

**PEMILIHAN JENIS FONDASI
BERDASAR DAYA DUKUNG TANAH dan JENIS BANGUNAN
(Studi Kasus di Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan)**

Supriyanto¹, Maryanto²

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Borobudur

Abstrak

Penyelidikan tanah diperlukan dalam perencanaan fondasi bangunan untuk menjamin keamanan bangunan terhadap penurunan tanah, pergeseran tanah serta bencana alam lain seperti gempa bumi dan angin puting beliung. Perencanaan fondasi menyesuaikan kondisi tanah (susunan lapisan tanah & daya dukung),

Penyelidikan tanah menggunakan Mesin Bor atau Bor Dalam (Deep Boring) akan memperoleh N_{SPT} , Susunan Lapisan Tanah dan UDS (Undisturb Sample) serta Cone Penetrometer Test (CPT)/Sondir akan memperoleh konsistensi tanah (q).

Metode untuk menghitung daya dukung tanah, menggunakan persamaan empiris, berdasar teori-teori berdasar hasil uji lapangan. Metode tersebut adalah Metode Meyerhof , Schmertmann dan Terzaghi & Peck .

Lokasi pengambilan data berada di Dusun Bossolo Desa Toddolimae Kecamatan Tompobulu Kab Maros Prov Sulawesi Selatan. Kawasan ini berupa bukit yang berbatu dengan tutupan lahan berupa pepohonan dan semak belukar. Luas lahan +/- 50 Ha . Rencana akan dibangun dan dikembangkan sebagai Kawasan Pabrik . Jumlah titik pengambilan data dengan metoda penyelidikan sondir yaitu 27 titik dan bor dalam yaitu 12 titik .

Hasil penyelidikan Sondir rerata pada kedalaman 2 m, sudah mencapai $q = 250 \text{ kg/m}^2$.. Sedangkan hasil penyelidikan dari N_{SPT} , didapat kondisi lapisan tanah keras $N_{SPT} \geq 40$,pada kedalaman 5 m. Lapisan tanahnya dapat berupa lempung keras (cadas), lanau, pasir , kerikil (gravel) , batu kapur , batuan bongkah (boulder) dan batuan lempeng (Rock) . Dengan mengetahui Daya Dukung Tanah maka fondasinya dapat dipilih jenis fondasi dangkal atau dalam, bergantung beban & tinggi bangunan.

Kata kunci : *Bearing Capacity , N_{SPT} , Konsistensi Tanah,UDS*

¹ Dosen Fakultas Teknik, Universitas Borobudur Jakarta

² Laboran Fakultas Teknik, Universitas Borobudur Jakarta

1. Pendahuluan

Penyelidikan tanah diperlukan dalam perencanaan fondasi bangunan. Perencanaan fondasi menyesuaikan dengan kondisi tanah (susunan lapisan tanah & daya dukung), untuk menjamin keamanan bangunan terhadap penurunan tanah, pergeseran tanah serta bencana alam lain seperti gempa bumi dan angin puting beliung.

Penyelidikan tanah yang di maksud adalah penyelidikan yang menggunakan Mesin Bor atau Bor Dalam (Deep Boring) dan Cone Penetrometer Test (CPT)/Sondir . Bor Dalam untuk mendapatkan N_{SPT} dan susunan perlapisan tanah (Lempung-Lanau-Pasir-Kerikil-Batuan) dan UDS. Sedangkan Sondir untuk mendapatkan informasi kekerasan lapisan tanah (konsistensi), dari nilai perlawanan qonus dan hambatan lekat tanah. Dengan penyelidikan tanah yang baik akan memberikan informasi perlapisan tanah dibawahnya (stratifikasi tanah), baik daya dukung tanah serta sifat fisik dan mekanik tanah yang cukup , untuk perencanaan fondasi bangunan terbaik, memenuhi syarat teknik dan ekonomis.

Fondasi bangunan , berfungsi menahan seluruh beban (beban hidup dan beban mati) yang berada di atasnya dan gaya-gaya dari luar serta meneruskan beban menuju lapisan tanah pendukung di bawahnya (Bearing Capacity)

Pemilihan jenis fondasi tergantung pada jenis lapisan tanah yang ada di bawahnya ,daya dukung (Bearing Capacity) dan beban bangunan diatasnya. . Apabila lapisan tanahnya keras , maka daya dukungnyapun cukup kuat untuk menahan beban diatasnya (bangunan).

Metode untuk menghitung daya dukung tanah, menggunakan persamaan empiris, berdasar teori-teori berdasar hasil uji lapangan. Metode tersebut adalah metode Terzaghi & Peck, Meyerhof dan Schmertmann . Metode metode tersebut mempunyai anggapan/ asumsi yang berbeda. Metode tersebut mempunyai rumusan yang berbeda dan anggapan-anggapan yang berbeda pula dan mempunyai keterbatasan dalam penggunaannya. Dari 3 metode tersebut akan menghasilkan nilai daya dukung yang hampir sama atau sangat berbeda. Hasil dari analisis ini bertujuan untuk memperoleh nilai daya dukung tanah yang optimal di suatu kawasan. Sehingga mendapatkan perbandingan besaran nilai daya dukung tanah dari metode tersebut untuk perencanaan fondasinya.

Lokasi pengambilan data berada di Dusun Bossolo Desa Toddolima Kecamatan Tompobulu Kab Maros Prov Sulawesi Selatan. Kawasan ini berupa bukit yang berbatu dengan tutupan lahan berupa pepohonan dan semak belukar. Luas lahan +/- 50 Ha , Rencana akan dibangun sebagai Kawasan Pabrik .

Pengambilan Data dengan metoda penyelidikan sondir (di 27 titik) dan bor dalam (di 12 titik). Rencana bangunan 1 - 2 lantai. Hasil penyelidikan Sondir rerata pada kedalaman 2 m, sudah mencapai $q = 250 \text{ kg/m}^2$). Sedangkan hasil penyelidikan dari N_{SPT} , didapat kondisi lapisan tanah keras $N_{SPT} \geq 40$,pada kedalaman 5 m. Lapisan tanahnya dapat berupa lempung keras (clay), lanau, pasir , kerikil (gravel) , batu kapur dan batuan bongkah (boulder). Dengan informasi tersebut, dapat dihitung daya dukung tanahnya maka fondasinya dapat dipilih menggunakan fondasi dangkal maupun dalam bergantung beban & tinggi bangunan.

2. Tinjauan Pustaka

Daya dukung tanah dihitung dengan persamaan analitis dan persamaan empiris. Perhitungannya menggunakan data karakteristik tanah yaitu N_{SPT} , Klasifikasi jenis lapisan tanah (Pemboran), Data Indeks/Physical dan Mechanical/Engineering Properties (Uji Sample di Laboratorium) serta Data Sondir . Selain itu memasukan pendekatan faktor keamanan (safety factor)

Informasi karakteristik tanah hasil penyelidikan diharapkan menggambarkan karakter tanah sedalam lubang bor di lapangan. Dalam hal terbatasnya nilai karakteristik tanah, maka dilakukan pendekatan konversi dari nilai kepadatan tanah atau konsistensi dan klasifikasi jenis tanahnya, dari literatur.

Daya dukung yang didapat harus dibandingkan dengan besarnya tegangan yang didistribusikan oleh pondasi ke tanah dasar (beban bangunan dibagi luas pondasi). Intinya bahwa Daya dukung tanah netto (q_a) > tegangan akibat bangunan diatasnya. .

