

Analisis Penyelidikan Uji Tanah Sondir Untuk Daya Dukung Permukaan Tanah dan Rekomendasi Pondasi Proyek New Plant di Pekanbaru Riau

Investigation Analyst Sondir Soil Test for Soil Surface Bearing Capacity and Recommendations for New Plant Project Foundations in Pekanbaru, Riau

Egi Maryadi¹, Syaiful Anam², Tedy Ramadhan³, Alfandias Seysna Putra⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pelita Bangsa

¹egijebug87@gmail.com, ²syaifulanam1124@gmail.com, ³tedyr29@gmail.com,

⁴alfandias@pelitabangsa.ac.id*

Abstract

Land is one part that plays an important role in construction planning. Apart from being a construction material, soil is also useful as a support that holds all the axial loads of a construction. By knowing the type of soil and soil parameters we can plan a safe and economical building foundation. The Cone Penetration Test (CPT) or sondir is a method designed to determine and test the strength of soil layers. This sondir test has been carried out to determine the resulting carrying capacity and to find out the type of foundation that is in accordance with the point of the research location. The soil investigation method is carried out by direct testing in the field using a sondir tool. A sondir test has been carried out using a sondir tool with a capacity of 2.50 tons equipped with a Begemann Adhesion Jacket Cone type which can measure the value of cone resistance and local friction directly in the field. The cone resistance value has reached $\geq 250 \text{ kg/cm}^2$ or has reached a sticky resistance of 2.50 tons (tool capacity). Sondir diagram showing the relationship between the depth of the sondir below the ground surface and the value of the cone resistance (q_c) and the amount of bonding resistance (TF).

Keywords: : Sondir, Effect of Type on Structural Strength, Type of Foundation, Soil Investigation

Abstrak

Tanah adalah salah satu bagian yang memegang peran penting dalam perencanaan konstruksi. Selain bahan konstruksi tanah juga berguna sebagai pendukung yang menahan seluruh beban aksial dari suatu konstruksi. Dengan mengetahui jenis tanah dan parameter-parameter tanah kita dapat merencanakan suatu pondasi bangunan yang aman dan ekonomis. *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir merupakan sebuah cara yang didesain untuk mengetahui serta menguji kekuatan lapisan tanah. Pengujian sondir ini telah dilakukan untuk mengetahui daya dukung yang dihasilkan serta mengetahui jenis pondasi yang sesuai dengan titik lokasi penelitian. Metode penyelidikan tanah dilakukan dengan cara pengujian langsung di lapangan menggunakan alat sondir. Test sondir telah dilaksanakan dengan menggunakan alat sondir dengan kapasitas 2,50 ton dilengkapi dengan *Adhesion Jacket Cone type* Begemann yang dapat mengukur nilai penawaran konus (*Cone Resistance*) dan hambatan lekat (*Local Friction*) secara langsung di lapangan. Nilai perlawanan konus telah mencapai $\geq 250 \text{ kg/cm}^2$ atau telah mencapai hambatan lekat 2.50 ton (kapasitas alat). Diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir dibawah muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (q_c) serta jumlah hambatan pelekat (TF).

Kata kunci: Sondir, Sifat-sifat Karakteristik Lapisan Tanah, Jenis Pondasi, Soil Investigation.

Pendahuluan

Sebelum merencanakan sebuah pondasi, diusahakan melakukan penyelidikan tanah di lapangan (*in-situ test*). Salah satu jenis pengujian yang sering dilakukan adalah jenis cone penetration test atau biasa dikenal dengan

sondir. Pengujian dilakukan untuk mengetahui besarnya perlawanan tanah pada konus. Tanah di alam menurut Harry, terdiri dari campuran butiran-butiran mineral dengan atau tanpa kandungan bahan organik [1]. Tanah berasal dari pelapukan batuan yang prosesnya dapat secara fisik maupun kimia. Sifat-sifat fisik tanah kecuali dipengaruhi oleh sifat batuan induk yang merupakan material asalnya, juga dipengaruhi oleh unsur luar yang menjadi penyebab terjadinya pelapukan batuan tersebut. Menurut Hardiyatmo 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 [2].

Standard yang digunakan dalam penyelidikan sondir ini adalah SNI 2827-2008 tentang Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir ataupun sesuai rujukan ASTM D-3441, uji sondir atau uji penetrasi kerucut statis merupakan suatu pengujian yang dapat digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah [3][4]. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah [2]. Tujuannya adalah untuk menentukan daya dukung tanah dan jenis pondasi yang sesuai dengan bangunan yang akan didirikan di lokasi tersebut [5]. Penyelidikan tanah (*soil investigation*) merupakan langkah paling awal dalam suatu kegiatan proyek, yang berkaitan dengan perencanaan suatu bangunan bawah (struktur bawah) [6]. Oleh sebab itu Analisis daya dukung tanah penting dipersiapkan dalam penentuan jenis pondasi yang akan digunakan dalam pembangunan fisik infrastruktur [7][8].

