

ANALISIS PENYELIDIKAN TANAH PERENCANAAN PEMBANGUNAN PASAR BARU DI PENYABUNGAN KABUPATEN MANDAILING NATAL SUMATERA UTARA

Simon Petrus Simorangkir

Lecturer S2, Universitas Asahan (UNA)
Jl. Jend. Ahmad Yani, Kisaran Timur, INDONESIA
sp.simorangkir@gmail.com

Abstrak

Hasil penyelidikan geoteknik di lapangan yaitu: 1). Konstruksi Ringan, Menggunakan pondasi dangkal (Spread Footing), Type : Pondasi Telapak (spread footing), Kedalaman :- 3.00 m dari elevasi existing, Tegangan ijin :6.78 T/m². 2) Konstruksi Berat, Menggunakan pondasi tiang, kedalaman 6 meter dengan diameter Pile 0.30 meter = 56,55 T/Pile, diameter 0,40 meter = 97.18 (T/Pile), diameter 0.50 meter = 148.70 (T/Pile), diameter 0.60 meter = 211.12 (T/Pile)

Kata-Kata Kunci : Daya Dukung Pondasi, Sondir, Standart Penetration Test (SPT)

I. Pendahuluan

Kabupaten Mandailing Natal berada di bagian selatan wilayah Provinsi Sumatera Utara pada lokasi geografis 0°10' - 1°50' Lintang Utara dan 98°50' - 100°10' Bujur Timur ketinggian 0 – 2.145 m di atas permukaan laut. Kabupaten ini merupakan bagian paling selatan dari Provinsi Sumatera Utara dan berbatasan langsung dengan Provinsi Sumatera Barat. Batas-batas wilayah kabupaten ini adalah : a. Batas bagian Utara : Kabupaten Tapanuli Selatan b. Batas bagian Timur : Kabupaten Padang Lawas, c. Batas bagian Selatan : Provinsi Sumatera Barat, d. Batas bagian Barat : Samudera Indonesia

Kabupaten dengan ibukota Panyabungan ini memiliki luas wilayah ± 6.620,70 km² (662.069,00 Ha) atau 9,24% dari seluruh wilayah Provinsi Sumatera Utara. Kecamatan Muara Batang Gadis memiliki wilayah yang paling luas yakni 143.502 Ha (21,67%), sedangkan Kecamatan Lembah Sorik Marapi memiliki wilayah yang paling kecil yakni 3.472,37 Ha (0,52%). Kabupaten Mandailing Natal dengan luas wilayah 662.069,99 Ha, dengan kepadatan penduduk terus meningkat. Jumlah penduduk di mandailing natal dirinci berdasarkan kecamatan serta kepadatan penduduk. Untuk kecamatan yang memiliki jumlah penduduk terbanyak terdapat pada Kecamatan Panyabungan dengan jumlah 82.468, serta jumlah penduduk terkecil terdapat pada Kecamatan Pakantan dengan jumlah 2.279. sedangkan untuk kepadatan tertinggi di Kabupaten Mandailing Natal. Terdapat pada Kecamatan Lembah Sorik Marapi dengan jumlah 478 Jiwa/Km² dan untuk yang terkecil terdapat pada Kecamatan Muara Batang Gadis dengan jumlah 11 jiwa/ Wilayah Kabupaten Mandailing Natal didominasi dengan wilayah ketinggian 100 – 500 meter di atas permukaan laut dengan luas 167.331,47 Ha atau 25,27 % dari luas wilayah

Kabupaten Mandailing Natal. Wilayah yang terkecil berada pada ketinggian 0 – 7 meter di atas permukaan laut dengan luas 27.414,04 Ha atau 4,14 % dari luas wilayah Kabupaten Mandailing Natal.

Tanah merupakan hasil evolusi dan mempunyai susunan teratur yang unik yang terdiri dari lapisan-lapisan yang berkembang secara genetik. Ada beberapa faktor pembentuk tanah antara lain berupa batuan induk, umur, topografi, iklim dan vegetasi. Interaksi dari faktor-faktor pembentukan tanah ini menghasilkan jenis-jenis tanah yang berbeda. Sifat fisik tanah mempunyai banyak kemungkinan untuk dapat digunakan sesuai dengan kemampuannya yang dibebankan kepadanya.