Dalam pemilihan jenis pondasi sesuai beban yang ditanggung lapisan tanah, maka dapat ditentukan jenisnya yaitu Pondasi Dalam atau Pondasi Dangkal. Peck dkk membedakan pondasi dalam dan dangkal dari nilai kedalaman (D_f/B), D_f : Nilai Kedalaman Pondasi B : Lebar Pondasi

$(D_f/B) > 4$: Pondasi Dalam

$(D_f/B) \leq 1$: Pondasi Dangkal

Daya Dukung ijin adalah beban maksimum persatuan luas dimana tanah masih mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan, dengan memperhitungkan faktor keamanan. Jika dinyatakan dengan persamaan adalah Daya Dukung Ijin = Daya Dukung Ultimit/ S_f , biasanya $S_f = 3$. Daya Dukung Ijin dapat dihitung berdasar N_{SPT} , Data Indeks Property & Engineering Property dan Q Sondir.

2.1 Daya Dukung Berdasar Data N_{SPT}

a. PONDASI DALAM

Daya dukung tiang pada tanah pondasi umumnya diperoleh dari *jumlah daya dukung terpusat tiang dan tahanan geser pada dinding tiang* seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1 dibawah ini dan besarnya daya dukung yang diijinkan R_a diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

$$R_a = \frac{1}{n} R_u = \frac{1}{n} (R_p + R_f)$$

n : faktor keamanan

R_u : daya dukung batas pada tanah pondasi (ton)

R_p : daya dukung terpusat tiang (ton)

R_f : Gaya geser dinding tiang (ton)

Secara praktis perkiraan ini berdasarkan rumus yang diajukan oleh Terzaghi ataupun Meyerhof :

$$R_u = q_d A + U \cdot \sum (l_i \cdot f_i)$$

q_d : Daya dukung terpusat tiang (ton)

A : Luas Ujung Tiang (m^2)

U : Keliling Tiang (m)

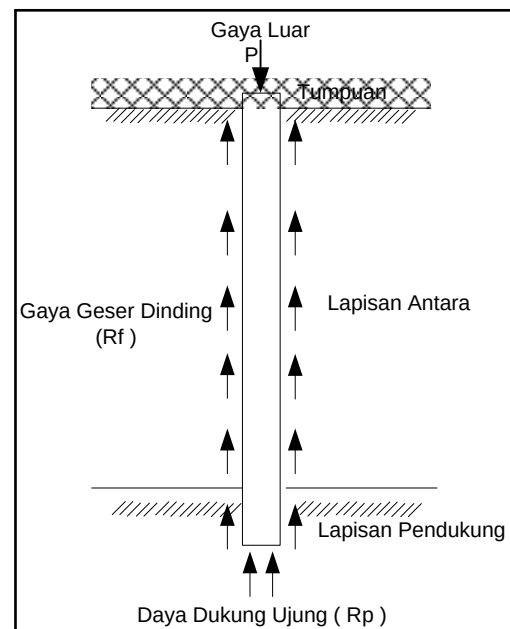
l_i : Tebal lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang

f_i : Besarnya Gaya geser maksimum dari lapisan tanah dengan memperhitungkan geseran dinding tiang (ton/m^2)

Tahap Perhitungan Penentuan Daya Dukung Tiang mengacu nilai N

1) Menentukan Panjang ekivalen dari penetrasi tiang

Gambar 2.1 Gaya Pada Tiang Pondasi Dalam



$$\bar{N} = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2}$$

$\bar{N}$ Dimana: Harga N rata-rata untuk perencanaan tanah pondasi pada ujung tiang

N_1 : Harga N pada ujung tiang

$\bar{N}_2$: Harga rata-rata N pada jarak $4D$ dari ujung tiang

2) Daya Dukung pada ujung Tiang (R_p)

Perkiraan satuan (unit) daya dukung terpusat q_d diperoleh dari hubungan antara L/D dan q_d/N .

L : panjang ekivalen penetrasi pada lapisan pendukung.

D : diameter tiang,

N : Harga N rata-rata untuk perencanaan tanah pondasi pada ujung tiang

$$R_p = q_d A$$

3) Gaya geser maksimum dinding Tiang (R_f)

$$R_f = U \cdot \sum (l_i \cdot f_i)$$

Jenis tanah pondasi	f_i Tiang Pracetak	Tiang yang dicor di tempat
Pasir	$N/5 (\leq 10)$	$N/2 (\leq 12)$
Kohesif (Lempung, Lanau)	$C(\text{kohesi})$ atau $N (\leq 12)$	$C/2$ atau $N/2 (\leq 12)$

Gaya Geser pada keliling permukaan tiang , digolongkan menurut lapisan tanah

Kedalaman (m)	Ketebalan lapisan l_i (m)	Jenis Tanah	Harga Rata-rata N	f_i (t/m^2)	$l_i \times f_i$ (t/m)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)=(2)*(5)
$\sum l_i f_i$					

4) Daya Dukung Ultimate

$$R_u = q_d A + U \cdot \sum (l_i \cdot f_i)$$

5) Daya Dukung Yang Diiijinkan

$$R_a = R_u/n$$

b. PONDASI DANGKAL

Daya dukung ijin berkaitan dengan nilai N_{SPT} , dengan persamaan berdasarkan teori Meyerhof (1956), sebagai berikut :

$$q_a = 0,12 N \quad (kg/cm^2); \quad \text{untuk } B \leq 1,2 \text{ m}$$

$$q_a = 0,08 N ((3.28 B + 1)/3.28 B)^2 \quad (kg/cm^2); \quad \text{untuk } B > 1,2 \text{ m}$$

c. Hubungan Konsistensi Nilai N dengan paramater yang terkait Jenis Lempung dan Pasir

Dalam hal terbatasnya nilai karakteristik tanah untuk menentukan daya dukung tanah, maka dilakukan pendekatan konversi dari nilai kepadatan tanah atau konsistensi dan klasifikasi jenis tanahnya, dari literatur. (Tabel 3.1,. s/d..3.4)

Tabel 2.1 Hubungan Konsistensi, Nilai N , Daya Dukung Ijin untuk Tanah Lempung (Terzaghi & Peck 1948)

Konsistensi	N (SPT)	Daya Dukung diijinkan (Kg/cm ²)	
		Pondasi Bujursangkar	Pondasi Persegipanjang
Sangat Lunak	0 – 2	0,00 – 0,30	0,00 – 0,22
Lunak	2 – 4	0,30 – 0,60	0,22 – 0,45
Sedang	4 – 8	0,60 – 1,20	0,45 – 0,90
Kaku	8 – 15	1,20 – 2,40	0,90 – 1,80
Sangat Kaku	15 – 30	2,40 – 4,80	1,80 – 3,60
Keras	30	4,80	3,60

Tabel 2.2 Hubungan Konsistensi , N_{SPT} dan Tegangan Geser Unconfined untuk Lempung (Terzaghi)

Konsistensi	Sangat Lunak	Lunak	Sedang	Keras	Sangat Keras	Padat
N (SPT)	< 2	2 – 4	4 – 8	8 – 15	15 – 30	> 30
qu (kg/cm ²)	< 0,25	0,25 – 0,5	0,5 – 1,0	1,0 – 2,0	2,0 – 4,0	> 4

Tabel 2.3 Faktor Hambatan Lekat terhadap Tiang Pondasi (Terzaghi, 1943)

Jenis Tanah	fs (kg/cm ²)
Lanau & Lempung Lunak	0,07– 0,30
Lempung Sangat Kaku	0,49– 1,95
Pasir tidak padat	0,12– 0,37
Pasir padat	0,34– 0,68
Kerikil padat	0,49– 0,98

Tabel 2.4 Hubungan N_{SPT} , Kepadatan Relatif, Sudut Geser Dalam untuk Pasir (Peck, Meyerhof)

