

LAPORAN PENELITIAN

**PENYELIDIKAN DAYA DUKUNG TANAH FONDASI DANGKAL METODA
TERZAGI & MEYERHOFDARI DATA N_{spr} , Q_c SONDIR, UJI UDS DI KAWASAN
MAJA BANTEN**



Oleh :

Ir. Supriyanto, MT

Barian Karopeboka, ST., MT

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOROBUDUR


JAKARTA, 2023

LEMBAR IDENTITAS DAN PENGESAHAN LAPORAN AKHIR PENELITIAN

1	Judul Penelitian	Penyelidikan Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Metoda Terzagi & Meyerhofdari Data Nspt, Qc Sondir, Uji Uds Di Kawasan Maja Banten
2	Ketua Peneliti :	
	a. Nama	Ir. Supriyanto, MT
	b. NIDN	0316016204
	c. Jenis Kelamin	Laki-Laki
	d. Pangkat/Golongan/NIP	
	e. Jabatan Fungsional	Lektor
	f. Fakultas/Program Studi	Teknik Sipil
	g. Bidang Ilmu yang diteliti	
3	Jumlah Tim Peneliti	2 (dua) Orang
4	Lokasi Penelitian	Jakarta
5	Jangka Waktu Penelitian	6 (enam) bulan
6	Biaya diperlukan	Rp. 44.000.000,-
7	Sumber Dana	Perguruan Tinggi

Jakarta, Februari 2023

Pemohon

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik

(Ir. Wahyu Inggar Fipiana, MM)


(Ir. Supriyanto, MT)

Mengetahui
Lembaga Penelitian & Pengabdian Masyarakat

Evi Syafida Nasution, S.Psi, M Psi



DAYA DUKUNG TANAH FONDASI DANGKAL METODA TERZAGI & MEYERHOF DARI DATA N_{SPT} , Q_c SONDIR , UJI UDS DI KAWASAN MAJA BANTEN

Supriyanto¹⁾

Barian Karoeboka²⁾

^{1,2} Fakultas Teknk Prodi Sipil Universitas Borobudur email: mokopriyanto@gmail.com

Abstract

Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah menahan beban bangunan di atasnya tetap kokoh dan stabil selama umur rencana bangunan. Daya dukung tanah, dihitung menggunakan Metode Terzaghi dan Meyerhof dari data N_{SPT} (Core Drilling), Parameter Uji UDS (Undisturb Sample) dan Q_c Sondir /Cone Penetrometer Test (CPT)

Lapisan Tanah di kawasan Maja Banten , berjenis CH (Lempung, ber Plastisitas tinggi) dan sedikit SC (Pasir ber Lempung). Permukaan tanah di kedalaman 0-1 m, berupa Lempung Lanauan dengan konsistensi lunak, $Q_c < 10 \text{ kg/cm}^2$ dan $N_{SPT} < 5$.

Untuk keperluan bangunan 1 lantai dapat menggunakan fondasi dangkal pada kedalaman 2 – 3 m dengan daya dukung tanah 3 ton/m^2 .

1. PENDAHULUAN

Untuk mengetahui lapisan tanah dengan daya dukung cukup sehingga bangunan stabil dan tidak terjadi penurunan diluar toleransi (toleransi $\leq 2,54 \text{ cm}$), yaitu dengan penyelidikan lapangan (core drilling/SPT & sondir) dan Uji UDS di laboratorium. Dari penyelidikan diperoleh beberapa informasi sebagai berikut:

- Letak lapisan tanah beserta konsistensinya (lunak s/d keras).
- Daya dukung tanah untuk pondasi (dalam atau dangkal), termasuk perkiraan muka air tanah.
- Prediksi penurunan akibat beban bangunan.
- Prediksi dampak terhadap lingkungan dan langkah mengatasinya.