Daya dukung tanah merupakan kemampuan tanah untuk menahan beban pondasi tanpa mengalami keruntuhan akibat geser dan juga ditentukan oleh kekuatan geser tanah [9]. Daya dukung tanah kisaran kedalaman lebih dari 2 m termasuk kategori tanah dengan daya dukung tanah kaku dan sangat kaku. Sedangkan daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman 4-5 m termasuk kategori tanah dengan daya dukung tanah sangat kaku dan keras [10]. Besarnya nilai ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya, sedangkan nilai perlawanan geser lokal (f_s) dapat menggambarkan klasifikasi tanah. Selain itu rasio f_s dan q_c yang dikenal dengan nama angka banding geser (R_f) dapat digunakan untuk membedakan tanah berbutir halus dan tanah berbutir kasar [11]. Tanah berbutir kasar mempunyai nilai R_f yang kecil (<2%) sementara untuk tanah berbutir halus (lanau dan lempung) memiliki nilai R_f lebih tinggi [12].

Seperti diketahui penyebab banyaknya kegagalan konstruksi bangunan sipil pada akhir-akhir ini disebabkan oleh eksploitatifnya pemanfaatan tanah yang melebihi daya dukung tanah secara umum, sebagai contoh: pengambilan air tanah dalam yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan tanah, pembangunan jalan raya dengan timbunan yang melebihi tinggi kritis sehingga dapat menyebabkan sliding atau kelongsoran dan pembangunan gedung bertingkat tinggi yang mempengaruhi kondisi tanah sekitarnya [13]. Untuk memperkirakan daya dukung lapisan tanah tersebut yang dapat dilakukan dengan melakukan percobaan seperti SPT (*Standard Penetration Test*), Sondir (*sounding*) dan Pemboran (*Boring*). Untuk mendapatkan data yang cukup teliti dan lengkap harus dilakukan penyelidikan tanah yang diperoleh dengan membandingkan beberapa percobaan seperti yang disebut di atas [15]. Disamping untuk mendapatkan data yang teliti tergantung pada ketepatan pemilihan alat yang dipakai misalnya sondir tidak tepat digunakan pada lapisan tanah yang mengandung lapisan kerikil dan batuan. Sedangkan pemboran tidak dapat dilaksanakan pada lapisan tanah yang lunak dan mudah lepas, yang akan mengalami keruntuhan pada tanah.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data penyelidikan tanah di lapangan di jalan Jend. Sudirman Pekanbaru Riau dengan titik koordinat ($x : 770911.250 ; y : 47615.50 ; z : 10.860$ atau dititik $0^{\circ}25'49''$ N; $101^{\circ}26'05''$ E).



Gambar 1. Titik Lokasi Pengujian Sondir

Metode penyelidikan tanah dilakukan secara empat tahapan yaitu, *Sondir dan Deep Boring*, pengambilan contoh tanah, *Standard Penetration Test (SPT)*, dan Penelitian Lab dan Pengukuran Muka Air Tanah.

Test sondir telah dilaksanakan dengan mempergunakan alat sondir berat kapasitas 2.50 ton dilengkapi dengan *Adhesion Jacket cone type* Begemann yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (*Cone Resistance*) dan hambatan lekat (*Local Friction*) secara langsung dilapangan. Nilai perlawanan konus telah mencapai ≥ 250 kg/cm² atau telah mencapai jumlah hambatan lekat 2.50 ton (kapasitas alat), hubungan antara kedalaman sondir dibawah muka tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (qc) serta jumlah hambatan pelekat (IF) [16].

Deep Boring dilaksanakan dengan mempergunakan mesin bor *Hydraulic Merk Tone type* UD5 sedalam 60 meter. Pemboran dilaksanakan dengan system Rotary Driling (metode yang menggunakan aksi putaran untuk melakukan penetrasi terhadap batuan). Tabung inti (*Core Barrel*) yang digunakan adalah Single Core Barrel Θ 73 mm, panjang 1,50 m. *Bit* yang dipergunakan adalah *Tungsen Carbide Bit* untuk mengangkut serbuk bor (sirkulasi) selama pemboran, Pompa *Merk* Nat II, dengan kapasitas 80 liter/menit atau tekanan maksimal 10 kg/cm². didalam pekerjaan deep boring dilaksanakan pula sampling dan pekerjaan *Standart Penetration Test (SPT)* [17].