Nilai N	Kepadatan Relatif	Sudut Geser Dalam	
		Menurut Peck	Menurut Mayerhof
2 – 4	Sangat Lepas 0,0 – 0,2	< 28,5	< 30
4 – 10	Lepas 0,2 – 0,4	28,5 – 30	30 – 35
10 – 30	Sedang 0,4 – 0,6	30 – 36	35 – 40
30 – 50	Padat 0,6 – 0,8	36 – 41	40 – 45
> 50	Sangat Padat 0,8– 1,0	> 41	> 45

3.2 Daya Dukung Berdasar Data Uji Laboratorium

Persamaan berdasarkan teori Terzaghi dengan parameter data Laboratorium :

$$q_{all} = C_u N_c (1 + 0,3 B/L) + \gamma D N_q + 0,5 \gamma B N_\gamma (1 - 0,2 B/L)$$

Dimana :

q_{all} = daya dukung ijin (kg/cm^2)

γ = Berat Isi Tanah Efektif (kg/cm^3)

D = Kedalaman Lapisan Tanah (cm)

B = lebar pondasi , L = panjang pondasi (Rectangular $B/L = 1$)

C_u = Kohesi Undrained pd lap tanah di dasar pondasi ($C_u = q_c/25$) (kg/cm^2)

q_c = Tahanan qonus (kg/cm^2)

N_c, N_q, N_γ = Koef daya dukung

3.3 Berdasar Data Sondir

a) Pondasi Dalam

Daya dukung tiang pada tanah pondasi umumnya diperoleh dari *jumlah daya dukung terpusat tiang dan tahanan geser pada dinding tiang* seperti diperlihatkan pada Gambar 3.1 dibawah ini dan besarnya daya dukung yang diijinkan Q_a diperoleh dari persamaan sebagai berikut :

- Persamaan Umum :

Pondasi Sumuran : $Q_a = q_{all} A_p$

Bored Pile : $Q_a = \frac{q_c' \cdot A_p}{2} + \frac{T_f \cdot O_p}{6}$

$$\text{Tiang Pancang} : Q_a = \frac{q_c' \cdot A_p}{3} + \frac{T_f \cdot O_p}{5}$$

Q_a = daya dukung yang diijinkan

T_f = jumlah hambatan pelekak sepanjang tiang

A_p = luas ujung tiang/ sumuran

O_p = keliling tiang

q_c' = $[(q_{c0} + q_{c1})/2 + q_{c2}] / 2$

q_{c0} = rata-rata tekanan konus dibawah 2 D

q_{c1} = minimum tekanan konus di bawah 2 D

q_{c2} = nilai rata-rata minimum tekanan konus di atas 8D dari dasar ujung tiang

D = diameter /dimensi tiang /sumuran

b. Pondasi Dangkal

Daya dukung ijin berkaitan dengan nilai Qonus Sondir

Daya Dukung tanah untuk pondasi bujur sangkar dan persegipanjang dihitung menggunakan persamaan Meyerhof (1956). Daya dukung ($q_u = q_{\text{ultimate}}$) disesuaikan dengan ukuran lebar pondasi .

Untuk lebar pondasi (B) $\leq 1,2$ m : $q_u = q_c / 30$ (kg/cm²)

Untuk lebar pondasi (B) $> 1,2$ m : $q_u = (q_c/50) (1+(0,3/B))^2$ (kg/cm²)

3. Hasil dan Pembahasan

Kawasan penyelidikan dibukit Dusun Bossolo Desa Toddolimae dengan pepohonan sebagai tutupan lahannya. Lahannya berupa tanah berbatuan, sering dijumpai dominan bebatuan dibanding tanah.

Penyelidikan Tanah di Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan (Dusun Bossolo Desa Toddolimae Kec Tompobulu Kab Maros) dilaksanakan dengan Metoda Pemboran Dalam menggunakan Mesin dan Metoda Sondir. Penyelidikan dilakukan di 12 titik Bor dan 27 titik Sondir di kawasan rencana bangunan (Lihat Gambar 3.1). Koordinat titiknya dapat di lihat pada Tabel 3.1 . Hasil dari kedua metoda tersebut berupa prediksi perlapisan tanah dengan konsistensinya (sifat Lunak s/d Keras), ditunjukkan dengan data dan kurva. Dari pemboran juga diambil sample UDS , dengan pengujian laboratorium untuk memperoleh Indeks Properties dan Engineering Properties. Jumlahnya 12 sample UDS, masing-masing 1 UDS dari tiap titik bor ,pada kedalaman yang diduga berjenis tanah lunak. Pengambilan sample di kawasan penyelidikan 1 UDS/ ttk bor, karena terkendala jenis tanahnya berbatu. Namun pengambilan UDS diprioritaskan tanah lempung,pada kedalaman 1,5 m – 4 m.

3.1 Pemboran (Boring)

Hasil dari pemboran berupa Borlog yang berisi N_{SPT} , Deskripsi Lapisan Tanah, secara visual dan dokumentasi corebox, tebal lapisan tanahnya. (dapat dilihat pada Lampiran Borlog). Kedalaman pemboran bervariasi yaitu antara 12-20 m. Pemboran dihentikan setelah tercapai $N_{spt} = 60$, dan berikutnya $N_{spt} = 60$, sebanyak 3 x berurutan pada interval kedalaman pengujian SPT.

Saat pemboran melakukan juga pengambilan sample UDS dari tiap titik nya, yang diambil pada kedalaman tertentu, dengan kriteria tanah lunak jenis lempung. Selanjutnya sample UDS diuji di laboratorium untuk memperoleh Indeks Properties dan Engineering Properties. (dapat dilihat Resume pada Tabel 3.1 & Lembaran Pengujian Sample pada Lampiran Uji Laboratorium)

Untuk menghitung daya dukung tanah di kawasan PT.KPI Maros, dengan menginventarisir data hasil penyelidikan tanah dengan menyusun Borlog yang berisi N_{SPT} , Jenis Lapisan Tanah, Tebal Lapisan (dapat dilihat pada Tabel 4.3a & 4.3b.)

Penggambaran perlapisan tanah yang berbatu, dengan mengaplikasikan seperti Gambar 4.1 dan mengamati Borlog, Tabel 3.1 & 3.2 serta mengkorelasikan antara titik bor yang diduga memiliki kemiripan perlapisan , sehingga tersusun Profil Perlapisan Tanah kawasan penyelidikan. Dalam hal ini korelasi lapisan yang diambil mengarah Barat-Timur, dibagi menjadi 4 area yaitu :

