

DAYA DUKUNG PONDASI DALAM DAERAH PANYIPATAN, TANAH LAUT, KALIMANTAN SELATAN BERDASARKAN HASIL STANDARD PENETRATION TEST

Sophia Alta E P^{1*}, Jodi Prakoso², Zufialdi Zakaria¹, Irvan Sophiaan¹

¹Fakultas Teknik Geologi, Universitas Padjadjaran

²PT. Kwarsa Hexagon

Sophia14002@mail.unpad.ac.id

ABSTRAK

Daerah Panyipatan, Tanah Laut, Kalimantan Selatan merupakan salah satu daerah yang sedang dilakukan pembangunan infrastruktur. Pada pembangunan tersebut kondisi tanah dan batuan bawah permukaan sangat perlu diperhitungkan. Untuk itu diperlukan penyelidikan dan pengujian Geologi Teknik guna mengetahui karakteristik tanah dan batuan bawah permukaan yang akan digunakan untuk analisis nilai daya dukung pondasi dari daerah tersebut. Pengujian Geologi Teknik diantaranya ialah pemboran inti dan *Standard Penetration Test*, yang akan memberikan hasil karakteristik bawah permukaan dan juga nilai daya dukungnya. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan karakteristik tanah pada daerah penelitian didominasi oleh material tanah lempung dan batuan gabbro. Berdasarkan hasil pengujian *Standard Penetration Test (SPT)* pada 5 titik pengujian didapatkan bahwa lapisan keras pada daerah penelitian berada pada kedalaman 5 m sampai 50 m, dengan nilai daya dukung pondasi dalam yang dihitung berdasarkan metode *Reese and Wrigth* berkisar antara 17,93 – 3, 72 ton untuk jenis pondasi berupa pondasi tiang pancang.

ABSTRACT

Panyipatan Area, Tanah Laut, South Kalimantan area is one of the areas is one of the areas under development of infrastructure, where in the construction, the subsurface soil and rock conditions are very important to note. Therefore, it is necessary to investigate and doing some Geotechnical test to know the characteristics of subsurface soil and rock condition which later can be used to analyze the value of bearing capacity of the foundation of the area. Geological Testing methods such as core drilling and Standard Penetration Test, will provide the results of subsurface characteristics and also the bearing capacity. Based on the results of the tests conducted, it is found that soil characteristics in the study area is dominated by clay soil materials and gabbro. While based on the results of testing of Standard Penetration Test (SPT) at 5 test point found that hard layer in research area is at depth 5 - 50 m, with the value of foundation bearing capacity in the calculated using Reese and Wrigth method ranged from 17.93 - 3, 72 tons for the pile foundation type.

Keywords: *Panyipatan, Bearing Capacity, Deep Foundation, Standard Penetration Test*

1. PENDAHULUAN

Kestabilan suatu bangunan atau rangkaian tidak hanya ditentukan oleh rangkaian atas yang secara langsung memikul gaya-gaya yang bekerja pada rangkaian tersebut, tetapi kestabilan rangkaian bawah

dalam hal ini pondasi memegang peranan yang tidak kalah penting dalam menjaga kestabilan struktur. Rangkaian bawah dalam hal ini pondasi, memiliki peranan penting dalam perencanaan sebuah pembangunan berkelanjutan guna mengantisipasi ataupun

mengurangi dampak penurunan (*settlement*) yang mungkin terjadi.

Dalam perencanaan pondasi, permasalahan penting yang harus diperhatikan adalah besar daya dukung tanah yang mampu memikul beban kerja yang bekerja pada pondasi, dimana daya dukung yang dimiliki harus lebih besar dari beban yang akan dipikul oleh pondasi tersebut

Perhitungan daya dukung ataupun penurunan memerlukan pengetahuan akan sifat-sifat tanah yang ada (*soil properties*) yang akan memberikan gambaran mengenai karakteristik

Selain pengujian di laboratorium, hasil pengujian di lapangan seperti Uji Penetrasi Standar atau *Standard Penetration Test* (SPT) dapat pula digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi meski hanya sebagai perkiraan awal (*preliminary value*) dan harus dibandingkan dengan hasil perhitungan empiris yang menggunakan hasil pengujian di laboratorium.

