

Analisis Daya Dukung Pondasi Tower BTS Berdasarkan Uji Cone Penetrometer Test (CPT)

Elfira Resti Mulya¹ Fitro Darwis²

^{1,2}**Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasifik Morotai**
email : resti.mulya@gmail.com, fitrodarwis@yahoo.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 23 Januari 2020

Direvisi: 28 Januari 2020

Dipublikasikan: 31 Januari 2020

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.3694726

Abstract:

Determination of the type of foundation used depends on several factors that determine the hard soil, soil type, and the load that will be borne by the foundation. To calculate the soil bearing capacity is used on three methods of comparing based on SPT data, CPT is also based on laboratory data. This type of research is an analysis of soil carrying capacity analysis based on CPT field research results on the BTS Tower construction project in 2 locations, Sambiki Village and Hino Village, Morotai Island Regency. The field data obtained in the geotechnical engineering project consists of 2 CPT test points and 1 Hand Boring test point at each location. From the results of the sondir / CPT test at two different locations obtained from hard soil up to 7 meters for Sambiki Village and 6.8 m for Hino Village so that the next calculation for the bearing capacity of the foundation uses the bearing capacity of the borepile foundation. Based on the calculation of the ultimate bearing capacity of the borepile foundation (qult) with the use of the diameter of the drill pole calculated experiments vary between the diameter of the pole 20 cm, 30 cm, and 40 cm then for Sambiki Village the qult exchange rate or the carrying capacity of the foundation at a height of 7 m is 26.14 tons for pole diameter 20 cm, pole diameter 52.17 tons for diameter 30 cm and 86.83 tons for pole diameter 40 cm. Whereas for Sambiki Village in the 6.8 m section produces a limit of qult value of 24.62 tons for pole diameter of 20 cm, 48.71 tons for pole diameter of 30 cm and 80.66 tons for pole diameter of 40 cm.

Keywords: Carrying capacity of land, tower of BTS foundation, CPT

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan konstruksi salah satu pekerjaan yang paling penting adalah pekerjaan pondasi. Pondasi merupakan komponen dari struktur bangunan paling bawah yang berfungsi meneruskan atau menyalurkan gaya-gaya/beban struktur bangunan untuk didistribusikan ke dalam tanah sebagai pendukung bangunan tersebut. Dalam mendukung beban bangunan, tanah merupakan bagian yang tak terpisahkan dari perannya terhadap pondasi. Kapasitas dukung pondasi sangat bergantung dari jenis dan besar kekuatan tanah di lapangan. Bangunan dengan beban yang besar dan bervariasi perlu diketahui kapasitas dukung tanah setempat. Tidak terkecuali bangunan tower bts.

Pondasi pada umumnya dibedakan atas pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal merupakan pondasi yang dikategorikan memiliki kedalaman (D_f) lebih kecil atau sama dengan dimensi lebar pondasi (B). Meskipun dalam perkembangannya pondasi dangkal kedalamannya bisa mencapai 4 kali lebar pondasi ($4B$). Sedangkan pondasi dalam dalam kategorinya perbandingan kedalaman dan lebar pondasi lebih dari sepuluh ($D_f/B > 10$).

Penentuan jenis pondasi yang digunakan bergantung pada beberapa faktor diantaranya kedalaman tanah keras, jenis tanah, dan beban yang akan di pikul oleh pondasi. Untuk menghitung kapasitas dukung tanah secara umum digunakan atas tiga (3) metode diantaranya berdasarkan data SPT, *CPT* maupun berdasarkan data laboratorium dapat digunakan metode Meyerhof maupun Terzaghi. Pada penelitian ini dibatasi pada analisis kapasitas dukung berdasarkan data *CPT* pada proyek pembangunan Tower BTS di Desa Hino dan Desa Sambiki Kabupaten Pulau Morotai.

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak diatas batuan dasar/*bedrock* (Hardiyatmo, 2010). Tanah merupakan bagian dasar yang sangat penting sebagai tumpuan dalam pekerjaan konstruksi. Tanah diharapkan mampu mendukung beban konstruksi diatasnya. Olehnya itu tanah harus memenuhi persyaratan kualitas baik secara fisik maupun teknis (Lengkong dkk. 2013).