Proses pelapukan yang terjadi pada batuan penyusun di Kabupaten Mandailing Natal membentuk tanah yang dapat dibedakan 4 jenis, yaitu :

- Podsolik merah kekuningan, latosol, dan litosol, seluas 223.240 ha (33,72%) yang dominan terdapat di Kecamatan Natal, Batahan, Muara Batang Gadis, serta Kecamatan Kotanopan, Ulu Pungkut, dan Lembah Sorik Marapi.
- Podsolik coklat kekuningan, seluas 172.030 ha (25,98%) yang dominan terdapat di Kecamatan Natal, Panyabungan, Panyabungan Utara, Panyabungan Timur, Panyabungan Selatan, dan Panyabungan Barat.
- Organosol klei kelabu, seluas 80.900 ha (12,22%) yang dominan terdapat di Kecamatan Natal.
- Podsolik merah kekuningan dan litosol, seluas 76.900 ha (11,92%) yang dominan terdapat di Kecamatan Natal.

Secara fisiografi, Kabupaten Mandailing Natal termasuk dalam satuan fisiografi Graben Panyabungan yang merupakan bagian Sistem Patahan Sumatera. Lantai dasar graben ini berada

pada elevasi 200 m dpl dengan lebar maksimum 200 km. Tinggi maksimum dinding graben sebelah barat mencapai 1000 m sedangkan dinding graben sebelah timur mencapai 1700 m. Sebagian besar lantai graben ditempati oleh endapan aluvial.

Kondisi geologi di Kabupaten Mandailing Natal cukup kompleks, dengan jenis batuan yang berumur mulai dari Permokarbon sampai dengan Resen, terdiri dari berbagai jenis litologi mulai dari batuan beku, batuan metamorf dan batuan sedimen, kabupaten ini memiliki berbagai jenis bahan galian, terutama non- logam, yang beberapa jenis diantaranya cukup bagus untuk dikembangkan, seperti bahan galian granit, lempung, batu gamping, sirtu, tras, batupung, batusabak dan kuarsit.

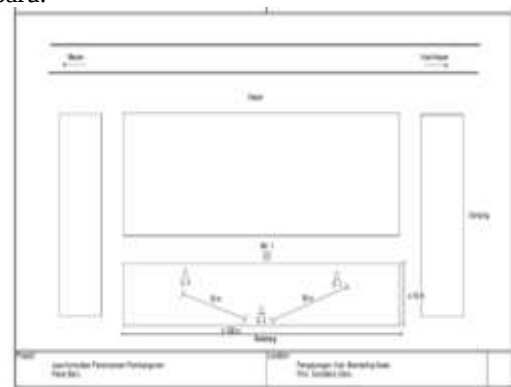
Jenis batuan paling banyak terdapat pada Formasi Paleogen seluas 196.910 Ha (29,30%) dengan mayoritas terdapat di Kecamatan Muara Batang Gadis. Jenis batuan permokarbon seluas 180.364,02 Ha (27,24%) mayoritas terdapat di Kecamatan Natal, Siabu, Panyabungan, sebagian terdapat di Kecamatan Kotanopan dan Kecamatan Muara Sipongi. Jenis formasi Andesit Muda seluas 171.529,86 Ha (25,91%) mayoritas terdapat di Kecamatan Batang Natal dan Kecamatan Kotanopan. Sedangkan jenis batuan yang paling sedikit adalah jenis batuan diabas seluas 1.835,19 Ha (0,28%).

Kecamatan Panyabungan dulunya hanya sebuah ibukota Kecamatan, kini sudah berkembang menjadi sebuah ibukota Kabupaten Mandailing Natal, yang sedang giat-giatnya melaksanakan pembangunan disegala bidang. Perubahan serta kemajuan telah banyak dialami sebagai akibat dari perkembangan dan pembangunan yang sedang dan terus dilaksanakan oleh pemerintah, baik pembangunan fisik, maupun dibidang kemasyarakatan dan ekonomi.

Salah satu aspek yang telah dibangun dan sedang berkembang adalah pasar tradisional pasar baru Panyabungan. Keberadaan pasar tradisional di kecamatan Panyabungan diawali dari sebuah pasar tradisional pasar lama Panyabungan yang berada pada jalan besar di Kecamatan Panyabungan. Pasar lama Panyabungan ini dulunya telah berkembang, namun keberadaan pedagang yang berada tepat ditepi jalan besar Panyabungan telah mengakibatkan terganggunya arus lalu lintas. Pasar lama Panyabungan sudah tidak dapat menampung banyaknya pedagang, dan banyaknya pembeli. Setelah ditingkatkannya status dari ibukota kecamatan menjadi ibukota Kabupaten sebagai hasil pemekaran Kabupaten Tapanuli Selatan menjadi Kabupaten Mandailing Natal (MADINA) dengan ibukotanya Panyabungan pada Maret 1999, maka pembangunan sarana dan prasarana pendukung relokasi pasar lama menjadi pasar baru Panyabungan mulai dilaksanakan. Dan akhirnya pada tahun 2004 pusat pasar lama yang sudah tidak memadai direlokasi ke pasar baru Panyabungan.