Perbandingan nilai-nilai daya dukung yang didapat dari berbagai hasil uji ini dapat dibandingkan untuk mendapatkan nilai kapasitas beban yang diijinkan sesuai dengan geometri serta kedalaman pondasi yang ada guna mendapatkan hasil atau rekomendasi jenis pondasi yang sesuai dengan daya dukung yang diijinkan di daerah penelitian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Daya dukung tanah adalah besarnya tekanan atau kemampuan tanah untuk menerima beban dari luas sehingga

menjadi stabil. Kapasitas daya dukung pondasi berhubungan dengan perancangan dalam bidang geoteknik. Kriteria perancangan kapasitas daya dukung pondasi dangkal harus lebih besar atau sama dengan bebar luar yang ditransfer melalui system pondasi ke tanah di bawah pondasi.

Terzaghi mempersiapkan rumus daya dukung tanah yang diperhitungkan dalam keadaan *ultimate bearing capacity*, artinya : suatu batasan nilai apabila dilampaui akan menimbulkan runtuh (*collapse*), oleh sebab itu daya dukung tanah yang diijinkan (*allowable bearing capacity*) harus lebih kecil daripada *ultimate bearing capacity*.

Pondasi adalah suatu kontruksi pada bagian dasar struktur atau bangunan (*substructure*) yang berfungsi meneruskan beban dari bagian atas struktur/banguna (*upperstructure*) ke lapisan tanah dibawahnya. Kekuatan pondasi harus mempertimbangkan kesesuaian antara beban dan kontruksi dan kemampuan dukung tanah. Dua persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam merencanakan pondasi menurut Bowles (1997) adalah :

1. Tanah dasar harus mampu mendukung beban kontruksi tanpa mengalami keruntuhan geser (*shear failure*).
2. Penurunan pondasi yang akan terjadi harus dalam batas yang diizinkan.

Pondasi sendiri dibagi menjadi dua jenis berdasarkan perbandingan lebar pondasi dan kedalamannya, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

Pondasi dangkal merupakan pondasi yang digunakan apabila kedalaman pondasi lebih kecil atau sama dengan empat kali lebar pondasi, sedangkan pondasi dalam merupakan pondasi yang digunakan apabila kedalaman pondasi lebih dari empat kali lebar pondasi.

Data hasil SPT dan CPT pun dapat digunakan untuk menghitung nilai daya dukung pondasi dalam yang ada. Berikut merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung nilai daya dukung pondasi dalam menurut N-SPT yang dikemukakan oleh Reese & Wright (1997)

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad \dots(2.1)$$

Dimana :

Q_u = daya dukung ultimate tiang (ton)

Q_p = daya dukung ultimate ujung tiang (ton)

Q_s = daya dukung ultimate selimut tiang (ton)

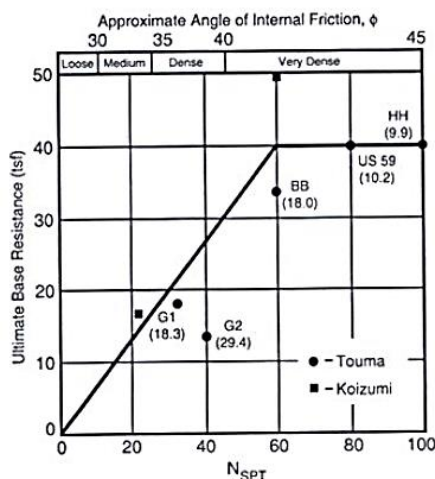
Daya dukung ultimate pada ujung tiang dinyatakan sebagai berikut

$$Q_p = q + A \quad \dots(2.2)$$

Dimana :

q = tahanan ujung persatuan luas (ton/m²)

A = luang penampang tiang bor (m²)