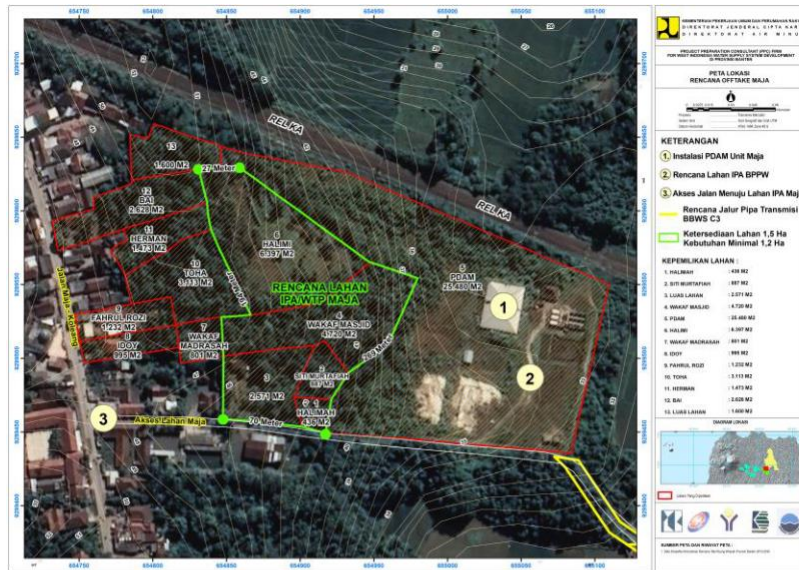
Sifat-sifat konsistensi tanah (kekerasan tanah) ditentukan dari pengujian lapangan dengan Standar Penetration Test (SPT) dan Cone Penetration Test (CPT). Sifat fisik dan karakteristik jenis tanah (kohesive dan non kohesive), berdasarkan pengujian tanah di laboratorium.

Dari sifat fisik, mekanik dan konsistensi tanah maka dapat menghitung kapasitas daya dukung tanah .

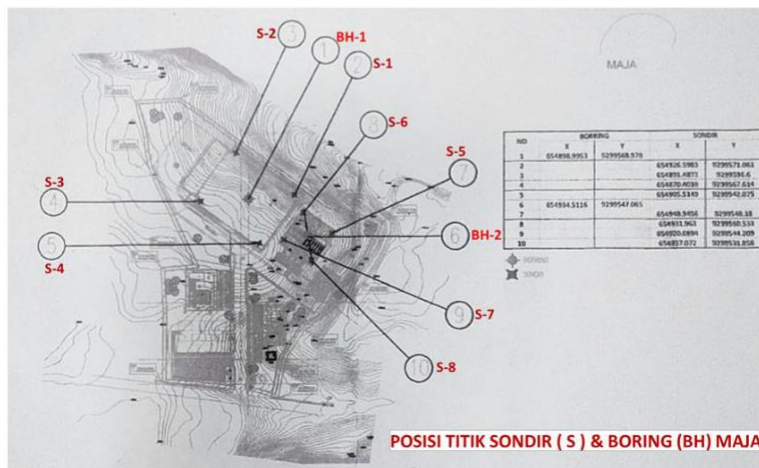
Metoda perhitungan daya dukung tanah fondasi (dalam atau dangkal) menggunakan metoda yang telah dikembangkan oleh Terzaghi & Meyerhof. Fondasi bangunan harus mampu meneruskan beban atas ke tanah pendukungnya sehingga memberikan keamanan. Bentuk dan jenis fondasi sangat tergantung dari beban bangunan , daya dukung tanah dan besarnya penurunan tanah yang terjadi. (Suryolelono (2004)

Metode Terzaghi lebih aman, untuk menentukan daya dukung tanah dengan beban sentris (tegak lurus terhadap bidang permukaan tanah), karena diperoleh nilai yang relatif lebih kecil dibanding metode yang lain. Untuk beban miring (non sentris) sebaiknya digunakan perhitungan daya dukung tanah dengan metode Meyerhof karena memperoleh nilai daya dukung tanah yang relatif lebih stabil yaitu semakin besar lebar fondasi maka semakin besar pula daya dukungnya.