Akan tetapi dengan adanya komposisi penduduk menurut golongan umur di Kabupaten

Mandailing Natal menunjukkan bahwa penduduk didominasi oleh golongan usia produktif (15-64 tahun) sebesar 54,78% dari total jumlah penduduk. Banyaknya penduduk golongan usia produktif dapat menjadi salah satu faktor pendukung pertumbuhan wilayah Kabupaten Mandailing Natal. Dengan bertambahnya jumlah penduduk, maka perlunya pasar baru yang ada di Panyabungan, karena pasar sebagai bentuk pelayanan umum tempat terjadinya transaksi jual beli barang bagi masyarakat, merupakan salah satu cerminan perekonomian dan sosial budaya setiap komunitas di dunia ini. Seiring dengan perkembangan zaman, dari waktu ke waktu pasar mengalami evolusi bentuk tempat dan cara pengelolaannya, dari yang bersifat tradisional menjadi modern. Perkembangan tempat perbelanjaan di kota-kota dunia, baik dinegara Barat maupun Asia, semuanya melalui tahapan- tahapan, mulai dari pasar tradisional, yang kemudian mengalami proses modernisasi menjadi toserba, jaringan toko, shopping center, departement store, supermarket, spesialisasi dan diversifikasi profesi, serta struktur social ekonomi dan perubahan budaya masyarakat (West. A, 1994). Sebelum pembangunan konstruksi pasar baru, dilakukan penyelidikan tanah. Dengan penyelidikan tanah tersebut dapat dilakukan perencanaan pondasi yang digunakan pada pembangunan pasar baru. Adanya penyelidikan tanah maka dapat diketahui daya dukung pondasi untuk pembangunan pondasi pasar baru.



Gambar 1. Site Lay Out

II. Tinjauan Pustaka

2.1 Pendahuluan

Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mendapatkan data teknis tanah yang ditujukan untuk merencanakan suatu jenis pondasi, jenis perkerasan, perkuatan tebing yang aman dengan dimensi seekonomis mungkin. Data teknis ini umumnya dihasilkan oleh test lapangan dan test laboratorium. Test lapangan dalam hal ini ditujukan untuk mendapatkan data kekuatan tanah sedangkan test laboratorium yang dilakukan terhadap contoh tanah yang diambil pada kedalaman tertentu di lapangan ditujukan untuk mengetahui sifat fisik tanah, sifat deformasi dan sebagainya.

Ketelitian dari hasil yang diperoleh dari penyelidikan tanah tergantung dari banyak faktor yang dimulai pada saat pertama kali proses penyelidikan dilakukan sampai dengan cara penyelidikan di laboratorium dilaksanakan. Suatu penyelidikan tanah dikatakan berhasil bila contoh tanah yang diambil terganggu sesedikit mungkin sehingga sesuai dengan keadaannya di lapangan serta diselidiki di laboratorium sesuai dengan rencana menurut standar prosedur yang berlaku.

Penyelidikan baik di lapangan maupun di laboratorium sebenarnya direncanakan untuk meniru keadaan yang dialami sesungguhnya oleh tanah di lapangan terutama untuk mempelajari perubahan sifat teknisnya akibat beban yang sedang dan akan dialami di lapangan.

Kegagalan atau kesalahan dalam penyelidikan tanah umumnya dapat dikategorikan sebagai berikut:

- Kegagalan dalam mendapatkan contoh tanah tak terganggu (undisturb).
- Kegagalan dalam pembuatan program penyelidikan tanah.
- Kegagalan oleh karena kelalaian petugas yang melakukan penyelidikan.

2.2 Latar Belakang Penyelidikan

Pekerjaan Penyelidikan tanah (*soil investigation*) ini merupakan bagian Pekerjaan Jasa Konsultasi Perencanaan Pembangunan Pasar Baru yang berlokasi di Penyabungan, Kab. Mandailing Natal - Prov. Sumatera Utara, yang membutuhkan adanya penyelidikan tanah khususnya pada lokasi rencana bangunan.