Pengambilan contoh tanah asli (*Undisturbed Sample*) dan contoh tanah terganggu (*Disturbed Sample*). Pengambilan contoh tanah asli dilaksanakan dengan mempergunakan *Thin Wall Tube* Θ 65 mm pada setiap interval 2 m. Pengambilan contoh tanah asli ini dimaksud untuk menjalani penyelidikan laboratoris guna penentuan sifat-sifat pengenalan maupun sifat teknis dari tanah. Pengambilan tanah terganggu (*Disturbed Sample*) dilaksanakan sepanjang kedalaman pemboran dan dimaksudkan untuk penentuan klasifikasi tanah dan hasilnya disajikan dalam bentuk *log bor* [15].

Standard Penetration Test dilaksanakan didalam lubang bor setelah pengambilan tanah undisturbed sample pada setiap interval 1,50 m. pengujian penetrasi standard ini dilaksanakan pada tanah dalam keadaan asli dengan mempergunakan open standard *Split Barrel Sampler*. Hammer yang dipergunakan mempunyai berat 63,50 kg dengan tinggi jatuh 75 cm. Pengujian dilaksanakan dengan mempergunakan *Automatic Drop Hammer Device* sehingga hammer dapat jatuh dengan bebas tanpa gesekan. Sampler dipukul hingga masuk (menembus) tanah sedalam 45 cm, dimana jumlah jumlah pukulan sepanjang masuk 15 cm pertama tidak diperhitungkan. Nilai SPT = N adalah sama dengan jumlah pukulan untuk penetrasi 30 cm berikutnya.

Pengukuran muka air tanah dilaksanakan didalam lubang bor setelah 24 jam pemboran selesai. Penelitian dilaboratorium dilaksanakan berdasarkan ASTM *Standard Method*. Contoh tanah asli (*Undisturbed Sample*) yang diperoleh sebagai hasil pemboran telah diteliti di laboratorium untuk mendapatkan parameter-parameter

dari Index seperti berat jenis butir (G_s), berat isi (m), kadar air (W_n), kadar pori (e), porositas (n), dan derajat kejenuhan (S_r) dan Engineering Properties seperti *direct shear test* dan *consolidation test*.

Berdasarkan data-data penyelidikan tanah sesuai dengan alur kebutuhan pada saat dilapangan untuk Proyek New Plant yang berlokasi di Pekanbaru, sebagai berikut:

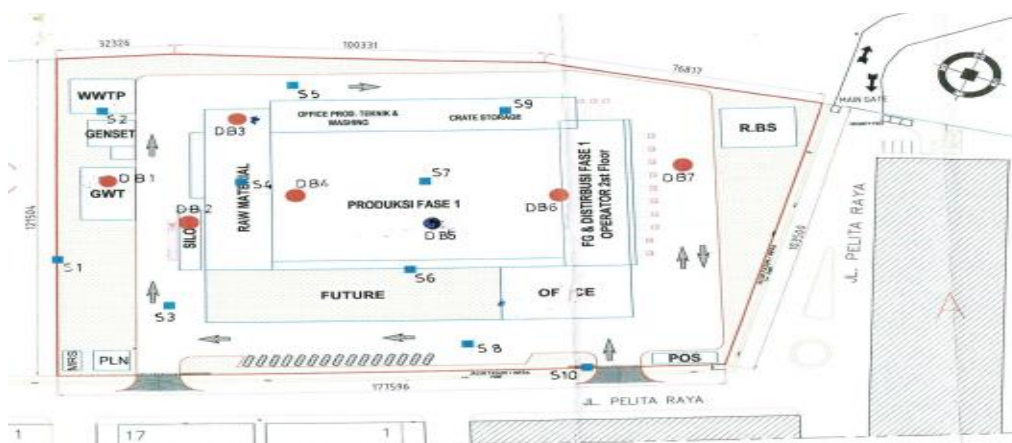


Gambar 2. Tahapan Penelitian

Pembacaan data dilakukan setiap penurunan yang dihentikan pada kedalaman nilai maksimum yang diinginkan atau sampai batas maksimum pembacaan 15 sd 40 kg/cm². Analisis data dilakukan untuk mendapatkan dua parameter pada setiap kedalaman, yaitu Nilai Perlawanan Konus (NK) dalam satuan kg/cm² dan Jumlah Hambatan Pelekat (JHP) dalam satuan kg/cm. Kedua parameter tersebut dicatat untuk menentukan kedalaman maksimum dari muka tanah setempat dan hasil analisis data digunakan untuk menentukan daya dukung tanah dan jenis pondasi yang cocok pada pembuatan pabrik di Pekanbaru Riau.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data-data penyelidikan tanah dilapangan dan laboratorium, berikut data statigrafi lapisan dan *type* pondasi, dimensi, kedalaman dan daya dukung ijin area pabrik di Jalan Jenderal Sudirman Pekanbaru Riau untuk penyelidikan tanah titik lokasi pengujian sondir yang akan digunakan untuk pembuatan Pabrik baru dan perencanaan pondasi area GWT, WWTP, dan Silo; *Area Office & Produksi Fase 1*; *Area Produksi Fase 1*; dan *Area FG & Distribusi Fase 1* dan gambar denah area titik yang diambil data sondir sesuai kebutuhan penelitian :