Bowles (1997) menyatakan bahwa terdapat dua syarat umum yang harus dipenuhi dalam merencanakan pondasi, yakni (1) tanah dasar harus mampu mendukung beban konstruksi tanpa mengalami keruntuhan geser (*shear failure*), (2) penurunan pondasi yang terjadi harus dalam batas yang diizinkan.

Meyerhof (1976) menyarankan untuk daya dukung pondasi dangkal pada tanah pasir maupun lempung dihitung menggunakan persamaan 1 berikut.

$$q_{ult} = q_c \times B(1 + d/B) / 40 \dots \dots \dots \text{pers 1}$$

dimana :

q_{ult} = Daya dukung ijin
(kg/cm^2)

q_c = Tahanan ujung konus
pada kedalaman yang diambil

B = Lebar pondasi (m)

d = kedalaman pondasi (m)

Untuk menentukan daya dukung pondasi dalam dengan tiang tunggal dengan beban vertikal dapat dihitung berdasarkan data sondir (Meyerhof, 1956). Metode ini disarankan Meyerhof untuk keperluan praktis dimana dinyatakan bahwa tahanan ujung tiang mendekati tahanan ujung sondir. Sedangkan tahanan selimut pada tiang dapat menggunakan tahanan selimut total atau gesekan total (jumlah hambatan pelekak) terhadap keliling tiang. Metode

langsung ini dapat diilustrasikan dengan persamaan 2 berikut. Dengan menggunakan angka keamanan 4 untuk tahanan ujung dan 6 untuk tahanan geseknya dapat dihitung daya dukung yang diijinkan.

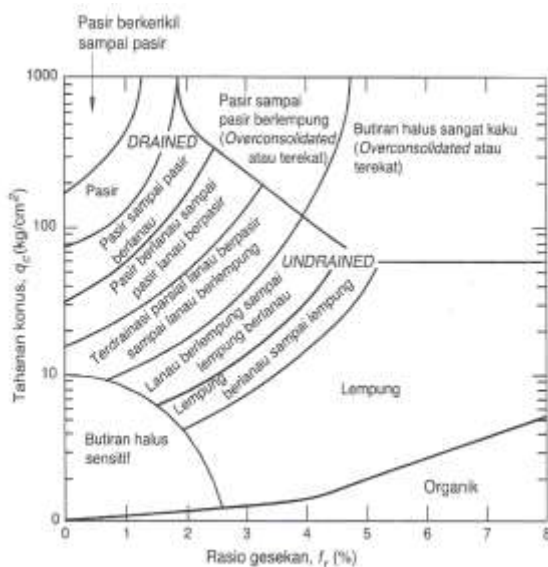
$$q_{ult} = \frac{q_c \cdot A}{f_{k1}} + \frac{JHP \cdot U}{f_{k2}} \dots \dots \dots P$$

ers 2

dimana :

- q_{ult} = Daya dukung ijin (kg/cm²)
- q_c = Tahanan ujung konus pada kedalaman yang diambil
- JHP = jumlah gesekan total atau jumlah hambatan pelekat (kg/cm)
- A = Luas penampang tiang (cm²)
- U = Keliling penampang tiang (cm)
- f_{k1} = angka keamanan tahanan ujung biasanya antara 3 – 4 (diambil 4)
- f_{k2} = angka keamanan tahanan gesek biasanya antara 5 – 6 (diambil 6)

Menurut Robertson dan Campanella (1983), klasifikasi lapisan tanah berdasarkan hasil uji CPT diperoleh dari hubungan tahanan ujung dan rasio gesekan seperti pada Gambar 1.