Area 1 : BOS 1 – BDN1

Area 2 : BP1-BP2

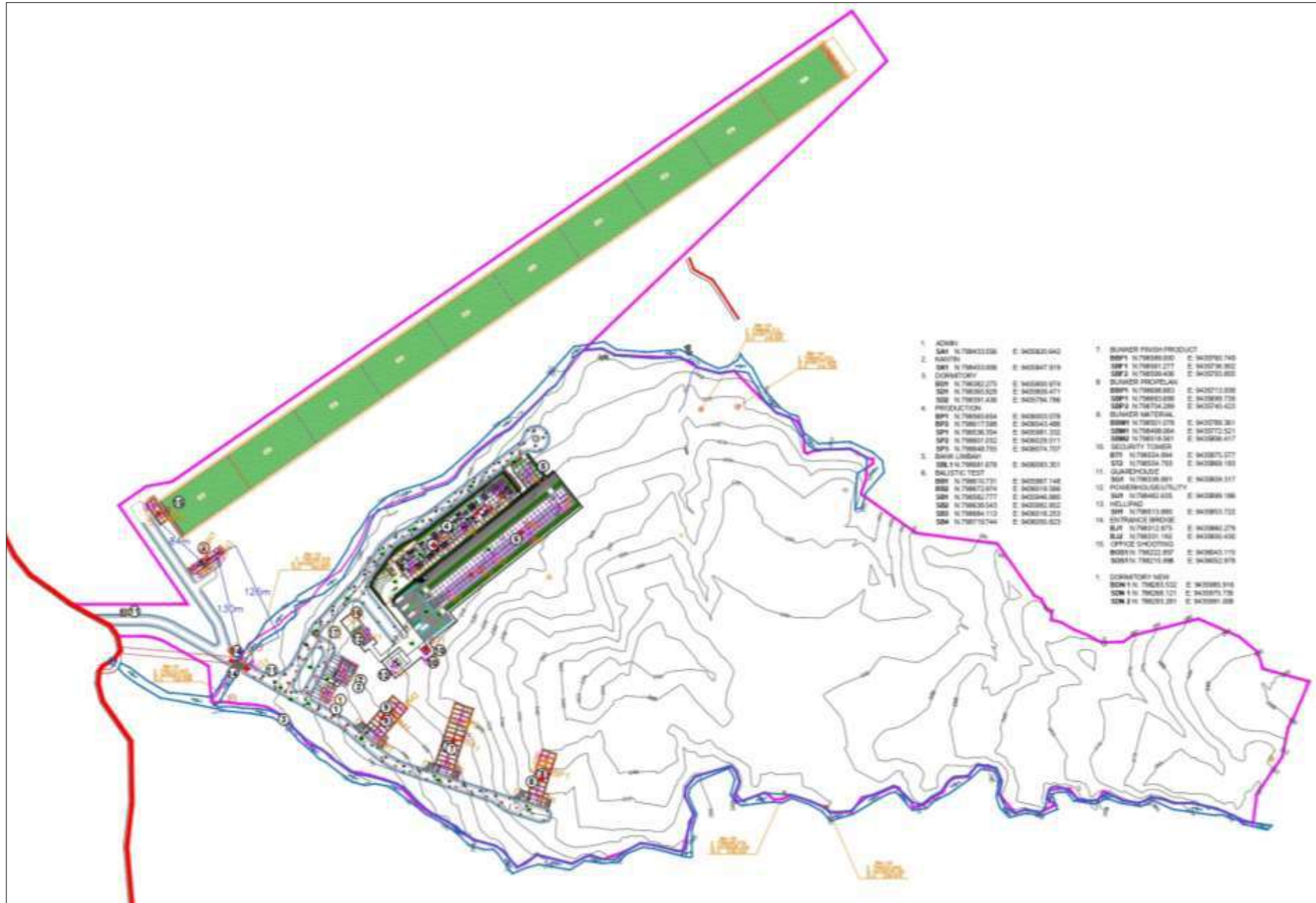
Area 3 : BT1-BB1-BB2

Area 4 : BJ2-BD1-BBM1-BBF1-BBP1

Hasil korelasi antara titik bor diperoleh Profil Lapisan Tanah , secara umum terdiri 4 lapisan,yaitu :

Lapisan 1 : Konsistensi Lunak s/d Sedang dengan $N_{SPT} : < 10$; Jenis Lempung Lanau Pasir Kerakal Kerikil kedalaman dari muka tanah < 2 m

Gambar 3.1 Titik-Titik Soil Investigation Superimposed dengan Bangunan diatasnya



Tabel 3.1 Koordinat Titik Bor & Sondir

No	Bangunan	Titik				
		Kode		Koordinat UTM		Elevasi "Eksisting"
		Bor	Sondir	E	N	(m)
1	ADMIN		SA1	798433.556	9435820.642	195.00
2	KANTIN		SK1	798453.006	9435847.919	205.00
1	DORMITORY	BD1		798382.275	9435800.874	185.00
3			SD1	798365.928	9435809.471	185.00
4			SD2	798391.436	9435794.786	185.00
2	PRODUCTION	BP1		798565.654	9436003.078	205.00
3		BP2		798617.598	9436043.486	205.00
5			SP1	798536.354	9435981.332	205.00
6			SP2	798601.032	9436029.511	205.00
7			SP3	798648.755	9436074.707	210.00
8	BANK LIMBAH		SBL1	798648.755	9436074.707	211.00
4	BALLISTIC TEST	BB1		798610.731	9435967.148	214.00
5		BB2		798565.654	9436003.078	217.00
9			SB1	798582.777	798582.777	215.00
10			SB2	798638.543	9435992.802	215.00
11			SB3	798684.113	9436018.253	220.00
12			SB4	798719.744	9436050.823	220.00
6	BUNKER FINISH PRODUCT	BBF1		798589.000	9435760.749	210.00
13			SBF1	798581.277	9435736.902	205.00
14			SBF2	798599.406	9435793.855	218.00
7	BUNKER PROPELLANT	BBP1		798698.883	9435713.939	235.00
15			SBP1	798693.698	9435699.739	230.00
16			SBP2	798704.289	9435740.423	240.00
8	BUNKER MATERIAL	BBM1		798501.078	9435789.361	203.00
17			SBM1	798498.064	9435772.521	200.00
18			SBM2	798518.561	9435806.417	210.00
9	SECURITY TOWER	BT1		798554.894	9435875.577	214.00
19			ST1	798554.793	9435869.193	215.00
20	GUARD HOUSE		SG1	798338.891	9435859.317	185.00
21	POWER HOUSE/ UTILITY		SU1	798482.635	9435899.186	206.00
22	HELLIPAD		SH1	798513.880	9435853.722	210.00
10	JEMBATAN (ENTRANCE BRIDGE)	BJ2		798331.192	9435850.43	183.00
23			SJ1	798324.000	9435886.000	185.00
24			SJ2	798338.891	9435859.317	185.00
11	OFFICE SHOOTING	BOS1		798222.857	9436043.115	193.00
25			SOS1	798215.998	9436052.978	193.00
12	DORMITORY NEW	BDN1		798283.532	9435985.916	190.00
26			SDN1	798268.121	9435975.735	190.00
27			SDN2	798293.281	9435991.009	190.00

Lapisan 2 : Konsistensi Sedang s/d Keras dengan $10 < N_{SPT} < 30$, Jenis Lempung berbatu kapur berbatu pasir dan kedalaman dari muka tanah $2 < \text{Depth} < 5\text{m}$

Lapisan 3 : Konsistensi Keras dengan $30 < N_{SPT} < 60$ Jenis Cadas, Kedalaman dari muka tanah $5 < \text{Depth} < 10\text{ m}$

Lapisan 4 : Konsistensi Sangat Keras dengan $N_{SPT} > 60$, Jenis Batu Kedalaman dari muka tanah $> 10\text{ m}$

Tabel 3.2 Deskripsi Lapisan Tanah Pemboran Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan

Titik Bor	Konsistensi	N-Spt	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Jenis Tanah
BOS 1	Lunak	5	0 - 2	2	Lempung Lanau Pasir Halus Kerakal Kerikil Coklat kehitaman
	Sedang	8	2 - 4	2	Batu Kapur Putih Cokla
	Kaku	13	4 - 5.5	1.5	Lempung Lanau Pasir Halus Kerakal Kerikil Coklat
	Kaku	16	5.5 - 7	1.5	Lempung Lanau Pasir Halus Kerakal Kerikil Coklat
	Keras	≥ 60	7 - 15	8	Cadas Pasir halus abu-abu
15					
BDN 1	Lunak	4	0 - 2	2	Lempung Lanau Pasir Halus Kerikil Coklat Kuning
	Sedang	8	2 - 4	2	Lanau Lempung Pasir Halus Kerikil Coklat Kuning
	Keras	60	4 - 10	6	Batu Kapur Putih Coklat
	Sangat Keras	≥ 60	10 - 12	2	Cadas Pasir halus abu-abu
12					
BJ2	Lunak	5	0 - 1	1	Lanau Lempung pasir halus berkerikil coklat
	Keras	60	1 - 3.5	2.5	Batu kali coklat abu-abu
	Kaku	14	3.5 - 6	2.5	Lempung Lanau pasir halus berkerikil coklat
	Keras s/d Sangat Keras	≥ 60	6 - 10	4	Batu kali abu-abu coklat
			10 - 14	4	Cadas Lanau pasir halus abu-abu
14					
BD1	Lunak	4	0 - 1	1	Batu kapur Lanau Lempung kerikil putih coklat
	Sedang	6	1 - 2	1	Lempung Lanau Pasir Kapur
	Kaku	20	2 - 3.5	1.5	Batu kapur putih coklat
	Keras	37	3.5 - 5	1.5	Lempung Lanau coklat kuning
	Keras	42	6 - 14	8	Cadas abu-abu Cangkang kerang
BBM 1	Sangat Keras	≥ 60	14 - 20	6	Batu kali abu-abu kecoklatan
			20		
	Lunak	4	0 - 1	1	Batu kapur Lanau Lempung kerikil putih coklat
	Sedang	6	1 - 2	1	Lempung Lanau Pasir Kapur
	Kaku	20	2 - 3.5	1.5	Batu kapur putih coklat
BBF 1	Keras	37	3.5 - 5	1.5	Lempung Lanau coklat kuning
			5 - 6	1	Batu abu-abu coklat
	Sangat Keras	≥ 60	6 - 7	1	Batu Bara
			7 - 10	3	Cadas Lanau pasir halus abu-abu Keras
			10 - 12	2	Batu kali abu-abu coklat
12					
BBP 1	Lunak s/d Sedang	5	0 - 1	1	Lanau Lempung Kapur Lunak
	Kaku	15	1 - 2	1	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat Kuning
		20	2 - 3	1	Batu Kapur
	Lunak	5	3 - 5	2	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat Kuning
	Kaku	20	5 - 6	1	Batu Kapur
	Keras	35	6 - 7.5	1.5	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat Kuning
	Sangat Keras	≥ 60	7.5 - 9.5	2	Batu Kapur
BBP1			9.5 - 20	10.5	Cadas
			20		
	Lunak	5	0 - 1	1	Lanau Lempung Pasir Halus Coklat Lunak
	Kaku	12	1 - 3	2	Lempung Lanau koral Coklat
		9	3 - 4	1	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat Kuning
	sedang	6	4 - 6	2	Lempung Lanau Pasir Halus Kerikil Coklat
		7	6 - 7	1	Batu Bara Muda Hitam
BBP1	Keras	30	7 - 11.5	4.5	Lanau Pasir Halus Abu-Abu
	Sangat Keras	≥ 60	11.5 - 20	8.5	Cadas Lanau Pasir halus abu-abu coklat
20					

Tabel 3.3 Deskripsi Lapisan Tanah Pemboran Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan

Titik Bor	Konsistensi	N-Spt	Kedalaman (m)	Tebal (m)	Jenis Tanah
BT1	Lunak	2	0 – 1	1	Lanau Lempung Pasir Halus Kerikil Coklat
		3	1 – 3	2	Lempung Lanau Pasir Halus Kerikil Coklat
	Sedang	29	3 – 5.5	2.5	Pasir kasar kerikil koral coklat
	Keras s/d Sangat Keras	≥ 60	5.5 – 8	2.5	Batu coklat abu-abu
			8 – 10	2	Batu Kapur putih coklat
			10 – 14	4	Cadas Pasir halus abu-abu
			14 – 17	3	Batu Kapur Putih Coklat
			17 – 19	2	Cadas Pasir halus abu-abu
			19 – 20	1	Batu abu-abu Coklat
	20				
BB1	Lunak	4	0 – 1	1	Lanau Lempung Pasir Halus Coklat
	Sedang s/d Kaku	11	1 – 5	4	Lempung Lanau Pasir Kerakal Kerikil Coklat
	Keras	50	5 – 8	3	Batu Kapur putih coklat
	Sangat Keras	≥ 60	8 – 15	7	Cadas Lanau Pasir halus abu-abu
	15				
BB2	Lunak s/d Sedang	7	0 – 4	4	Lempung Lanau Pasir Kerakal Kerikil Coklat
		9	4 – 5	1	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat
	Keras	60	5 – 6.5	1.5	Batu Kapur putih coklat
		51	6.5 – 10	3.5	Lempung Lanau Abu-Abu
	Sangat Keras	≥ 60	10 – 16	6	Cadas Lanau Pasir halus abu-abu
	16				
BP1	Lunak	5	0 – 3	3	Lanau Lempung Pasir Coklat Kerakal Kerikil
	Kaku	11	3 – 5	2	Lempung Lanau Kerakal Kerikil Coklat Kuning
	Sangat Kaku	26	5 – 7	2	Batu Kapur putih coklat
	Keras	39	7 – 9.5	2.5	Cadas Pasir halus abu-abu
		45	9.5 – 11.5	2	
	Sangat Keras	≥ 60	11.5 – 20	8.5	
	20				
BP2	Lunak	4	0 – 1.5	1.5	Lanau Lempung Kerikil Pasir Halus Coklat
	Kaku	12	1.5 – 4	2.5	Lempung Lanau Pasir Halus Kerakal Kerikil Coklat
		15	4 – 5	1	Kuning
	Keras	35	5 – 6	1	Batu Kapur putih coklat
	Sangat Keras	> 60	6 – 12	6	Cadas Lanau Pasir halus abu-abu
		> 60	12 – 15	3	Batu abu-abu Coklat
	15				

Lapisan tanah keras, layak untuk pondasi dalam , asumsi konsolidasi max 1 inch = 2,54 cm

3.2 Uji UDS di Laboratorium

Hasil pemeriksaan/pengujian terhadap contoh tanah (UDS), berupa indeks (physical) dan mechanical (engineering) properties sehingga diketahui karakter (jenis & sifat) lapisan tanah.

Pengujian yang dilakukan meliputi :

- Specific Gravity (G_s)
- Natural Density (γ_n)
- Natural Water Content (W_n)
- Atterberg Limit (LL, PL, & PI)
- Sieve Analysis & Hydrometer Analysis
- Consolidation Test (C_c & C_v)
- Triaxial Test UU (φ & C)
- Permeability

Prosedur pemeriksaan laboratorium berdasarkan Standard ASTM, AASHTO dan Manual Pemeriksaan Bahan (Bina Marga), Hasil Uji Laboratorium di Tabel 3.4. (Lembar pengujian masing-masing titik bor di Lampiran Uji Laboratorium)

Dari hasil uji laboratorium (Tabel 3.3) didapat bahwa Permeabilitas tanah pada kedalaman 1,5 s/d 4 m berjenis lempung (CH – CL) berdrainase antara baik- buruk/hampir kedap seperti pada Tabel 3.3 yaitu senilai 10^{-8} s/d 10^{-9} m/detik.

Dampak permeabilitas rendah ini, sebagian air hujan yang jatuh di kawasan ini akan menjadi aliran permukaan dan mengalir ke sungai sekitarnya. Sungai sekitar kawasan PT KPI akan kering kembali setelah 6 jam hujan mereda.