Dalam perencanaan pondasi konstruksi bangunan dalam hal ini diperlukan adanya Penyelidikan mengetahui parameter-parameter tanah yang akan digunakan dalam perhitungan daya dukung tanah pondasi. Daya dukung tanah sangat berpengaruh pada bentuk dan dimensi pondasi agar diperoleh perencanaan pondasi yang optimal.

Pondasi adalah suatu bagian konstruksi bangunan bawah (sub structure) yang berfungsi untuk meneruskan beban konstruksi atas (*upper structure/super structure*) yang harus kuat dan aman untuk mendukung beban dari konstruksi atas (*upper structure/super structure*) serta berat sendiri pondasi.

Untuk dapat memenuhi hal tersebut diatas, dilaksanakan Penyelidikan tanah (*soil investigation*) di Lapangan dan Laboratorium untuk memperoleh parameter-parameter tanah berupa jenis dan sifat tanah dari pengujian pengeboran, nilai “N” dari pengujian standart penetration test serta indeks properties dan engineering properties dari hasil pengujian Laboratorium (*Laboratory test*) yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi.

Secara garis besar beberapa persoalan tanah diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Hal keseimbangan atau stabilitas, untuk itu perlu diketahui mengenai :
 - a. Beban / muatan yang bekerja pada tanah

- b. Besar dan distribusi tekanan akibat muatan terhadap tanah
- c. Perlawanan dari tanah.
 - Muatan yang bekerja pada tanah tergantung dari tipe / macam struktur dan berat tanah.
 - Tanah dianggap material yang isotropis, tekanan dapat dihitung secara analisa matematik.
 - Perlu adan yapengambilan contoh tanah untuk penyelidikan di laboratorium untuk mengetahui karakteristik / sifat tanah.
2. Deformasi, dapat dalam keadaan plastis atau elastis, sehubungan dengan hal tersebut, perlu diketahui :
 - a. Muatan yang bekerja (beban bekerja)
 - b. Besar dan distribusi tekanan yang berpengaruh
 - c. Besar dan perbedaan penurunan
3. Drainase, menyangkut hal deformasi dan stabilitas

2.3 Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah merupakan salah satu kegiatan dalam bidang geoteknik yang dilakukan untuk memperoleh sifat dan karakteristik tanah untuk kepentingan desain rekayasa (engineering). Menurut SNI 8460-2017, Ada 2 jenis penyelidikan tanah yaitu, penyelidikan lapangan (*in situ test*) dan penyelidikan laboratorium (*Laboratory test*).

A. Sondir atau CPT

Menurut SNI-2827-2008, Dalam desain struktur tanah fondasi sering dilakukan analisis stabilitas dan perhitungan desain fondasi bangunan dengan menggunakan parameter tanah baik tegangan total maupun tegangan efektif. Parameter perlawanan penetrasi dapat diperoleh dengan berbagai cara. Salah satunya dengan melakukan uji Sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*).

Tujuan pengujian sondir atau CPT adalah untuk memperoleh parameter-parameter perlawananan penetrasi lapisan tanah di lapangan (penetrasi quasi statik). Parameter tersebut berupa perlawanan konus (qc), perlawanan geser (fs), angka banding geser (Rf), dan geseran total tanah (Tf).

Parameter tanah setiap lapisannya dapat dengan mudah diperoleh dan dianalisis dengan melakukan pengujian sondir atau CPT . Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (qc) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah.

Data CPT dapat digunakan untuk menetapkan kapasitas dukung yang diperbolehkan dan untuk merancang tiang pancang. Data dapat digunakan untuk menguatkan metode – metode pengujian lain dan dapat digunakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah.

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
Qc	fs	
6,0	0,15 - 0,40	Humus, lempung sangat lunak
6,0 - 10,0	0,20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20 - 0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10,0 - 30,0	0,10	Kerikil lepas
	0,10 - 0,40	Pasir lepas
	0,40 - 0,60	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80 - 2,00	Lempung agak kenyal
30 - 60	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,0 - 3,0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60 - 150	1,0	Kerikil kepasiran lepas
	1,0 - 3,0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung Kelanauan
	3,0	Lempung kekerikilan kenyal
150 - 300	1,0 - 2,0	Pasir padat, pasir kekerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat Padat

B. Standart Penetration Test (SPT)

Uji penetrasi standar (SPT) adalah tes penetrasi dinamis in-situ yang dirancang untuk memberikan informasi tentang sifat-sifat geoteknik tanah.