Gambar 3. Denah Pabrik dan Titik Penelitian

Statigrafi Lapisan Area GWT, WWTP, dan Silo

Kedalaman 00,00 sd 09,50 mendapatkan nilai N-SPT berkisar antara 12-14 blows/30 cm dengan nilai konus sondir (qc) berkisar antara 15 sd 40kg/cm² yang mempunyai nilai perlawanan konus >250 kg/cm² dikedalaman yang bervariasi S1 sondir yang berhenti dikedalaman 5,00 m dan S2 sondir yang berhenti di kedalaman 10,20 m, dan pondasi tiang dikonstruksikan hingga kedalaman 21,00 – 22,00 m dari elevasi muka tanah eksisting, *type* pondasi yang digunakan *Spun Pile* dan *Square Pile* (DB.1,DB.2)

Tabel 1. Data Statigrafi Lapisan Area GWT, WWTP, dan Silo

No	Kedalaman (m)	Lapisan Tanah	Deskripsi Tanah		
			N-SPT	Konus Sondir (qc)	Kedalaman bervariasi
1	00.00 – 02.00	Lapisan lempung warna abu-abu	13 blows/30 cm	15 – 40 kg/cm ²	
2	02.00 – 09.50	Pasir warna putih	12-14 blows/30 cm	>250 kg/cm ²	S1 berhenti di 5 m S2 berhenti di 10.20 m
3	09.50 – 15.00	Pasir warna putih kondisi cukup Teguh	25-33 blows/30 cm		
4	15.00 – 16.50	Lempung konsistensi Teguh warna coklat ke abuan	10 blows/30 cm		
5	16.50 – 25.50	Pasir kelanuan warna putih keabuan	10-39 blows/30 cm		
6	25.50 – 33.00	Lampung konsistensi Teguh warna abu-abu	15-24 blows/30 cm		
7	33.00 – 36.00	Organik konsistensi keras warna hitam	48-49 blows/30 cm		
8	36.00 – 44.00	Lempung konsistensi keras warna abu-abu	29-50 blows/30 cm		
9	44.00 – 60.00	Lapisan pasir warna putih kondisi sangat teguh	33-60 blows/30 cm		

Tabel 2 Data Daya Dukung Pondasi dan kedalaman Area GWT, WWTP, dan Silo

No	Type Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin Ton
1	<i>SPUN PILE</i> (K-600)	Ø 40	21.00 – 22.00	85
		Ø 50	21.00 – 22.00	120
		Ø 40	21.00 – 22.00	160
2	<i>SQUARE PILE</i> (K – 500)	□ 35 x 35	21.00 – 22.00	90
		□ 40 x 40	21.00 – 22.00	100
		□ 45 x 45	21.00 – 22.00	130

Statigrafi Lapisan Area Office & Produksi Fase 1

Kedalaman 00,00 sd 09,50 mendapatkan nilai N-SPT berkisar antara 09-35 blows/30 cm dengan nilai konus sondir (qc) berkisar antara 15 sd 40kg/cm² yang mempunyai nilai perlawanan konus >250 kg/cm² dikedalaman yang bervariasi S3 sondir yang berhenti dikedalaman 5,40 m dan S4 sondir yang berhenti di kedalaman 11,00 m. Namun, untuk DB3 lapisan yang dijumpai hingga kedalaman 60,00 m, dan Pondasi tiang dikonstruksikan hingga kedalaman 39-40 m dari elevasi muka tanah eksisting, namun perlu energi pemancangan yang tinggi agar dapat menembus lapisan lensa yang diindikasikan berada dikedalaman 10 dan 33 m. Apabila kedalaman pondasi tiang kurang dari yang direkomendasikan maka nilai daya dukung pondasi harus direduksi, fase (DB.3, DB.4, DB.5).

Tabel 3 Data Statigrafi Lapisan Area Office & Produksi Fase 1

No	Kedalaman (m)	Lapisan Tanah	Deskripsi Tanah		
			N-SPT	Konus Sondir (qc)	Kedalaman bervariasi
1	00.00 – 03.00	Lapisan lempung warna coklat keabuan	14-17 blows/30 cm	15 – 40 kg/cm ²	
2	03.00 – 15.50	Pasir warna putih keabuan	09-35 blows/30 cm	>250 kg/cm ²	S3 berhenti di 5.4 m S4 berhenti di 11.0 m
3	15.50 – 20.00	Lempung cukup Teguh warna abu hingga coklat	07-09 blows/30 cm		
4	20.00 – 24.50	Pasir warna putih keabuan kondisi teguh	28-46 blows/30 cm		
5	24.50 – 32.00	Lempung warna abu-abu coklat ke abu-abu putih	14-25 blows/30 cm		
6	32.00 – 33.50	Organik konsistensi keras warna hitam	21-55 blows/30 cm		
7	33.50 – 44.00	Organik konsistensi teguh keras warna abu-abu	19-51 blows/30 cm		
8	44.00 – 56.00	Pasir lempung warna putih keabuan sangat teguh	38-60 blows/30 cm		
9	56.00 – 60.00	Lapisan pasir warna putih kondisi sangat teguh	56-59 blows/30 cm		