Gambar 2.1 Tahanan ujung ultimit (Reese & Wright, 1977)

Sedangkan perhitungan daya dukung selimut tiang dapat dituliskan sebagai berikut :

$$Q_s = f \times L \times p \quad \dots(2.3)$$

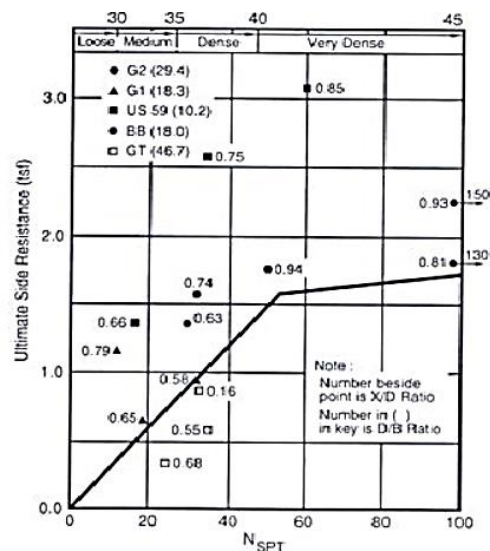
Dimana :

Q_s = daya dukung ultimate selimut tiang (ton)

F = gesekan selimut tiang persatuan luas (on/m²)

L = panjang tiang (m)

P = keliling penampang tiang (m)



Gambar 2.2 Tahanan selimut ultimit pada tanah (Wright, 1977)

Nilai daya dukung ultimate tiang yang didapat kemudian dibagi dengan angka faktor keamanan untuk selanjutnya didapatkan nilai daya dukung yang diijinkan (Q_a).

3. METODE

3.1 Pemboran Inti

Pemboran biasanya dilakukan dengan kedalaman 15-40 m (ada pengecualian untuk eksplorasi bangunan pada kedalaman yang besar). Sirkulasi air pada pengeboran penting dilakukan untuk pendinginan, agar alat tidak menjadi panas

akibat gesekan. Jenis sampel yang di ambil dari pemboran ialah sampel terganggu dan tidak terganggu. Sampel-sampel tersebut digunakan untuk pengamatan visual dan deskripsi langsung di lapangan, dan sebagian dibawa untuk pengujian di laboratorium. Sampel pada pemboran inti akan berupa *core box*. Mata bor yang digunakan akan berbeda tergantung daripada material yang ada pada lapangan. Untuk material tanah mata bor yang digunakan menggunakan mata bor *tungsten*, sedangkan untuk batuan digunakan mata bor intan.

3.2 Pengujian SPT

Uji ini dilaksanakan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui baik perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan. Pada waktu uji SPT dilakukan, proses pengeboran dihentikan. Uji SPT terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah dan disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukkan tabung belah sedalam 300 mm (1 ft) vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg (140 lb) yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi 0,76 m (30 in). Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm (6 in) untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (dinyatakan dalam pukulan/0,3 m atau pukulan/ft).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lapisan Tanah Hasil Pemboran

Pada lokasi penelitian dilakukan pemboran pada 5 titik pemboran guna mengetahui kondisi geologi teknik yang dapat dilihat dari hasil

deskripsi *core*. Didapatkan hasil sebagai berikut

• BH – 01

Tabel 4.1 Deskripsi Core BH - 01

Kedalaman (m)		Tebal (m)	Litologi	Deskripsi
dari	ke			
0	0.35	0.35	Lempung (D)	Coklat gelap, plastisitas rendah, lunak.
0.35	3.7	3.35	Lempung (CW)	Coklat kemerahan, plastisitas tinggi, agak lunak.
3.7	8.8	5.1	Lempung (CW)	Coklat terang, plastisitas tinggi, sangat kaku, SPT=22 pukulan/ft.
8.8	10	1.2	Lempung lanauan (HW)	Coklat gelap, plastisitas tinggi, sangat kaku.
10	21.3	11.3	Lempung lanauan (HW)	Putih kecoklatan, plastisitas tinggi, keras, mengandung butiran gravel (bongkah-berangkal) (SPT=50->50 pukulan/ft).
21.3	26.4	5.1	Gabro (MW)	Warna lapuk abu-abu kecoklatan, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.
26.4	27.8	1.4	Gabro (HW)	Warna lapuk abu-abu kecoklatan, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.
27.8	30	2.2	Gabro (MW)	Warna lapuk abu-abu kecoklatan, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.