Daya dukung tanah Gambar untuk 1.1 Batas fondasi Lahandangkal IPA/WTP di Desa Mja Maja Kec. Maja Provinsi Banten (Gambar 1.1 dan 1.2), sebesar 5 ton/m^2 pada kedalaman 2 m dan 7 ton/m^2 pada kedalaman 3 m



Gambar 1.2 Titik Soil Investigation



2. METODA PERHITUNGAN DAYA DUKUNG

Daya Dukung ijin adalah beban maksimum persatuan luas, yaitu tanah masih mampu mendukung beban tanpa mengalami keruntuhan, dengan memperhitungkan faktor keamanan (safety factor). Jika dinyatakan dengan persamaan adalah : Daya Dukung Ijin = Daya Dukung Ultimit/Sf , dengan Sf = 3.

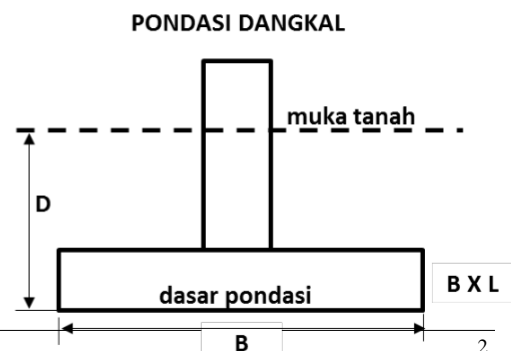
Daya Dukung Ijin dihitung berdasar N_{SPT} , Hasil Uji Laboratorium Hasil Uji Laboratorium (Indeks & Engineering Property) dan Q Sondir.

Berdasar daya dukung tanah dan rencana beban **Gambar 2.1 Dimensi Fondasi Dangkal** bangunan, maka dipilih jenis fondasi yang sesuai, yaitu fondasi dangkal atau dalam.

Peck dkk membedakan fondasi dalam dan dangkal dari perbandingan kedalaman dengan lebar fondasi (Df/B) yaitu

Df : Nilai Kedalaman Fondasi

B : Lebar Fondasi



$(Df/B) > 4$: Fondasi Dalam
 $(Df/B) \leq 1$: Fondasi Dangkal

2.1 Menghitung Daya Dukung Tanah berdasar Uji Lapangan

1. Data NSPT

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

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

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

2. Data Sondir

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

$$q_u = q_c / 30 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \text{Untuk lebar fondasi (B)} \leq 1,2 \text{ m}$$

$$q_u = (q_c / 50) (1 + (0,3/B))^2 \quad (\text{kg/cm}^2) \quad \text{Untuk lebar fondasi (B)} > 1,2 \text{ m}$$

2.2 Menghitung Daya Dukung Tanah Berdasar Data Uji Laboratorium

Persamaan berdasarkan teori Terzaghi dengan parameter data Laboratorium

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

Dimana :

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

$$\gamma = \text{Berat Isi Tanah Efektif (kg/cm}^3)$$

$$D = \text{Kedalaman Lapisan Tanah (cm)}$$

$$B = \text{lebar fondasi , L = panjang fondasi (Rectangular B/L = 1)}$$

$$C_u = \text{Kohesi Undrained pd lap tanah di dasar fondasi (} C_u = q_c / 25) \text{ (kg/cm}^2)$$

$$q_c = \text{Tahanan qonus (kg/cm}^2)$$

$$N_c, N_q, N_\gamma = \text{Koef daya dukung}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Daya Dukung (Bearing Capacity) dari Data NSPT

Hasil pemboran sedalam 30 m di Tabelkan dengan variabel : kedalaman, tebal lapisan tanah, jenis tanah, konsistensi, N_{SPT} . (dapat dilihat pada Tabel 3.1 & 3.2).

Tabel 3.1 Deskripsi Hasil Pemboran di Titik BH-1 Maja Banten

No	Kedalaman (m)	Tebal (m)	USCS CLASS		Deskripsi		
			UDS	DS	Jenis Tanah	Konsistensi	N-Spt
1	0 - 1	1			Lempung Lanau Coklat	Lunak	2 - 4
2	1 - 3	2	CH	CH	Lempung Lanau Pasir Halus Merah Abu-abu		
3	3 - 5	2	CH	CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu Coklat	Kaku	8 - 15
4	5 - 8	3	SC	SC	Pasir Halus Lanau Abu-abu Coklat	Sangat Kaku	15 - 30
5	8 - 12	4		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu		
6	12 - 13.5	1.5		CH	Cadas Lempung Lanau Pasir Halus Coklat	Keras	> 30
7	13.5 - 16	2.5		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu	Sangat Kaku	15 - 30
8	16 - 19.5	3.5		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu Coklat	Keras	> 30
9	19.5 - 21.5	2		CH	Lempung Lanau Abu-abu Coklat		
10	21.5 - 26	4.5		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu		
11	26 - 27	1		CH	Cadas Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu Coklat		
12	27 - 30	3		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu		
		30					