Tabel 4 Data Daya Dukung Pondasi dan kedalaman Area Office & Produksi Fase 1

No	Type Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin Ton
1	SPUN PILE (K-600)	Ø 40	21.00 – 22.00	100
		Ø 50	21.00 – 22.00	130
		Ø 40	21.00 – 22.00	160
2	SQUARE PILE (K – 500)	□ 35 x 35	21.00 – 22.00	90
		□ 40 x 40	21.00 – 22.00	120
		□ 45 x 45	21.00 – 22.00	150

Statigrafi Lapisan Area Produksi Fase 1

Kedalaman 00,00 sd 27,00 mendapatkan nilai NSPT berkisar antara 09-35 blows/30 cm dengan nilai konus sondir (qc) berkisar antara 15 sd 40 kg/cm² yang mempunyai nilai perlawanan konus >250 kg/cm² dikedalaman yang bervariasi S5 sondir yang berhenti dikedalaman 11,60 m, S6 sondir yang berhenti di kedalaman 13,80 m dan S7 sondir yang berhenti dikedalaman 11,20 m. Namun, terdapat DBS lapisan yang dijumpai dikedalaman 30,00 m dan untuk DB5 lapisan yang dijumpai dikedalaman 51,00 m, Pondasi tiang dikonstruksikan hingga kedalaman 39-40 m dari elevasi muka tanah eksisting, namun perlu energi pemancangan yang tinggi agar dapat menembus lapisan lensa yang diindikasikan berada dikedalaman 10 dan 33 m. Apabila kedalaman pondasi tiang kurang dari yang direkomendasikan maka nilai daya dukung pondasi harus direduksi, fase (DB.3, DB.4, DB.5).

Tabel 5 Data Statigrafi Lapisan Area Produksi Fase 1

No	Kedalaman (m)	Lapisan Tanah	Deskripsi Tanah		
			N-SPT	Konus Sondir (qc)	Kedalaman bervariasi
1	00.00 – 03.50	Lapisan lempung kepasiran warna putih keabuan & teguh	07-12 blows/30 cm	15 – 500 kg/cm ²	
2	03.50 – 27.00	Pasir kelanauan warna kecoklatan cukup teguh	07-26 blows/30 cm	>250 kg/cm ²	Untuk DBS dijumpai kedalaman 30.00 m S5 berhenti di 11.60 m S6 berhenti di 13.80 m S7 berhenti di 11.20 m

3	27.00 – 30.50	Lanau kelepungan konsistensi keras warna abu-abu	25-33 blows/30 cm	
4	30.50 – 32.00	Organik konsisten keras warna hitam	23-31 blows/30 cm	
5	32.50 – 45.50	Lempung kelanauan organic warna abu-abu	21-52 blows/30 cm	Untuk DB5 dijumpai kedalaman 51.00 m
6	45.50 – 60.00	Pasir warna putih kondisi teguh hingga sangat teguh	32-60 blows/30 cm	

Tabel 6 Data Daya Dukung Pondasi dan kedalaman Area Produksi Fase 1

No	Type Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin Ton
1	SPUN PILE (K-600)	Ø 40	21.00 – 22.00	100
		Ø 50	21.00 – 22.00	130
		Ø 40	21.00 – 22.00	160
2	SQUARE PILE (K – 500)	□ 35 x 35	21.00 – 22.00	90
		□ 40 x 40	21.00 – 22.00	120
		□ 45 x 45	21.00 – 22.00	150

Statigrafi Lapisan FG & Distribusi Fase 1 (DB6, DB7, S8, S9, S10)

Kedalaman 00,00 sd 34,50 mendapatkan nilai NSPT berkisar antara 11-50 blows/30 cm dengan nilai konus sondir (qc) yang mempunyai nilai perlawanan konus >250 kg/cm², kedalaman yang bervariasi S8 sondir yang berhenti kedalaman 13,20 m, S9 sondir yang berhenti di kedalaman 11,20 m dan S10 sondir yang berhenti kedalaman 11,40 m. Namun, terdapat DB5 lapisan yang dijumpai kedalaman 30,00 m, dan Pondasi tiang dikonstruksikan hingga kedalaman 16-18 m dari elevasi muka tanah eksisting. Dengan *type* pondasi *Spun pile* dan *Square Pile* pada (DB.6, DB.7).

