ult} Ujung (ton)	Q_{ult} Selimut (ton)	Q_{all} Tekan (ton)	Q_{all} Tarik (ton)
<u>Tiang Strauss</u>						
∅ 40	6,0	5,0	36	17	15	4
∅ 50	6,0	5,0	57	22	22	5
∅ 60	6,0	5,0	75	26	27	6
<u>Tiang Sumuran</u>						
∅ 80	6,0	5,0	124	34	42	8

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sondir, secara umum dari permukaan hingga kedalaman sekitar 3.0–5.5 m dijumpai nilai q_c sondir berkisar antara 5–25 kg/cm². Namun, dijumpai beberapa nilai q_c mencapai 45 kg/cm² di berbagai kedalaman. Selanjutnya, pada setiap sondir nilai q_c meningkat secara signifikan karena telah mencapai kapasitas maksimum alatnya ($q_c > 250$ kg/cm²). Untuk bangunan Pabrik yang akan dibangun, disarankan menggunakan pondasi dalam sebagai substruktur. Pondasi dalam yang disarankan adalah pondasi tiang pancang dan pondasi tiang strauss atau sumuran.

Saran

Berdasarkan hasil pengujian sondir yang terhenti pada kedalaman bervariasi, ada kemungkinan penetrasi tiang pancang dapat berbeda-beda tergantung pada keberadaan lapisan pendukung. Sangat disarankan untuk menghitung settlement dan differential settlement yang mungkin terjadi baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Asnur, H., Fardela, R., 2022. Soil Investigation Berdasarkan Uji Sondir di Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. *Rang Teknik Journal* 5, 69–76.
- Bela, K.R., Sianto, P., 2022. Penyelidikan Tanah Menggunakan Metode Uji Sondir. *Eternitas Jurnal Teknik Sipil* 2, 50–58.
- Husnah, H., 2015. Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Pondasi Tissue block 5 & 6. *Siklus Jurnal Teknik Sipil* 1, 15–25.
- Mahmudi, A., 2023. Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Kapasitas Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Dan Bore Pile Terhadap Variasi Dimensi Di Lokasi Ubhara Surabaya. *Jurnal Inter Tech* 1, 43–51.
- Maulana, Y., 2023. Hasil Penyelidikan Tanah Pabrik Citeureup Jawa Barat. PT. Testana Indoteknika, Jakarta.
- Ridhayani, I., Saputra, I., 2021. Studi Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir Di Kampus Padhang-Padhang Universitas Sulawesi Barat. *Bandar Journal of Civil Engineering* 3, 37–42.
- Tjahyati, H., 2018. Penggunaan Hasil Sondir untuk Interpretasi Parameter Tanah dan Perencanaan Pondasi. *Jurnal Jalan Jembatan* 35, 31–35.
- Triastuti, N.S., Indriasari, I., 2019. Analisis Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Hasil Perhitungan dan Loading Test. *Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development* 2, 48–53.
- Ukiman, U., Utomo, S., Yusetiyowati, Y., 2017. Alat Uji Sondir. *Bangun Rekaprima* 3, 57–63.

Wibowo, H.T., 2013. Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Peningkatan Kekuatan Tanah Sangat Lunak Di Lokasi Gate House Dalam Pekerjaan "Grouting At Semarang Pumping Station & Retarding Pond. Geological Engineering E-Journal 5, 362–368.