Standart Penetration Test (SPT) dilakukan untuk mengestimasi nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah yang diuji. Untuk melakukan pengujian SPT dibutuhkan sebuah alat utama yang disebut Standard Split Barrel Sampler atau tabung belah standar. Alat ini dimasukkan ke dalam Bore Hole setelah dibor terlebih dahulu dengan alat bor. Alat ini diturunkan bersama-sama pipa bor dan diturunkan hingga ujungnya menumpu ke tanah dasar. Setelah menumpu alat ini kemudian dipukul (dengan alat pemukul yang beratnya 63,5 kg) dari atas. Pada pemukulan pertama alat ini dipukul hingga sedalam 15,24 cm. Kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm. Pada pukulan kedua inilah muncul nilai "N" yang merupakan manifestasi jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk membuat tabung belah standar mencapai kedalaman 30,48 cm.

Menurut teori Terzaghi dan Peck, hubungan nilai N dengan kerapatan relatif adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hubungan nilai N dengan kerapatan relatif

Nilai N	Kerapatan Relatif (Dr)
< 4	Sangat Tidak Padat
4-10	Tidak Padat
10-30	Kepadatan Sedang
30-50	Padat
>50	Sangat Padat

Nilai N rata-rata ditentukan dengan rumus:

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n ti}{\sum_{i=1}^n ti/Ni} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Standar tentang 'Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT' di Indonesia adalah SNI 4153-2008, yang merupakan revisi dari SNI 03-4153-1996), yang mengacu pada ASTM D 1586-84 "Standard penetration test and split barrel sampling of soils"

2.3.1 Daya Dukung Pondasi dari Nilai "N" Hasil Pengujian Standart Penetration Test (SPT)

Untuk menghitung daya dukung tiang dari nilai "N" hasil pengujian standard penetration test (SPT) dipakai persamaan "Mayerhoff" sebagai berikut :

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_i = \frac{Q_p}{FK\ 1} + \frac{Q_s}{FK2} \quad \dots\dots(2)$$

$$Q_p = 40\ N_r \cdot A_p$$

$$Q_s = (A_s \cdot N_k)/5$$

$$A_s = A_k \cdot L_i$$

Di mana :

Q_u = Daya dukung ultimate tiang (ton)

Q_i = Daya dukung izin tiang (ton)

N_r = Nilai "N" rata-rata 4 D keatas dan D dibawah

D = diameter tiang

A_p = Luas penampang tiang pancang/sheet pile cm^2

A_s = Luas permukaan/sisi tiang yang tertanam

N_k = Nilai N rata-rata sepanjang tiang yang tertanam.

A_k = Keliling tiang pancang (cm)

L_i = Panjang tiang yang tertanam didalam tanah

$FK1$ = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (dipakai 3) $FK2$ = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (dipakai 5)

2.3.2 Daya Dukung Tanah Pondasi Tiang dari Hasil Sondir

Dari hasil pengujian sondir daya dukung tanah pondasi tiang menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_p = A_p \cdot CR_r$$

$$Q_s = TSF \cdot A_k$$

$$Q_i = \frac{Q_p}{FK\ 1} + \frac{Q_s}{FK2}$$

Di mana :

Q_u = Daya dukung ultimate tiang (kg atau ton)

Q_i = Daya dukung izin tiang (kg atau ton)

Q_p = Daya dukung ujung tiang (kg atau ton)

Q_s = Daya dukung lekat (friction) kg atau ton

TSF = Jumlah hambatan lekat (total skin friction) kg/cm.

CRr = Perlawanan konus (Cone Resistant) rata-rata 4 D keatas dan 4 D kebawah (D = diameter tiang)

Ap = Luas penampang tiang (cm²)

Ak = Keliling tiang (cm)

FK1 = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (dipakai 3)

FK2 = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (dipakai 5)

Dengan menggunakan rumus tersebut di atas dilakukan perhitungan daya dukung tiang diameter 25 cm, 30 cm 35 cm, 40 cm, 45 cm dan 50 cm untuk titik pengujian sondir.

2.3.3 Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal Dari Hasil Sondir.