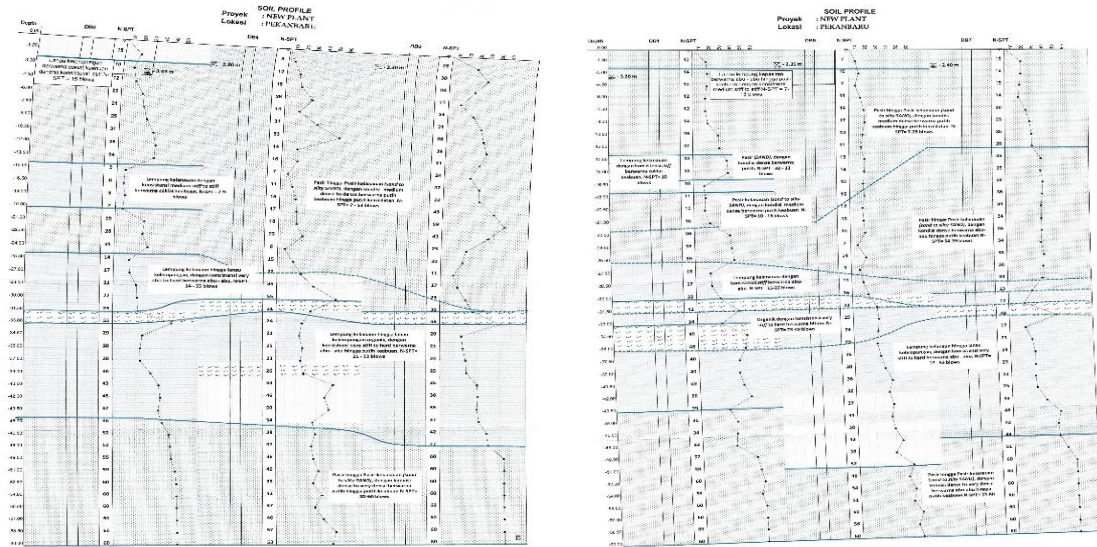
Tabel 7 Data Statigrafi Area Lapisan FG & Distribusi Fase I

No	Kedalaman (m)	Lapisan Tanah	Deskripsi Tanah		
			N-SPT	Konus Sondir (qc)	Kedalaman bervariasi
1	00.00 – 31.50	Pasir lanau warna putih hingga abu-abu kondisi cukup teguh	11-50 blows/30 cm	>250 kg/cm ²	Untuk DB5 dijumpai kedalaman 30.00 m S8 berhenti di 13.20 m S9 berhenti di 11.20 m S10 berhenti di 11.40 m
2	31.50 – 34.50	Organik konsistensi keras warna hitam	23-31 blows/30 cm		
3	34.50 – 45.50	Organik konsisten keras warna hitam	23-31 blows/30 cm		
4	45.50 – 48.50	Lempung kelanauan organic warna abu-abu	21-48 blows/30 cm		
5	48.50 – 60.00	Pasir warna putih kondisi teguh hingga sangat teguh	51-60 blows/30 cm		

Tabel 8 Data Daya Dukung Pondasi dan kedalaman Area Lapisan FG & Distribusi Fase I

No	Type Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin Ton
1	SPUN PILE (K-600)	Ø 40	21.00 – 22.00	100
		Ø 50	21.00 – 22.00	130
		Ø 40	21.00 – 22.00	160
2	SQUARE PILE (K – 500)	□ 35 x 35	21.00 – 22.00	90
		□ 40 x 40	21.00 – 22.00	120
		□ 45 x 45	21.00 – 22.00	150

Dari hasil data table pondasi tiang kurang dari yang direkomendasikan maka nilai daya dukung pondasi harus di reduksi dan dari data statigrafi diatas bisa disimpulkan berdasarkan data grafik sesuai dengan pengujian pengolahan data baik sampel sondir dalam kedalaman jenis lapisan tanah dari warna, konsistensi, hingga kelanauan tanah sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Statigrafi Lapisan Tanah

Hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah sudah dilakukan, dimana variasi nilai Parameter plastisitas berupa Indeks Patisitas (PI), *Void Ratio* (eo), kadar air (wn), nilai *index* kompresi (Cc), dan kuat geser (Cu). Pengamatan elevasi muka air tanah dilakukan paska pelaksanaan pekerjaan pengeboran selama 24 jam. Dari hasil pengamatan terhadap titik pengeboran pada area eksisting diperoleh informasi kedalaman muka air tanah sebagai berikut :

Tabel 9 Elevasi Muka Air Tanah

Titik	Kedalaman (m)
DB1	-3.20
DB2	-3.40
DB3	-3.45
DB4	-2.90
DB5	-2.35
DB6	-2.30
DB7	-2.40