Pada BH01, litologi yang mendominasi ialah lempung. Dengan kedalaman pemboran sebesar 30m.

• BH – 02

Tabel 4.2 Deskripsi Core BH - 02

Kedalaman (m)		Tebal (m)	Litologi	Deskripsi
dari	ke			
0	0.3	0.3	Lempung (D)	Coklat gelap, plastisitas tinggi, lunak.
0.3	4.7	4.4	Lempung (CW)	Coklat kemerahan, plastisitas tinggi, agak kaku-kaku (SPT=8-21 pukulan/ft).
4.7	5.1	0.4	Lempung lanauan (HW)	Coklat gelap, plastisitas tinggi, sangat kaku, mengandung butiran (kerikil-berangkal).
5.1	18.2	13.1	Gabro (MW-SW)	Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.
18.2	30	11.8	Gabro (F)	Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular, keras, alterasi rendah pada urat, mengandung urat kuarsa dan klorit.

Pada BH02, litologi yang mendominasi ialah Gabro. Dengan kedalaman pemboran sebesar 30m.

• **BH – 03**

Tabel 4.3 Deskripsi Core BH - 03

Kedalaman (m)		Tebal (m)	Litologi	Deskripsi
dari	ke			
0	0.1	0.1	Lempung (D)	Coklat gelap, plastisitas tinggi, lunak.
0.1	8	7.9	Lempung (CW)	Coklat kemerahan, plastisitas tinggi, kaku (SPT=15 pukulan/ft).
8	12	4	Lempung (CW)	Putih kecoklatan, plastisitas tinggi, keras (SPT=13 pukulan/ft).
12	16.7	4.7	Lempung lanauan(HW)	Coklat terang, plastisitas tinggi, keras, mengandung butiran (kerikil-berangkal).
17	20	3.3	Lempung pasir (HW)	Putih kecoklatan, plastisitas rendah, keras, mengandung butiran (kerakal-bongkah).
20	28.9	8.9	Gabro (SW-HW)	Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.
29	30	1.1	Gabro (HW)	Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu gelap, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.

Pada BH- 03, litologi yang mendominasi ialah lempung. Dengan kedalaman pemboran sebesar 30m.

• **BH – 04**

Tabel 4.4 Deskripsi Core BH - 04

Kedalaman (m)		Tebal (m)	Litologi	Deskripsi
dari	ke			
0	0.15	0.15	Lempung (D)	Coklat gelap, plastisitas rendah, lunak.
0.15	3	2.85	Lempung (CW)	Coklat kemerahan, plastisitas tinggi, lunak.
3	7.6	4.6	Lempung (HW)	Coklat terang, plastisitas tinggi, kaku (SPT=15 pukulan/ft)
7.6	10	2.4	Lempung (HW)	Coklat, plastisitas tinggi, keras (SPT=>50 pukulan/ft).
10	13.6	3.6	Lempung (HW)	Coklat terang, plastisitas tinggi, keras, mengandung butiran (kerikil-kerakal).
13.6	18.2	4.6	Gabro (MW-SW)	Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu hitam keabuan, porfiritik, hipokristalin, inequigranular.
18.2	30	11.8	Gabro (FR)	Terakalisasi tinggi. Warna lapuk abu-abu, warna segar abu-abu hitam keabuan, porfiritik, hipokristalin, inequigranular, keras, mengandung mineral hitam dan hijau (klorit dan olivine), serta urat kuarsa.

Pada BH - 04, litologi yang mendominasi ialah Gabro. Dengan kedalaman pemboran sebesar 30m.