Untuk menghitung daya dukung tanah dari hasil pengujian penetrasi sondir dipakai rumus sebagai berikut :

$$Q_u = \frac{CR}{15}$$

$$Q_i = \frac{Q_u}{FK} \quad \dots(3)$$

Di mana :

Qu = Daya dukung ultimate tanah (ton/m²)

Qi = Daya dukung izin tanah (ton/m²)

CR = Perlawanan konus (Cone Resistant)

15 = Faktor Reduksi

FK = Faktor Keamanan (diambil 2)

III. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Pengeboran dengan Bor Mesin

Hasil pengujian pengeboran dengan alat bor mesin berupa diskripsi tanah secara visual menurut kedalaman lobang bor berupa diskripsi tanah menurut kedalaman seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Deskripsi Tanah Pada Lobang Bor, BH – 1.

No	Kedalaman (m)	Tebal Lapisan (m)	Deskripsi Tanah
1	0.00 – 0.50	0.50	Aspal dan timbunan batuan
2	0.50 – 4.50	4.00	Lempung berlanau kepasiran bercampur gravell halus, berwarna abu-abu gelap, kekakuan sedang, plastis sedang, kadar air sedang.
3	4.50 – 15.00	10.50	Pasir halus berlanau, berwarna ba-abu gelap, kepadatan sedang kepadat, tidak berplastis, kadar air rendah.
4	15.00 – 30.45	15.45	Pasir halus berlanau, berwarna ba-abu gelap, padat, tidak berplastis, kadar air rendah.

3.2 Hasil Pengujian Standart Penetration Test (SPT)

Berdasarkan hasil pengujian Standart Penetration Test (SPT), tingkat kepadatan relatif dari lapisan pasir dapat diketahui yaitu :

Tabel 4. Kepadatan Relatif Lapisan Pasir

N	:	0 – 4	Sangat Lepas
N	:	4 – 10	Lepas
N	:	10–30	Sedang
N	:	30–50	Padat
N	:	> 50	Sangat Padat

Tingkat kepadatan relatif dari lapisan tanah Lempung dapat diketahui yaitu :

Tabel 5. kepadatan relatif lapisan lempung

N	:	0	Sangat Lunak
N	:	2	Lunak
N	:	4	Sedang
N	:	8	Keras/Kaku
N	:	15	Sangat Keras
N	:	> 30	Padat

Hasil pengujian standard penetration test (SPT) setiap interval 2 m pada lobang bor masing masing titik bor dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Standard Penetration Test (SPT)

No	Kedalaman (m)	BH-1
1	2.00 - 2.45	20
2	4.00 - 4.45	48
3	6.00 - 6.45	52
4	8.00 - 8.45	56

5	10.00 - 10.45	58
6	12.00 - 12.45	50
7	14.00 - 14.45	52
8	16.00 - 16.45	55
9	18.00 - 18.45	57
10	20.00 - 20.45	51
11	22.00 - 22.45	54
12	24.00 - 24.45	59
13	26.00 - 26.45	61
14	28.00 - 28.45	64
15	30.00 - 30.45	60

3.3 Hasil Pengujian Sondir

Data hasil pembacaan manometer pada alat sondir yaitu perlawanan ujung/konus (end resistance/cone resistant) dengan symbol CR dinyatakan dalam kg/cm² dan total perlawanan (total resistant) dinyatakan dalam kg/cm², maka dilakukan perhitungan hambatan lekat (skin friction) symbol SF dinyatakan dalam kg/cm dan jumlah hambatan lekat (total skin friction) symbol TSF dinyatakan dalam kg/cm dan selanjutnya digambarkan dalam bentuk grafik sondir (graphic sondering test) yaitu hubungan perlawanan penetrasi konus (cone resistant) dengan kedalaman (depth) dan hubungan jumlah hambatan lekat (*total skin friction*) dengan kedalaman (depth). Berdasarkan hasil pengujian penetrasi sondir yaitu dari data perlawanan konus (cone resistant =CR), tingkat kepadatan relatif dari lapisan tanah dapat diketahui yaitu :

CR (kg/cm²) : 0 -16 Sangat Lepas
 CR (kg/cm²) : 16-40 Lepas
 CR (kg/cm²) : 40-120 Sedang
 CR (kg/cm²) : 120-200 Padat
 CR (kg/cm²) : > 200 Sangat Padat.