Tabel 3.2 Deskripsi Hasil Pemboran di Titik BH-2 Maja Banten

No	Kedalaman (m)	Tebal (m)	USCS CLASS		Deskripsi		
			UDS	DS	Jenis Tanah	Konsistensi	N-Spt
1	0 - 1	1			Lempung Lanau Coklat	Lunak	2 - 7
2	1 - 4	3	CH	CH	Lempung Lanau Pasir Halus Merah Abu-abu		
3	4 - 6.5	2.5		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu	Kaku s/d Sangat Kaku	8 - 30
4	6.5 - 8	1.5		CH	Cadas Lempung Lanau Pasir Halus Kerikil Coklat	Keras	>30
5	8 - 12	4		CH	Lempung Lanau Pasir Coklat Abu-abu		
6	12 - 16	4		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Coklat abu-abu		
7	16 - 22	6		CH	Cadas Lempung Lanau Pasir Kasar Abu-abu Coklat		
8	22 - 27	5		CH	Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu		
9	27 - 30	3		CH	Cadas Lempung Lanau Pasir Halus Abu-abu		
10		30					

Batas Awal Kedalaman Lapisan tanah , layak untuk pondasi , asumsi konsolidasi max 1 inch = 2,54 cm Semakin Dalam, Daya Dukung Meningkatkan sesuai meningkatnya konsistensi

Lapisan tanah, dominan berjenis lempung, dengan $N_{SPT} \geq 8$ (Konsistensi Kaku s/d Keras) dan tahanan qonus (Q_c) $\geq 30 \text{ kg/cm}^2$ (Konsistensi Kaku/Stiff), pada kedalaman 3,5 m dari muka tanah setempat. (Tabel 3.1 & 3.2). Daya dukung tanah fondasi dangkal, sebesar 3 – 10 ton/m² pada kedalaman 2-3m (Tabel 3.3.).

Daya dukung hasil perhitungan (Tabel 3.3) dibandingkan hasil penelitian Terzaghi & Peck 1948 (Tabel 3.4), menunjukkan Hubungan Konsistensi (N_{SPT}) terhadap daya dukung ijin fondasi dangkal, Sebagai contoh dengan Konsistensi Sedang, N_{SPT} 4-8, memiliki Daya Dukung ijin 6 – 12 ton/m² (0,6-1,2 kg/cm²), sedangkan untuk hasil perhitungan antara 3-10 ton/m².

**Tabel 3.3
DAYA DUKUNG TANAH
PONDASI DANGKAL
DATA N_{SPT}
METODA MEYERHOF**

Depth (m) Muka Tanah Setempat	BH 1	BH2	Qall BH1	Qall BH2
	N _{SPT}		ton/m ²	
0.00	-	-	-	-
1.00	-	-	-	-
2.00	3	7	3	7
3.00	10	18	10	17
4.00	15	30	14	28
5.00	-	-	-	-

**Tabel 3.4
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

3.2 Daya Dukung (Bearing Capacity) dari Data Sondir

Hasil penyelidikan dari 8 titik sondir, dengan $Q \geq 30 \text{ kg/cm}^2$ ditunjukkan pada Tabel 3.4 dengan Batas Kedalaman Lapisan Tanah ≥ 3 , dengan Konsistensi Kaku. Daya dukung tanah untuk fondasi dangkal pada kedalaman 2 – 3 m adalah 6 ton/m^2 .