• **BH – 05**

Tabel 4.5 Deskripsi Core BH - 05

Kedalaman (m)		Tebal (m)	Litologi	Deskripsi
dari	ke			
0	0.3	0.3	Lempung (D)	Coklat gelap, plastisitas rendah, lunak.
0.3	3.5	3.2	Lempung (CW)	Coklat kemerahan, plastisitas tinggi, agak kaku.
3.5	5.7	2.2	Lempung (CW)	Coklat terang, plastisitas tinggi, keras (SPT=33 pukulan/ft)
5.7	8.2	2.5	Lempung (HW)	Putih kecoklatan, plastisitas tinggi, keras.
8.2	12.6	4.4	Lempung (HW)	coklat kekuningan, plastisitas tinggi, keras, mengandung butiran gabro (kerikil-bongkah).
12.6	14.6	2	Lempung lanauan(HW)	Kuning kecoklatan, plastisitas tinggi, keras, mengandung butiran gabro (kerikil-bongkah).
14.6	30	15.4	Lempung pasir (HW)	Coklat, plastisitas rendah, keras, mengandung butiran gabro (kerikil-bongkah).

Pada BH07, litologi yang mendominasi ialah lempung. Dengan kedalaman pemboran sebesar 30m.

4.2 Daya Dukung Pondasi Dalam Berdasarkan Standard Penetration Test

Perhitungan daya dukung pondasi dalam dengan menggunakan data SPT dilakukan dengan menggunakan metode Reese & Wright (1977) dengan jenis pondasi yang digunakan berupa pondasi tiang. Perhitungan ini dilakukan pada masing-masing lapisan pada setiap titik bor dengan lebar atau diameter pondasi yang digunakan yaitu 0,5 m. Dalam penempatan titik pondasi, pondasi diletakan pada lapisan keras yang mana diletakan pada lapisan gabro untuk setiap titik pengujian.

- **BH – 01**

Tabel 4.6 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam pada BH - 01

Kedalaman (m)	Nspt	Jenis tanah/batuan	d (m)	A (m ²)	qp (Ton/m ²)	Qp (Ton)	f (Ton/m ²)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
3,7 - 8,8	22	Lempung sangat kaku	0,5	0,1963	13	27,462325	0,6	0	1,57	0	27,462	9,1541
10 - 21	50	Lempung lanauan keras	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	5,1	1,57	12,811	93,086	31,029
21 - 26	50	Gabro (MW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	5,1	1,57	12,811	93,086	31,029
26 - 28	50	Gabro (HW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	5,1	1,57	12,811	93,086	31,029
28 - 30	50	Gabro (MW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	1,4	1,57	3,5168	83,791	27,93

Pada titik pengujian BH - 01, lapisan keras ditemukan pada kedalaman 21 m – 50 m dengan nilai daya dukung berkisar antara 27,93 – 32,02 ton.

- **BH – 02**

Tabel 4.7 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam pada BH - 02

Kedalaman (m)	Nspt	Jenis tanah/batuan	d (m)	A (m ²)	qp (Ton/m ²)	Qp (Ton)	f (Ton/m ²)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
0,3 - 4,7	14,5	Lempung sangat kaku-kaku	0,5	0,1963	8	16,899892	0,3	0	1,57	0	16,9	5,6333
5,1 - 18	50	Gabro (MW-SW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	13	1,57	32,907	113,18	37,727
18 - 30	50	Gabro (F)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	12	1,57	29,642	109,92	36,639

Pada titik pengujian BH - 02, lapisan keras ditemukan pada kedalaman 5,1 m – 30 m dengan nilai daya dukung berkisar antara 36, 63 – 37, 72 ton.