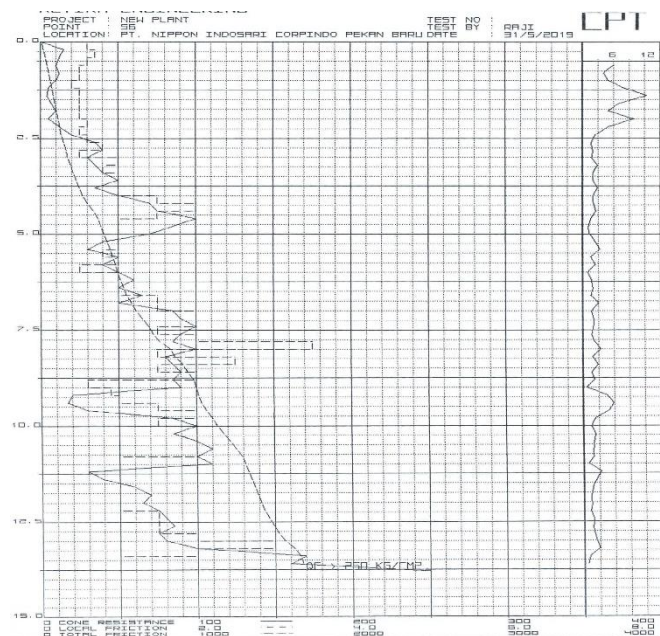
Pada konstruksi bangunan dengan beban medium hingga berat maka untuk keperluan perencanaan pondasi disarankan agar dipergunakan jenis pondasi dalam (deef foundation) berupa pondasi tiang pancang (*driven piles*) atau pondasi tiang bor (bored pile). Pemilihan jenis pondasi yang akan dipergunakan sangat bergantung pada situasi dan kondisi lingkungan sekitar area rencana proyek. Apabila dipergunakan jenis pondasi tiang pancang (*driven pile*), maka perlu dipertimbangkan efek dari pelaksanaan pekerjaan pemancangan terhadap bangunan eksisting disekitarnya. Berikut ini perkiraan kedalaman pondasi dengan nilai daya dukung yang optimal pada masing-masing area. Berikut hasil permeability untuk area DB. 3 dan DB. 5, berdasarkan :

Tabel 10 Hasil Uji Permeabilitas

Hole No	Test No	Permeability (cm/det)	Nilai rata-rata (cm/m ³)
B.3	1	0.0063868	6.24 x 10 ⁻³
	2	0.0063198	
	3	0.00626	
	4	0.0061869	
	5	0.0060694	
B.5	1	0.0235849	6.24 x 10 ⁻³
	2	0.0265596	
	3	0.0266907	
	4	0.0264117	
	5	0.0264164	

Kondisi Tanah Setelah Grouting

Pada hasil sondir sebelum di-grouting memiliki jenis tanah berupa lempung ketika diinterpretasikan jenis tanahnya dengan memplotkan nilai qc dan FR pada grafik klasifikasi tanah dari Robertson [7]. Pasir dan semen yang digunakan untuk melakukan grouting hanya sebagian materialnya yang berukuran lempung dan sedikit mengandung mineral lempung, sehingga akan mempengaruhi nilai FR dan qc ketika dilakukan interpretasi pembacaan hasil sondir. Setelah dilakukan grouting, tanah dengan konsistensi lunak berada mulai dari kedalaman 12,60 meter dengan nilai cone resistance 15 - 40 kg/cm². Hal ini dijumpai pada titik pengujian sondir SD 3 dan SD 4. Pada titik pengujian yang lain, mulai dari SD1, SD2, SD3, SD4, SD5, SD6, SD7, SD8, SD9 dan SD10, dijumpai secara berturut-turut kondisi tanah dengan konsistensi tergolong lunak pada kedalaman 15 meter, 15,40 meter, 16,60 meter, 7,2 meter, 14,2 meter dan 16,00 meter.



Gambar 5. Grafik klasifikasi tanah Ucapan Terima Kasih

Kesimpulan

Pembacaan data dilakukan setiap penurunan yang dihentikan pada kedalaman nilai maksimum yang diinginkan atau sampai batas maksimum pembacaan 15 sd 40 kg/cm². Analisis data dilakukan untuk mendapatkan dua parameter pada setiap kedalaman, yaitu : Nilai Perlawanan Konus (NK) dalam satuan kg/cm², Jumlah Hambatan Pelekat (JHP) dalam satuan kg/cm². Kedalaman 00,00 sd 60,00 mendapatkan

nilai N-SPT dengan nilai konus sondir (qc) berkisar antara 15 sd 40 kg/cm² yang mempunyai nilai perlawanan konus >250 kg/cm² dikedalaman yang bervariasi S1 sondir yang berhenti dikedalaman 5,00 m dan S2 sondir yang berhenti di kedalaman 10,20 m, S3 sondir yang berhenti dikedalaman 5,40 m dan S4 sondir yang berhenti di kedalaman 11,00 m. S5 sondir yang berhenti dikedalaman 11,60 m, dan S6 sondir yang berhenti di kedalaman 13,80 m dan S7 sondir yang berhenti dikedalaman 11,20 m. S8 sondir yang berhenti dikedalaman 13,20 m, S9 sondir yang berhenti di kedalaman 11,20 m dan S10 sondir yang berhenti dikedalaman 11,40 m.

Hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah sudah dilakukan, dimana variasi nilai Parameter plastisitas berupa Indeks Patisitas (PI), *Void Ratio* (eo), kadar air (wn), nilai *index* kompresi (Cc), dan kuat geser (Cu). Pengamatan elevasi muka air tanah dilakukan paska pelaksanaan pekerjaan pengeboran selama 24 jam. jenis pondasi dalam (*deef foundation*) berupa pondasi tiang pancang (*driven piles*) atau pondasi tiang bor (*bored pile*). Pemilihan jenis pondasi yang akan dipergunakan sangat bergantung pada situasi dan kondisi lingkungan sekitar area rencana proyek. Apabila dipergunakan jenis pondasi tiang pancang (*driven pile*), maka perlu dipertimbangkan efek dari pelaksanaan pekerjaan pemancangan terhadap bangunan eksisting disekitarnya

Setelah dilakukan *grouting*, tanah dengan konsistensi lunak berada mulai dari kedalaman 12,60 meter dengan nilai *conus resistance* 15 - 40 kg/cm². Hal ini dijumpai pada titik pengujian sondir SD 3 dan SD 4. Pada titik pengujian yang lain, mulai dari SD1, SD2, SD3, SD4, SD5, SD6, SD7, SD8, SD9 dan SD10, dijumpai secara berturut-turut kondisi tanah dengan konsistensi tergolong lunak pada kedalaman 15 meter, 15,40 meter, 16,60 meter, 7,2 meter, 14,2 meter dan 16,00 meter.

Daftar Rujukan

- [1] H.C. Hardiyatmo, Hary. "*Teknik Pondasi 1*". Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. 1996
- [2] H.C. Hardiyatmo, H.C. "*Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian I*". Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [3] Badan Standar Nasional Indonesia. "SNI 2827. 2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir*." Indonesia: Penerbit BSNI. 2008.
- [4] F. Fahriani, dan Y. Apriyanti. "*Daya Dukung dan Penurunan Pondasi pada Pesisir Pantai Timur Kabupaten Bangka*". *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, Vol. 8, No. 1, pp 38-47. 2020
- [5] F. Achmad. "*Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir di Kota Gorontalo*". Laporan Penelitian Dana PNBPN UNG, Gorontalo. 2012
- [6] S. Bahri., M.R. Razali. dan K.A. Elsandy. "*Pemetaan Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi Dangkal Di Wilayah Pesisir Pantai Kota Bengkulu*". *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, Vol. 8, No. 1, pp 49-58. 2016
- [7] P. K. Robertson. *Soil classification using the cone penetration test*. Canadian Geotechnical Journal, Vol. 27, No. 1, pp 151-158. 1990
- [8] J.E. Bowles. "*Analytical and computer Methods in Foundation Engineering*". McGraw-Hill Kogakusha. 1974
- [9] K.V. Terzaghi and R.B. Peck. "*Soil Mechanics in Engineering Practise*", A. Willey Int. Ed. Sec. John Willey & Sons, 1979.
- [10] J.E. Bowless. "*Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Edisi kedua*". Jakarta: Penerbit Erlangga. 1989

- [11] S.A. Nugroho, Z. Azmy, dan R. Safitri. "*Korelasi Parameter Kuat Geser Hasil Uji Geser Langsung dan Uji Triaksial pada Campuran Tanah Lempung Pasir*". Jurnal Sains dan Teknologi, Vol. 10, No. 1, pp 21-28. 2011
- [12] B.M. Das. "*Mekanika Tanah. (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid P*" Jakarta: Penerbit Erlangga. 1993
- [13] D. Aznald, I. Farni, dan R. Rahmat. "*Analisa Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Dengan Beban Vertikal Pada Proyek Pembangunan Gedung Dinas Prasarana Jalan, Tata Ruang, dan Permukiman Sumatera Barat*". Kumpulan Jurnal Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Vol 1, No. 2. 2014.
- [14] H. Wahyudi. "*Daya Dukung Pondasi Dalam*". Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember. 1999
- [15] S. Sosrodarsono dan K. Nakazawa. "*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*". Jakarta: Pradnya Paramita. 2000.
- [16] H. T. Wibowo, "*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, vol. 5, no. 2, pp. 362-368, Oct. 2013
- [17] J. Purba, N. M. Rangkuti, and M. Ardan, "*Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Perhotelan/ Apartemen/ Kondominium di Jalan Ring Road Medan*", JCEBT, vol. 1, no. 1, pp. 19–26, May 2017