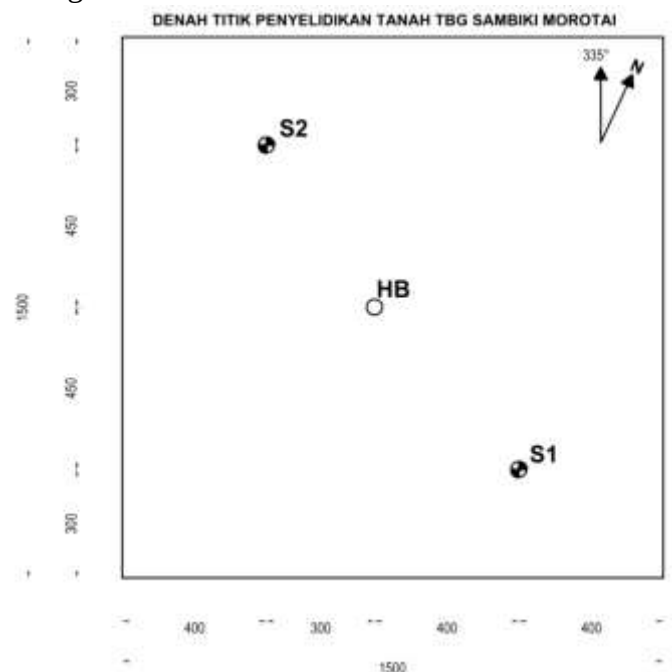


Gambar 1. Klasifikasi Tanah Hasil Sondir (Robertson dan Campanella, 1983)

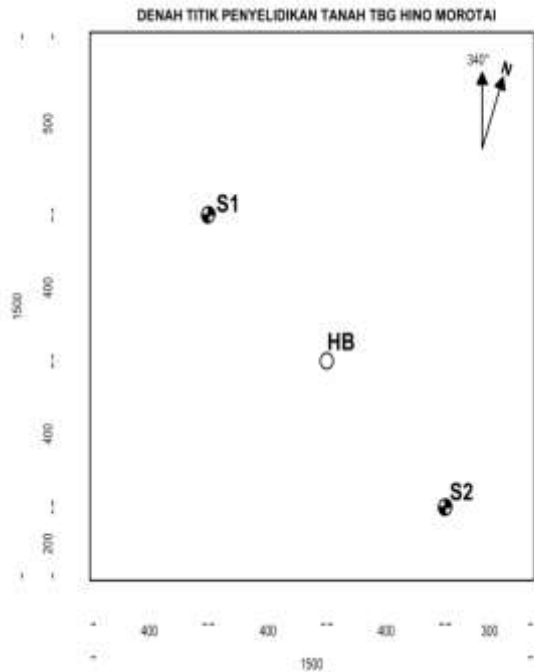
METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian analisis daya dukung tanah berdasarkan data hasil uji lapangan berupa CPT pada proyek pembangunan Tower BTS di 2 lokasi yakni Desa Sambiki dan Desa Hino Kabupaten Pulau Morotai. Data lapangan yang di dapatkan pada pekerjaan geoteknik pada proyek ini berupa 2 titik uji CPT dan 1 titik ujibor tangan (*Hand Boring*) di setiap lokasi. Denah titik penyelidikan Tanah Desa Sambiki dan Desa Hino di tampilkan pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.

Pelaksanaan pemboran dengan menggunakan *hand boring* hanya mampu dilakukan sampai menembus lapisan tanah ± 6 meter. Selama pemboran di catat jenis tanah/batu dan kondisi konsistensinya perlayer jika ada perubahan. Sedangkan untuk pengujian CPT dilakukan sampai menembus lapisan tanah keras atau $q_c \geq 150$ kg/cm².



Gambar 2. Denah Titik Penyelidikan Tanah TBG Sambiki



Gambar 3. Denah Titik Penyelidikan Tanah TBG Hino

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Lapisan Tanah Berdasarkan Hasil Hand Boring

Hasil deskripsi lapisan tanah hasil bor tangan secara terperinci dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Pembacaan deskripsi lapisan tanah dilakukan setiap kedalaman 50 cm. Dari hasil yang diinterpretasikan pada tabel tersebut terlihat bahwa jenis tanah pada kedalaman 0 sampai 6 m di setiap lokasi cenderung hampir seragam. Perbedaannya pada konsistensinya.