Hasil pelaksanaan pengujian penetrasi sondir sebanyak 3 titik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Pengujian Sondir

No	Kedalaman Test (m)	Perlawanan Konus CR	Jumlah Hambatan lekat TSF
		(Kg / cm ²)	(Kg / cm)
S. 1	4.80	203	268
S. 2	4.40	206	254
S. 3	5.20	204	266

Dari Tabel 7 di atas bahwa pada kedalaman tersebut untuk ke 3 (tiga) titik sondir dijumpai tanah dengan tingkat kepadatan yang sedang sampai tinggi.

3.4 Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil pemeriksaan laboratorium ini adalah hasil dari contoh (*sample*) yang dibawa dari lapangan. Contoh tanah yang dibawa dari lapangan ini ada yang bersifat terganggu (*disturbed sample*) dan contoh tanah (*sample*) tidak terganggu (*undisturbed sample*). Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada Tabel 8 dan 9.

Tabel 8. Hasil Pengujian Laboratorium

Bore Hole No.		BH. 1		
Sample Depth (m)		5.00 – 5.50	9.50 - 10.00	15.00 – 15.50
Condition of sample		UDS	UDS	DS
Moisture Content	W (%)	25.32	23.86	21.75
Natural Density	w (gr/cc)	1.718	1.734	-
Dry Density	(gr/cc)	1.371	1.400	-
Spesific Gravity	Gs	2.587	2.592	2.598
Void Ratio	E	0.8871	0.8515	-
Porosity	N	0.4701	0.4599	-
Degree of Saturation	Sr (%)	73.84	72.63	-
Atterberg Limit Test				
Liquit Limit LL	(%)	-	-	-
Plastic Limit PL	(%)	NP	NP	NP
Plastic Index PI	(%)	NP	NP	NP
Sieve Analisis				

Test				
No. 4	Passing Percent	100.00	100.00	100.00
No. 10	Passing Percent	100.00	99.73	98.41
No. 20	Passing Percent	99.06	98.02	96.15
No. 40	Passing Percent	96.11	95.27	91.81
No. 60	Passing Percent	84.35	82.67	77.26
No. 100	Passing Percent	55.82	53.65	51.27
No. 200	Passing Percent	24.51	22.63	23.81
Unconfined Compression Test				
qult (Kg/cm ²)		NP	NP	-
Strain (%)		-	-	-
Direct Shear Test				
Internal Friction (Degree)		34°	38°	-
Cohesion C (Kg / cm ²)		0.045	0.026	-

Tabel 9. Hasil Pengujian Laboratorium

Bore Hole No.		BH. 1		
Sample Depth (m)		19.50 – 20.00	25.00 – 25.50	29.50 - 30.00
Condition of sample		DS	DS	DS
Moisture Content	W (%)	20.62	21.11	20.34
Natural Density	w (gr/cc)	-	-	-
Dry Density	(gr/cc)	-	-	-
Spesific Gravity	Gs	2.602	2.610	2.615
Void Ratio	E	-	-	-
Porosity	N	-	-	-
Degree of Saturation	Sr (%)	-	-	-
Atterberg Limit Test				
Liquit Limit LL	(%)	-	-	-
Plastic Limit PL	(%)	NP	NP	NP
Plastic Index PI	(%)	NP	NP	NP
Sieve Analysis Test				
No. 4	Passing Percent	98.12	97.47	96.38
No. 10	Passing Percent	97.36	95.71	92.84
No. 20	Passing Percent	93.68	91.92	85.65
No. 40	Passing Percent	87.54	82.62	74.95
No. 60	Passing Percent	75.45	69.84	56.23
No. 100	Passing Percent	48.14	42.35	36.52
No. 200	Passing Percent	21.75	19.74	18.67

3.5 Perhitungan daya dukung izin vertikal (Qi) pondasi tiang dari data SPT

Digunakan faktor keamanan untuk perlawanan penetrasi ujung = 3, untuk perlawanan lekat dipakai = 5, dapat dilihat pada grafik dan perhitungan daya dukung pada Tabel 10.

Tabel 10. Daya Dukung Tiang Dari Data SPT BH. 1

Kedalaman (m)	D=30cm (ton)	D=40cm (ton)	D=50cm (ton)	D=60cm (ton)
2.00	32.80	57.97	90.27	129.68
4.00	41.54	72.15	111.13	158.49
6.00	56.55	97.18	148.70	211.12
8.00	63.76	108.19	164.21	231.82
10.00	67.40	12.77	169.58	237.85
12.00	69.89	115.53	172.34	240.32
14.00	72.85	119.05	176.22	244.34
16.00	79.16	128.45	189.18	261.36
18.00	83.11	133.57	195.41	268.64
20.00	86.64	138.13	200.94	275.06
22.00	91.32	144.66	209.45	285.69
24.00	98.88	156.14	225.55	307.10
26.00	106.60	167.82	241.89	328.80
28.00	111.70	174.77	250.75	339.65
30.00	116.52	181.33	259.13	349.91

3.6 Hasil pengujian sondir dilapangan

Dari hasil pengujian sondir dilapangan dan hasil analisa perhitungan diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Titik S. 1 : - Kepadatan sedang ke tinggi : kedalaman 3.60m – 4.80m, CR = 74 – 203 kg/cm².