Tabel 3.4 Nilai Jenis Koefisien Permeabilitas Tanah (k) (Burt G.Lool, 2007)

Jenis Tanah	Keterangan		k, m/s	Drainase
Berbatu	Arus mungkin bergolak, Hukum Darcy tidak berlaku		1 10^{-1}	Sangat Baik
Kerikil	kasar bersih	Keseragaman dinilai kasar agregat	10^{-2} 10^{-3}	
Campuran Pasir Kerikil	Bersih	Baik	10^{-4} 10^{-5}	Baik
Pasir	Bersih sangat halus Berlumpur Lempung bersusun/berlumpur	Retak kering Tanah Liat Lempung Padat Kering	10^{-6} 10^{-7} 10^{-8} 10^{-9}	
Lanau	Homogen dibawah daerah pelapukan	Maksimal	10^{-10}	Buruk
Lempung		Perkerasan lempung Kadar air tinggi	10^{-11} 10^{-12}	Sangat Kedap
Buatan	Aspal buatan, stabilisasi tanah semen Garis lempung geosintetik/bentonit mengandung tanah			

Tabel 3.5 Resume Uji Laboratorium Soil Investigation Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan



PROJECT : Soil Investigation Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan																			SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS					
LOCATION : Maros, Sulawesi Selatan																								
CLIENT : OSTRADA																								
No	Number of Tower	Depth of Sample (Meter)	USCS SOIL CLASS.	INDEX PROPERTIES							CLASSIFICATION								ENGINEERING PROPERTIES					
				Determination of Water Content - Spesific Gravity Volumetric Unit Weight							Liquid & plastic Limit Determination			GRAIN SIZE ANALYSIS					Triaxial UU		Permeability Test	CONSOLIDATION TEST		
				Wn	γm	γd	Void Ratio	Porosity	Sr	Spesific Grafvity	WL	WP	IP	GRAVEL	SAND	SILT	CLAY	% finer by Wt. Passing no. 200 sieve	Total Stress		kt avg cm/sec	Cc	Cv cm²/sec	
				(%)	(gr/cm³)	(gr/cm³)	e	n	(%)		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	Φ Degree	C kg/cm²					
1	BD1	3.50 - 4.00	CH	54.346	1.657	1.074	1.460	0.594	98.326	2.642	134.96	35.16	99.800	0.00	2.82	30.48	66.70	97.18	2.900	0.139	2.19E-07	0.593	2.64E-03	
2	BP1	1.50 - 2.00	CH	87.188	1.478	0.790	2.323	0.699	98.471	2.624	142.39	35.60	106.790	0.00	3.71	28.45	67.84	96.29	13.649	0.189	3.35E-07	0.816	2.36E-03	
3	BP2	3.50 - 4.00	CL	39.012	1.770	1.274	1.071	0.517	96.063	2.638	48.85	24.12	24.730	1.30	29.24	34.19	35.27	69.46	6.212	0.100	1.86E-06	0.296	2.30E-03	
4	BB1	1.50 - 2.00	CH	57.349	1.637	1.040	1.550	0.608	98.141	2.652	149.04	35.69	113.350	0.00	1.21	17.62	81.17	98.79	5.313	0.661	1.83E-07	0.377	3.45E-03	
5	BB2	3.50 - 4.00	CH	67.035	1.579	0.946	1.797	0.643	98.644	2.645	126.64	33.18	93.460	0.00	4.81	23.94	71.25	95.19	6.388	0.226	3.92E-07	0.715	3.90E-03	
6	BBF1	3.50 - 4.00	CH	58.174	1.637	1.035	1.555	0.609	98.952	2.645	120.19	32.54	87.650	0.00	0.82	17.13	82.05	99.18	4.401	0.481	1.94E-07	0.441	2.79E-03	
7	BBP1	3.50 - 4.00	CH	70.918	1.561	0.913	1.904	0.656	98.781	2.652	135.54	35.60	99.940	0.00	9.58	25.48	64.94	90.42	6.179	1.033	1.47E-07	0.503	4.75E-03	
8	BBM1	1.50 - 2.00	CH	54.487	1.650	1.068	1.470	0.595	97.800	2.638	128.40	33.68	94.720	0.00	1.86	16.81	81.33	98.14	4.363	0.364	2.13E-07	0.365	3.15E-03	
9	BT1	1.50 - 2.00	CH	45.713	1.697	1.165	1.265	0.559	95.304	2.638	126.15	34.79	91.360	0.00	7.22	33.16	59.62	92.78	4.613	0.581	4.06E-07	0.417	3.21E-03	
10	BJ 2	3.50 - 4.00	CH	38.435	1.662	1.200	1.210	0.547	84.270	2.652	73.56	28.83	44.730	0.00	10.01	25.76	64.23	89.99	2.357	0.106	4.88E-07	0.543	1.99E-03	
11	BOS 1	1.50 - 2.00	CH	49.607	1.649	1.103	1.418	0.586	93.259	2.666	118.55	33.50	85.050	0.00	7.48	33.62	58.90	92.52	4.366	0.600	2.48E-07	0.511	3.87E-03	
12	BDN 1	1.50 - 2.00	CH	56.558	1.644	1.050	1.532	0.605	98.189	2.659	131.54	34.74	96.800	0.00	5.10	22.08	72.82	94.90	6.987	0.389	1.51E-07	0.328	5.29E-03	

3.3 Sondir

Hasil penyelidikan dengan sondir akan efektif pada tanah berjenis dominan lempung. Kapasitas maksimum sondir yang dipakai penyelidikan 2,5 Ton atau $Q = 250 \text{ Kg/Cm}^2$. Nilai maksimum 250 kg/cm^2 , akan tercapai jika qonus sudah tidak bisa menembus lapisan tanah, akibat lapisan tanah keras, pada kedalaman tertentu. Dalam pelaksanaannya penyondiran di lapangan, akan terkendala jika digunakan di tanah berbatu. Sondir tidak efektif saat Qonus tertahan oleh batu, jika diameter batu $\geq$ diameter qonus (diameter : $35,7 \text{ mm} \pm 0,4 \text{ mm}$ atau luas proyeksi **qonus** = 10 cm^2). Hal demikian yang terjadi di kawasan PT.KPI Maros, dengan lahan yang berbatu.

Hasil penyelidikan sondir dari 27 titik yang dilaksanakan, mencapai kedalaman $\geq 3 \text{ m}$ di 3 titik, $2 \leq$ kedalaman $< 3 \text{ m}$, 13 titik dan kedalaman $< 2 \text{ m}$, 11. hal ini ditunjukkan pada Tabel 3.6 s/d Tabel 3.9 .

Tabel 3.6 Kedalaman Lapisan Tanah Keras Hasil Penyondiran

No	Titik Sondir	Elevasi	Dalam/ Tebal	Kedalaman			Prediksi Jenis Lapisan		Indikator Lapisan Keras berupa "Batuan"
				Qc = 250 kg/cm ²			Lunak	Keras	
				< 2 m	2 ≤ depth < 3 m	≥ 3 m			
1	SA1	195	2.2		1		Lempung Lanau Pasir Kerikilan	Batu Lepas (Kerakal, Bongkah)	Qc = 250 kg/cm ² tercapai "mendadak" tanpa gradasi (bertahap)
2	SK1	205	1.8	1					
3	SD1	185	1.80	1					
4	SD2	185	1.60	1					
5	SP1	205	1.6	1					
6	SP2	205	0.8	1					
7	SP3	210	1.2	1					
8	SBL1	211	1.2	1					
9	SB1	215	2.6		1				
10	SB2	215	3.4			1			
11	SB3	220	3.2			1			
12	SB4	220	1.8	1					
13	SBF1	205	1.6	1					
14	SBF2	218	2.4		1				
15	SBP1	230	2.8		1				
16	SBP2	240	3.6			1			
17	SBM1	200	2.8		1				
18	SBM2	210	3.6			1			
19	ST1	215	2.8		1				
20	SG1	185	2.2		1				
21	SU1	206	2.4		1				
22	SH1	210	2.6		1				
23	SJ1	185	1.8	1					
24	SJ2	185	2.2		1				
25	SO1	193	2.8		1				
26	SDN1	190	1.8	1					
27	SDN2	190	2.2		1				
				11	12	4			