Tabel 1. Deskripsi dan Klasifikasi Tanah Hasil Hand Boring Desa Sambiki

Kedalaman (m)	Deskripsi	Klasifikasi
0,00 – 0,50	Coklat Kehitaman	Lempung
0,50 – 1,00	Coklat Kehitaman	Lempung
1,00 – 0,50	Coklat Keabu-abuan	Lempung

1,50 – 2,00	Coklat Keabu-abuan	Lempung
2,00 – 6,00	Coklat Keabu-abuan	Lempung padat

Tabel 2. Deskripsi dan Klasifikasi Tanah Hasil Hand Boring Desa Hino

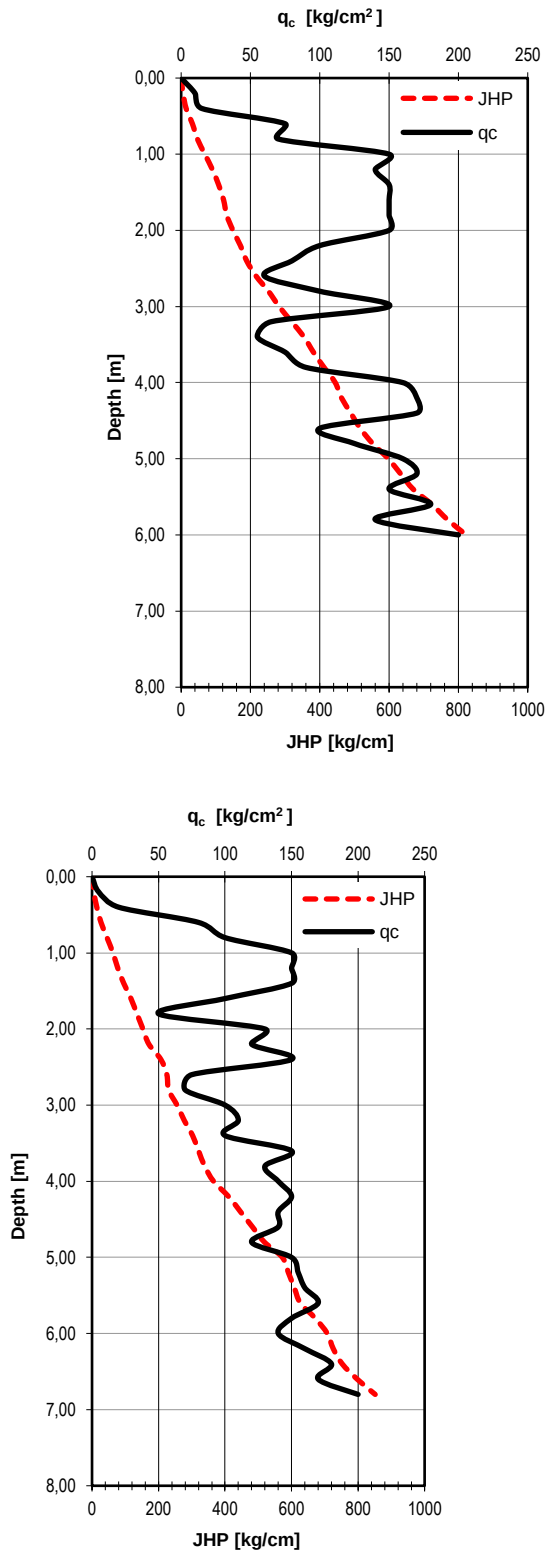
Kedalaman (m)	Deskripsi	Klasifikasi
0,00 – 0,50	Hitam Kecoklatan	Lanau
0,50 – 1,00	Kuning Keabu-abuan	Lanau
1,00 – 0,50	Kuning Keabu-abuan	Lanau
1,50 – 2,00	Kuning Keabu-abuan	Lanau
2,00 – 6,00	Kuning Keabu-abuan	Lanau

Dari hasil pengujian hand boring seperti pada Tabel 1 dan 2 diatas ntuk lokasi rencana pembangunan tower BTS di Desa Sambiki klasifikasi tanah seragam yaitu sampai kedalaman 6 meter jenis tanah lempung. Deskripsi tanah berwarna coklat kehitaman sampai coklat keabu-abuan. Sedangkan untuk Desa Hino jenis tanah diklasifikasikan tanah lanau, dengan deskripsi hitam kecoklatan sampai kuning keabu-abuan. Hasil uji handboring bisa dikomparasikan dengan klasifikasi tanah dari hasil uji CPT.