- **BH – 03**

Tabel 4.8 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam pada BH - 03

Kedalaman (m)	Nspt	Jenis tanah/batu an	d (m)	A (m ²)	qp (Ton/m ²)	Qp (Ton)	f (Ton/m ²)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
0,1 - 8	15	Lempung kaku	0,5	0,1963	10	21,124865	0,5	0	1,57	0	21,125	7,0416
8 - 12	33	Lempung keras	0,5	0,1963	21	44,362217	0,9	0	1,57	0	44,362	14,787
20 - 29	50	Gabro (MW-SW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	8,9	1,57	22,357	102,63	34,21

Pada titik pengujian BH - 02, lapisan keras ditemukan pada kedalaman 20 m – 29 m dengan nilai daya dukung sebesar 34,21ton.

- **BH – 04**

Tabel 4.9 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam pada BH - 04

Kedalaman (m)	Nspt	Jenis tanah/batu an	d (m)	A (m ²)	qp (Ton/m ²)	Qp (Ton)	f (Ton/m ²)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
3 - 7,6	15	Lempung kaku	0,5	0,1963	10	21,124865	0,5	0	1,57	0	21,125	7,0416
7,6 - 10	50	Lempung keras	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	0	1,57	0	80,274	26,758
14 - 18	50	Gabro (MW-SW)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	4,6	1,57	11,555	91,83	30,61
18 - 30	50	Gabro (FR)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	12	1,57	29,642	109,92	36,639

Pada titik pengujian BH - 02, lapisan keras ditemukan pada kedalaman 14 m – 30 m dengan nilai daya dukung sebesar 30,06 ton – 36,6 ton.

• **BH – 05**

Tabel 4.10 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Dalam pada BH - 05

Kedalaman (m)			Nspt	Jenis tanah/batu an	d (m)	A (m2)	qp (Ton/m2)	Qp (Ton)	f (Ton/m2)	L (m)	P (m)	Qs (Ton)	Qu (ton)	Qa (Ton)
1,8	-	5,7	20	Lempung sangat kaku	0,5	0,1963	12	25,349839	0,6	0	1,57	0	25,35	8,4499
8,3	-	13	40	Lempung keras	0,5	0,1963	27	57,037137	1,2	0	1,57	0	57,037	19,012
26	-	30	50	Gabro (FR)	0,5	0,1963	38	80,274489	1,6	4,5	1,57	11,304	91,578	30,526

Pada titik pengujian BH - 02, lapisan keras ditemukan pada kedalaman 26 m – 30 m d dengan nilai daya dukung sebesar 30,52 ton

5. KESIMPULAN

Hasil pemboran inti dan pengujian *Standard Penetration Test* menunjukkan karakteristik bawah permukaan daerah penelitian yang didominasi oleh material tanah lempung dan batuan gabro, yang dimana untuk penempatan pondasi dalam dilakukan pada lapisan keras yang merupakan lapisan bermaterial gabro yang ditemukan pada kedalaman yang bervariasi untuk setiap titik pengamatan mulai dari kedalaman 5,1 m – 50 m. Adapun nilai N SPT yang didapat yaitu 50. Dari hasil pengujian *Standard Penetration Test* didapatkan nilai daya dukung pondasi dalam jenis tiang pancang untuk lokasi penelitian yaitu berkisar antara 17,93 – 37,72 ton.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1984. *Analisis dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, J. E. 1989. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Second Edition*.
- Das, B. M. 1993. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. diterjemahkan:

- Endah NM, Surya IBM. Jakarta: Erlangga.
- Das, B.M.. 2004. *Principles of Foundation Engineering*. USA: Thomson Brooks/Cole.
- Hardiyatmo, H. C. 1996. *Teknik Pondasi 1*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, H. C. 2008. *Teknik Pondasi 2*. Yogyakarta : Beta Offset.
- Hunt, R.E. 1984. *Geotechnical engineering investigation manual*. McGrawHill Book Co., 984 p.
- JSMFD. ASCE, Vol. 82, SM 1.
- Ralph Peck B. 1996. *Teknik Fondasi*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- SNI 03-4148-1996, “Metode pengujian penetrasi dengan SPT”.
- Suyono, Sosrodarsono. 2005. *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT Pradnya Paramita: Jakarta.
- Zakaria, Zufaldi. 2006. *Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal*. Jatinangor. Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.