Tabel 3.7 Data Sondir Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan

Depth (m) Muka Tanah Setempat	SA1	SK1	SD1	SD2	SP1	SP2	SP3	SBL1
	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus
	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)
0.00	12	8	0	Galian	8	8	10	8
-0.20	14	10	10		7	7	12	10
-0.40	12	8	14		8	8	10	8
-0.60	10	9	12	14	9	10	8	9
-0.80	8	10	10	15	10	250	7	10
-1.00	10	12	12	12	12		8	12
-1.20	12	10	14	10	10		250	250
-1.40	14	9	16	12	8			
-1.60	15	10	15	250	250			
-1.80	14	250	250					
-2.00	16							
-2.20	250							
-2.40								
-2.60								
-2.80								
-3.00								
-3.20								
-3.40								
-3.60								
-3.80								
-4.00								

Tabel 3.8 Data Sondir Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan

Depth (m) Muka Tanah Setempat	SB1	SB2	SB3	SB4	SBF1	SBF2	SBP1	SBP2	SBM1	SBM2
	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus
	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)
0.00		10	8	8	5	6			8	8
-0.20		12	10	10	8	8			7	10
-0.40	12	10	8	9	10	7			8	8
-0.60	14	9	8	10	9	8	12	14	10	6
-0.80	12	8	10	12	10	10	10	15	8	8
-1.00	14	9	12	14	12	12	9	14	6	10
-1.20	12	8	10	12	10	10	8	12	8	8
-1.40	10	9	12	10	12	8	10	10	10	7
-1.60	8	10	14	8	250	10	14	11	250	12
-1.80	9	12	15	250		12	15	10		17
-2.00	10	14	14			14	12	9		250
-2.20	12	15	12			12	10	10		
-2.40	14	16	10			250	12	12		
-2.60	250	15	8				14	14		
-2.80		16	9				250	12		
-3.00		15	10					10		
-3.20		14	250					10		
-3.40		250						8		
-3.60								250		
-3.80										
-4.00										

Tabel 3.9 Data Sondir Kawasan PT.KPI Maros Sulawesi Selatan

Depth (m) Muka Tanah Setempat	ST1	SG1	SU1	SH1	SJ1	SJ2	SOS1	SDN1	SDN2
	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus	Qonus
	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)	(Kg/Cm ²)
0.00			7	15			0	8	7
-0.20			8	14			10	10	8
-0.40			10	10			12	8	6
-0.60	16	8	12	12	15	8	8	10	8
-0.80	15	10	10	10	18	10	10	12	10
-1.00	15	9	12	8	20	9	14	11	12
-1.20	12	10	10	7	12	10	14	10	10
-1.40	10	12	11	8	8	12	11	8	12
-1.60	8	8	10	14	10	8	15	7	11
-1.80	9	9	12	12	250	9	16	250	15
-2.00	10	10	10	15		10	18		20
-2.20	12	250	8	14		250	15		250
-2.40	14		250	14			20		
-2.60	12			250			25		
-2.80	250						250		
-3.00									
-3.20									
-3.40									
-3.60									
-3.80									
-4.00									

3.4 Daya Dukung (Bearing Capacity)

Penyelidikan Tanah ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung (bearing capacity) lapisan tanah, terhadap beban rencana bangunan. Indikator lapisan memiliki daya dukung struktur, minimal jika $N_{SPT} \geq 30$ (Konsistensi Kaku s/d Keras) dan tahanan qonus (Q_c) $\geq 30 \text{ kg/cm}^2$ (Konsistensi Kaku/Stiff) .

Umumnya setiap lapisan tanah memiliki daya dukung (Bearing Capacity), namun kekuatannya bergantung pada karakteristik tanahnya. Untuk mengoptimalkan daya dukung tanah sebagai dasar pondasi, maka sesuaikan antara daya dukung tanah dengan rencana beban bangunan dengan kriteria *nilai daya dukung tanah > tegangan akibat bangunan*. Namun dasar pondasi diupayakan tidak pada tanah jenis kohesif ekspansif (lanau dan lempung lunak). Dari data sondir, tanah jenis lempung lunak, berada pada kedalaman 0 – 2 m .

Lempung lunak, bersifat susut dan kembang yang tinggi, bergantung pada kandungan airnya. Sifat lempung ini melunak jika bercampur air dan sebaliknya mengeras jika air menghilang. Jika lapisan tanah ini digunakan sebagai dasar pondasi, berdampak terjadinya penurunan (proses konsolidasi) lapisan tanah beserta bangunan diatasnya. Konsolidasi yang ditolerir yaitu maksimal 1 inch atau 2,54 cm.

Daya dukung tanah dihitung dengan Metoda Meyerhoff & Terzaghi untuk Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam.(Tabel 3.9) Untuk lokasi yang memiliki data penyelidikan N_{SPT} dan Sondir maka untuk menghitung Daya Dukung Pondasi Dangkal dan Dalam menggunakan Data N_{SPT} . Sedangkan untuk lokasi yang memiliki hanya data sondir, maka menghitung Daya Dukung Pondasi Dangkal saja. Hal ini karena penetrasi sondir rata-rata sampai kedalaman 2 m , akibat stang qonus terkendala dengan kondisi tanah berbatu.