Tabel 3.4
Batas Kedalaman Lapisan Tanah $Q_c > 30 \text{ kg/cm}^2$
Konsistensi Kaku (Layak Pondasi)

Kedalaman dari Muka Tanah Konsistensi Kaku $30 < q_c < 60 \text{ kg/cm}^2$	Titik Sondir							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
1								
1.5	Yellow							
2	Yellow						Yellow	
2.5	Yellow	Green	Yellow	Green		Green	Yellow	
3	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
3.5	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Green	Yellow	Green
4		Green	Yellow	Green		Green	Yellow	Green
4.5		Green	Yellow	Green		Green	Yellow	Green
5		Green	Yellow	Green			Yellow	Green
5.5		Green	Yellow	Green			Yellow	Green
6		Green	Yellow	Green			Yellow	Green
6.5		Green		Green			Yellow	Green
7		Green		Green			Yellow	Green
7.5							Yellow	Green
8								Green
8.5								Green
9								Green
9.5								Green
10								Green
10.5								
11								

Batas Kedalaman
Lapisan Tanah
 $Q_c > 30 \text{ kg/cm}^2$
Konsistensi Kaku

Tabel 3.5
Daya Dukung Ijin Pondasi Dangkal (End Bearing)
di Atas Lapisan Tanah per Kedalaman
Berdasar Nilai Qonus Sondir
Metoda Meyerhof ($q_u = (q_c/50) (1+(0,3/B))^2$)

Asumsi B = 2 (Lebar Pondasi Telapak/Dangkal)

Depth (m) Muka Tanah	S1		S2		S3		S4		S5		S6		S7		S8	
	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung	Qonus	Daya Dukung
	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²	(Kg/Cm ²)	Ton/m ²
Setempat																
0.00																
-1.00	25	7	18	5	15	4	18	5	18	5	15	4	22	6	15	4
-2.00	40	11	45	12	35	9	35	9	30	8	22	6	45	12	22	6
-3.00	40	11	35	9	50	13	50	13	45	12	35	9	45	12	55	15
-4.00	85	22	38	10	60	16	35	9	150	40	65	17	50	13	75	20
-5.00			28	7	55	15	35	9			170	45	25	7	85	22
-6.00			45	11.9	60	15.9	55	14.55					45	11.9	65	17.2
-7.00			55	14.5	140	37.0	75	19.84					45	11.9	170	45.0
-8.00			225	59.5			230	60.84					150	39.7	80	21.2
-9.00															75	19.8
-10.00															85	22.5
-11.00															190	50.3
-11.20															225	59.5

3.3 Daya Dukung (Bearing Capacity) dari Data Uji Laboratorium

TABEL 3.6 RESUME HASIL UJI UDS DI LABORATORIUM



PROJECT		PPC Firm Dev. Of West Indonesia Water Supply System in Maja Banten										SUMMARY OF LABORATORY TEST RESULTS													
LOCATION		Maja Banten																							
CLIENT		Ardec																							
No	Number of Tower	Depth of Sample (Meter)	USCS SOIL CLASS.	INDEX PROPERTIES							CLASSIFICATION							ENGINEERING PROPERTIES							
				Determination of Water Content - Specific Gravity Volumetric Unit Weight							Liquid & plastic Limit Determination			GRAIN SIZE ANALYSIS				Triaxial UU		Permeability Test	DIRECT SHEAR TEST		CONSOLIDATION TEST		
				Wn (%)	γ_m (g/cm ³)	γ_d (g/cm ³)	Void Ratio	Porosity	Sr (%)	Specific Gravity	WL (%)	WP (%)	IP (%)	GRAVEL (%)	SAND (%)	SILT (%)	CLAY (%)	% finer by Wt. Passing no. 200 sieve	Total Stress ϕ Degree	C kg/cm ²	kt avg cm/sec	Cm kg/cm ²	ϕ_m Degree	Cc	Cv cm ² /sec
																				1.35E-07	-	-	0.443	3.60E-03	
1	BH.1	1.50 - 2.00	CH	55.228	1.599	1.030	1.495	0.599	94.965	2.570	129.02	36.19	92.830	0.00	11.66	28.09	60.25	88.34	8.588	0.229	1.35E-07	-	-	0.443	3.60E-03
2	BH.1	5.50 - 6.00	SC	27.426	1.905	1.495	0.798	0.444	92.333	2.688	43.61	17.69	25.920	2.80	61.01	17.96	18.23	36.19	-	-	3.74E-05	0.1149	32.200	0.146	5.32E-03
3	BH.1	9.50 - 10.00	CH	45.975	1.693	1.160	1.182	0.542	98.437	2.531	75.17	28.66	46.510	0.00	26.06	35.69	38.25	73.94	9.772	0.293	2.10E-07	-	-	0.335	4.98E-03
4	BH.2	1.50 - 2.00	CH	43.569	1.712	1.192	1.134	0.531	97.751	2.544	79.74	27.47	52.270	0.00	21.71	20.77	57.52	78.29	3.199	0.183	3.28E-07	-	-	0.367	3.10E-03
5	BH.2	3.50 - 4.00	CH	46.161	1.714	1.173	1.226	0.551	98.296	2.611	76.81	28.20	48.610	0.00	22.78	22.57	54.65	77.22	1.325	0.105	4.34E-07	-	-	0.414	2.93E-03