Titik S. 2 : - Kepadatan rendah ke sedang : kedalaman 3.40m – 4.40m, CR = 124 – 206 kg/cm².

Titik S. 3 : - Kepadatan rendah ke sedang : kedalaman 3.60m – 5.20m, CR = 84 – 204 kg/cm².

3.7 Daya dukung izin (Qi) vertikal pondasi tiang dari data Sondir

Daya dukung izin (Qi) vertikal pondasi tiang dari data Sondir dengan mengambil faktor keamanan 3 untuk perlawanan penetrasi ujung dan 5 untuk perlawanan lekat dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Daya Dukung Tiang Dari Data Sondir

No Titik	Kedalaman (m)	D=10cm (ton)	D=20cm (ton)	D=30cm (ton)	D=40cm (ton)	D=50cm (ton)
S. 1	4.80	6.39	21.63	44.73	75.19	111.88
S. 2	4.40	6.43	21.66	44.36	73.81	109.61
S. 3	5.20	6.59	22.70	47.57	80.47	120.52

IV. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penyelidikan geoteknik yaitu:

1. Konstruksi Ringan, Menggunakan pondasi dangkal (*Spread Footing*)

Type : Pondasi Telapak (*spread footing*)
 Kedalaman : - 3.00 m dari elevasi *existing*
 Tegangan ijin : 6.78 T/m².

2. Konstruksi Berat , Menggunakan pondasi tiang

Kedalaman Pile (m)	Diameter Pile 0.30 m (T/Pile)	Diameter Pile 0.40 m (T/Pile)	Diameter Pile 0.50 m (T/Pile)	Diameter Pile 0.60 m (T/Pile)
6.00	56.55	97.18	148.70	211.12

4.2 Saran

Perencanaan pondasi bangunan disarankan hal – hal sebagai berikut :

1. Daya dukung pondasi harus lebih besar dari beban maksimum yang bekerja.
2. Untuk pondasi tiang pancang perlu dihitung efisiensi kelompok tiang, daya dukung tarik dan daya dukung lateral/horizontal.
3. Faktor kemaanan disarankan dipakai untuk beban vertikal = 1.50, beban tarik = 2.00, beban horizontal = 2.00.
4. Untuk pondasi tiang pancang kelompok (pile group) perlu dihitung efisiensi kelompok tiang, daya dukung izin maksimum untuk satu tiang dalam kelompok tiang, daya dukung tarik dan daya dukung vertikal/horizontal dan dikontrol terhadap penurunan pondasi apabila tidak diletakkan pada lapisan sangat padat.
5. Untuk pondasi setempat/dangkal agar dikontrol terhadap penurunan, guling dan geser.

Daftar Pustaka

- [1]. Suyono Sosrodarsono, 1980, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*.
- [2]. SNI 2827. 2008, *Cara Uji Penetrasi Lapangan Dengan Alat Sondir*. Indonesia : Penerbit Badan Standart Nasional.
- [3]. 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, USU, Medan
- [4]. Das, B.M., 2002, *Principles of Geotechnical Engineering*, Book Cole Engineering Division, California
- [5]. Standar Nasional Indonesia 8640, 2017, *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, BSN.
- [6]. Bowles, J.E., *Engineering Properties of Soil and Their Measurements*, Mc Graw Hill Book Company. CPT Versi 2.0-95, Universitas Katolik Parahyangan.
- [7]. Das, B.M., *Principle of Geotechnical Engineering*, PWS Publishing Company, Boston
- [8]. Hunt, R.E., *Geotechnical Engineering Techniques and Practice*, Mc Graw Hill Book Company.
- [9]. Guy Sanglerat, Gilbert Olivari, Bernard Cambou, *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*.
- [10]. Rahardjo, P., 2008, *Penyelidikan Geoteknik dengan Uji In-situ*, GEC UK Parahyangan, Bandung.