TABEL 3.10 DAYA DUKUNG TANAH KAWASAN PT.KPI MAROS SULAWESI SELATAN

No	Bangunan	Titik					Konsistensi Tanah terhadap Kedalaman (m) dari Muka Tanah & Elevasi (m) dari Mean Sea Level		Daya Dukung Tanah (Ton/m ²)																
		Kode		Koordinat UTM		Elevasi "Eksisting"			Pondasi Dangkal							Pondasi Dalam									
							Kedalaman (Df) dari Muka Tanah Setempat	Elevasi	Lebar Pondasi (B)	SPT			SONDIR		Kedalaman dari Muka Tanah Setempat	Elevasi	SPT								
		Nilai SPT	Metoda		Nilai Qonus	Metoda				300 mm	400 mm	500 mm	1000 mm												
		Bor	Sondir	E	N	(m)	Lap. Keras	Elevasi	m	m	m	Tumbukan /30Cm	Meyerhof	Terzaghi & Peck	Kg/Cm ²	Meyerhof	Schmertmann	m	m	300 mm	400 mm	500 mm	1000 mm		
	1	ADMIN		SA1	798433.556	9435820.642	195.00	2.20	192.80	2.00	193.00	2.00				16.00	4.23	4.93							
	2	KANTIN		SK1	798453.006	9435847.919	205.00	1.80	203.20	2.00	203.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
1	3	DORMITORY	BD1		798382.275	9435800.874	185.00	6.00	179.00	2.00	183.00	2.00	40	4.25	2.14				6.00	179.00	19.83	29.25	40.08	126.12	
			SD1		798365.928	9435809.471	185.00	1.80	183.20	2.00	183.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
4			SD2		798391.436	9435794.786	185.00	1.60	183.40	2.00	183.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
2	5	PRODUCTION	BP1		798565.654	9436003.078	205.00	9.50	195.50	2.00	203.00	2.00	5	0.53	0.12				9.50	195.50	28.96	41.37	55.16	155.36	
3			BP2		798617.598	9436043.486	205.00	12.00	193.00	2.00	203.00	2.00	9	0.96	0.35				12.00	193.00	39.77	55.38	72.18	182.91	
			SP1		798536.354	9435981.332	205.00	1.60	203.40	2.00	203.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
6			SP2		798601.032	9436029.511	205.00	0.80	204.20	2.00	203.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
7			SP3		798648.755	9436074.707	210.00	1.20	208.80	2.00	208.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
8	BANK LIMBAH		SBL1		798648.755	9436074.707	211.00	1.20	209.80	2.00	209.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
4	9	BALISTIC TEST	BB1		798610.731	9435967.148	214.00	8.00	206.00	2.00	212.00	2.00	8	0.85	0.29				8.00	206.00	25.47	36.91	49.83	147.84	
5			BB2		798565.654	9436003.078	217.00	6.50	210.50	2.00	215.00	2.00	7	0.74	0.23				6.50	210.50	19.22	29.07	40.65	137.64	
			SB1		798582.777	9435982.777	215.00	2.60	212.40	2.00	213.00	2.00				10.00	2.65	3.55							
10			SB2		798638.543	9435992.802	215.00	3.40	211.60	2.00	213.00	2.00				14.00	3.70	4.47							
11			SB3		798684.113	9436018.253	220.00	3.20	216.80	2.00	218.00	2.00				14.00	3.70	4.47							
12	6	BUNKER FINISH PRODUCT	SB4		798719.744	9436050.823	220.00	1.80	218.20	2.00	218.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
			BBF1		798589.000	9435760.749	210.00	7.50	202.50	2.00	208.00	2.00	23	2.44	1.16				8.00	202.00	23.63	33.77	45.05	127.17	
13			SBF1		798581.277	9435736.902	205.00	1.60	203.40	2.00	203.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
14			SBF2		798599.406	9435793.855	218.00	2.40	215.60	2.00	216.00	2.00				14.00	3.70	4.47							
7	15	BUNKER PROPELAN	BBP1		798698.883	9435713.939	235.00	11.50	223.50	2.00	233.00	2.00	12	1.27	0.52				11.50	223.50	29.43	40.80	52.95	131.49	
			SBP1		798693.698	9435699.739	230.00	2.80	227.20	2.00	228.00	2.00				12.00	3.17	4.01							
16			SBP2		798704.289	9435740.423	240.00	3.60	236.40	2.00	238.00	2.00				9.00	2.38	3.32							
8	17	BUNKER MATERIAL	BBM1		798501.078	9435789.361	203.00	5.00	198.00	2.00	201.00	2.00	6	0.64	0.17				5.00	198.00	17.06	25.03	34.13	105.52	
			SBM1		798498.064	9435772.521	200.00	1.60	198.40	2.00	198.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
18			SBM2		798518.561	9435806.417	210.00	2.00	208.00	2.00	208.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
9	19	SECURITY TOWER	BT1		798554.894	9435875.577	214.00	5.50	208.50	2.00	212.00	2.00	3	0.32	0.00				6.00	208.00	16.03	22.92	30.57	86.35	
			ST1		798554.793	9435869.193	215.00	2.80	212.20	2.00	213.00	2.00				10.00	2.65	3.55							
20	GUARD HOUSE		SG1		798338.891	9435859.317	185.00	2.20	182.80	2.00	183.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
21	POWER HOUSE/ UTILITY		SU1		798482.635	9435899.186	206.00	2.40	203.60	2.00	204.00	2.00				10.00	2.65	3.55							
22	HELLIPAD		SH1		798513.880	9435853.722	210.00	2.60	207.40	2.00	208.00	2.00				15.00	3.97	4.70							
10	23	JEMBATAN (ENTRANCE BRIDGE)	BJ2		798331.192	9435850.43	183.00	6.00	177.00	2.00	181.00	2.00	40	4.25	2.14				7.00	176.00	30.11	44.87	62.00	201.29	
			SJ1		798324.000	9435886.000	185.00	1.80	183.20	2.00	183.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
24			SJ2		798338.891	9435859.317	185.00	2.20	182.80	2.00	183.00	2.00				10.00	2.65	3.55							
11	25	OFFICE SHOOTING	BOS1		798222.857	9436043.115	193.00	7.00	186.00	2.00	191.00	2.00	7	0.74	0.23				7.00	186.00	12.62	18.25	24.60	72.56	
			SOS1		798215.998	9436052.978	193.00	2.80	190.20	2.00	191.00	2.00				18.00	4.76	5.38							
12	26	DORMITORY NEW	BDN1		798283.532	9435985.916	190.00	5.00	185.00	2.00	188.00	2.00	8	0.85	0.29				5.00	185.00	12.84	19.48	27.30	93.15	
			SDN1		798268.121	9435975.735	190.00	1.80	188.20	2.00	188.00	2.00				120.00	31.74	26.27							
27			SDN2		798293.281	9435991.009	190.00	2.20	187.80	2.00	188.00	2.00				20.00	5.29	5.83							

5. Kesimpulan

- a. Perhitungan Daya Dukung untuk Pondasi Dalam menggunakan Data N_{SPT} sedangkan Daya Dukung Pondasi Dangkal menggunakan N_{SPT} dan Sondir. (Tabel 3.9)
- b. Lapisan Tanah di kawasan penyelidikan merupakan Tanah Berbatu, yaitu banyak jenis batu diantara tanahnya. Batunya berukuran kerikil, kerakal, bongkah hingga lempengan mendatar. Batunya berjenis Batu Kapur (Gamping) , Batu Gunung dan Batu Kali dibagian terendah. Adapula sedikit batu bara namun masih relatif muda dan berupa sisipan di lapisan tanah tertentu. Susunan batuan berperan sebagai stabilitas tanah di kawasan ini.
- c. Tanah berbatu, ditunjukan pula dari hasil penyondiran, karena nilai qonus yang tiba-tiba mencapai nilai 250 kg/cm^2 .. Penetrasi yang dicapai sondir, relatif dangkal yaitu antara 1 – 3,5 m. Namun konsistensi tanahnya antara Lunak s/d Kaku. Relatif baik, karena bisa dilalui alat berat berupa bulldozer & exshavator dengan aman.
- d. Jenis tanah permukaan berupa Lempung Lanauan coklat kuning dengan konsistensi lunak s/d sedang. Hal inipun ditunjukan dengan hasil Uji Laboratotium untuk sample UDS yang diambil dari kedalaman 1,5 m – 4 m, berjenis CH (Lempung mudah terkompresi). Permeabilitas tanahnya rendah sehingga air hujan yang jatuh sebagian melimpas menjadi air permukaan.
- e. Lapisan tanahnya semakin dalam semakin Keras. Konsistensi keras ini bisa berjenis lapisan tanah keras (Cadas) atau batu (Batu Gunung atau Batu Kali), yang dtunjukan nilai $N_{SPT} \geq 60$.
- f. Secara umum Lapisan Tanah di Kawasan PT.KPI Maros baik, maka daya dukung tanahnyapun baik. Namun perlu diperhatikan, jika tanah tersebut mengalami proses penggalian dan penimbunan, dapat mengganggu stabilitas tanahnya.

Saran berdasar kondisi lapangan, terkait Pondasi Kontruksi Bangunan diatasnya adalah sbb :

1. Pondasi Dangkal untuk tanah yang keras di permukaan dan bangunan tidak tinggi
2. Pondasi Boredpile jika tanah permukaan tidak keras dan bangunan memiliki beban yang besar.

6. Daftar Pustaka

- a. AASHTO, AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures 1972, AASHTO Washington DC., chapter III revised 1981.
- b. Bowles, Joseph E. 1991. **Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)**, Erlangga, Jakarta.
- c. Das, Braja. M. 1995. **Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I** . Erlangga. Jakarta
- d. Dunn, I.S, Anderson, L.R, Kiefer, F.W. 1980. **Dasar-dasar Analisis Geoteknik**. IKIP Semarang Press. Semarang.
- e. Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. **Mekanika Tanah 1**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- f. Hardiyatmo, Hary Christady. 2001. **Prinsip – Prinsip Mekanika Tanah Dan Soal – Penyelesaian 1**. Beta Offset. Yogyakarta.
- g. Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. **Mekanika Tanah 2**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- h. Sosrodarsono, Suyono. 1988. **Mekanika Tanah & Teknik Pondasi**. PT. Perca. Jakarta.
- i. Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. **Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa**. Penerbit Erlangga. Jakarta
- j. Verhoef, P.N.W. 1994. **Geologi Untuk Teknik Sipil**. PT. Erlangga. Jakarta.