Tabel 3.7

DAYA DUKUNG DARI PARAMETER TANAH (UJI LABAORATORIUM) PONDASI DANGKAL METODA TERZAGHI

Titik Bor	UDS Kedalaman m	Jenis Tanah	Parameter Tanah			Dimensi Telapak Pondasi			Daya Dukung			
			γ	ϕ	C	B (Lebar)	L (Panjang)	Df (Dalam)	Qult	Qall	Qult	Qall
			gr/cm ³	o	kg/cm ²	m	m	m	t/m ²	t/m ²	kg/cm ²	kg/cm ²
BH-1	1.50 - 2.00	CH	1.60	8.59	0.23	2	2	2	31	10	3	1.0
BH-1	5.50 - 6.00	SC	1.90	32.20	0.11	2	2	2	197	66	20	6.6
BH-2	1.50 - 2.00	CH	1.71	3.20	0.18	2	2	2	17	6	2	0.6
BH-2	3.50 - 4.00	CH	1.71	1.33	0.11	2	2	2	8.91	3	1	0.3

Daya dukung tanah berdasar hasil uji tanah dilaboratorium pada kedalaman 2 m – 3 m diperoleh 3-6 ton/m². Nilai ini dari perhitungan 4 UDS di 1 lokasi dengan 2 titik bor, serta pertimbangan faktor keamanan (safety factor)

3.4 Pembahasan Daya Dukung Tanah

Daya Dukung Tanah, untuk Fondasi Dangkal pada kedalaman 2 m dan 3m dari muka tanah, membandingkan, Hasil N_{SPT}, Sondir dan Uji Laboratorium (Tabel 3.3. 3.5 & 3.7) Hasil perbandingan Daya Dukung Tanah dari 3 Sumber Data tersebut dapat lihat pada Tabel 3.8.

Dengan faktor safety =3 maka Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal adalah : sebesar 3 – 6 ton/m² pada kedalaman 2-3 m.

Tabel 3.8
DAYA DUKUNG TANAH PONDASI DANGKAL METODA NSPT,UJI LAB, SONDIR

Depth (m)	N _{SPT}	UJI LAB	Sondir
Muka Tanah Setempat	Ton/m ²		
0.00	–	–	–
1.00	–	–	–
2.00	3	6	6
3.00	10	3	9
4.00	14	–	9
5.00	–	–	–

4. KESIMPULAN

1. Lapisan Tanah di kawasan penyelidikan berjenis Lempung Lanauan berpasir.
2. Jenis Tanah Permukaan berupa Lempung Lanauan dengan konsistensi lunak ,Qc < 10 kg/cm² dan N_{SPT} < 5, pada kedalaman 0-1 m.
3. Untuk keperluan bangunan 1 lantai dengan bobot ≤ 3 ton/m² dapat menggunakan fondasi dangkal pada kedalaman 2-3 m berprinsip “daya dukung tanah > beban bangunan” diatas tanah tersebut.

5. Daftar Pustaka

- a. Bowles, Joseph E. 1991. **Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika tanah)**, Erlangga, Jakarta.
- b. Das, Braja. M. 1995. **Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I** . Erlangga. Jakarta
- c. Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. **Mekanika Tanah 1**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- d. Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. **Mekanika Tanah 2**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- e. Sosrodarsono, Suyono. 1988. **Mekanika Tanah & Teknik Pondasi**. PT. Perca. Jakarta.