2. Hasil Pengujian CPT dan Indikasi Lapisan

Hasil pengujian CPT untuk dua titik uji pada masing-masing lokasi rencana pembangunan tower bts ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Dari hasil uji sondir dilokasi pengujian Desa Sambiki, dapat diklasifikasikan jenis lapisan tanah berdasarkan Robertson dan Campanella (1993). Indikasi lapisan tanah berdasarkan uji CPT dapat di lihat pada Tabel 3.



(a)

(b)

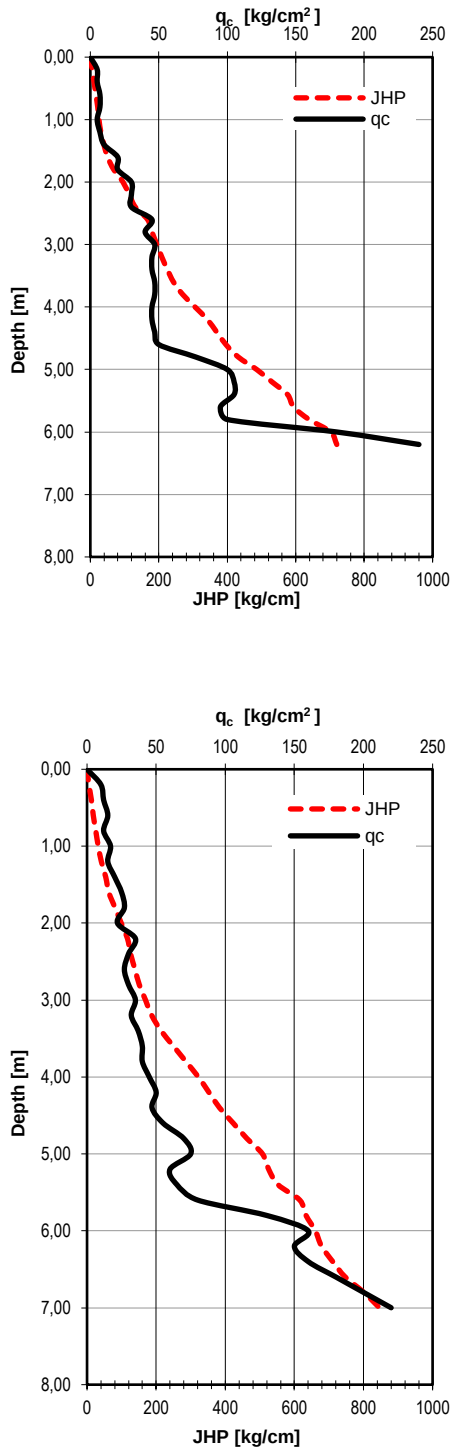
Gambar 4. Grafik hasil uji CPT di lokasi Desa Hino

(a) Titik S1; (b) Titik S2

Tabel 3. Prediksi Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai q_c dan f_s (Lokasi Desa Sambiki)

Titik Sondir S1				Titik Sondir S2			
Kedalaman (m)	q_c (kg /c m ²)	f_s	Prediksi Lapisan Tanah	Kedalaman (m)	q_c (kg /c m ²)	f_s	Prediksi Lapisan Tanah
0,00 – 2,00	0 – 30	4 , 5	Lempun g	0,00 – 2,00	0 - 35	4 , 0 9	Lempun g berlan au
2,00 – 4,00	30 – 45	4	Lempun g berlan au	2,00 – 4,00	35 - 45	4 , 5	Lempun g berlan au
4,00 – 6,20	45 - 24 0	2 , 7	Pasir Pa dat	4,00 – 6,00	45 - 16 0	2 , 0 8	Pasir pa dat berlan au
-	-	-	-	6,00 – 7,00	16 0 - 22 0	1 , 1 5	Pasir pa dat

Dari hasil uji sondir/CPT dilokasi pengujian Desa Hino, dapat diklasifikasikan jenis lapisan tanah berdasarkan Robertson dan Campanella (1993). Indikasi lapsian tanah berdasarkan CPT dapat di lihat pada Tabel 4.



Gambar 5. Grafik hasil uji CPT di lokasi Desa Sambiki
(a) Titik S1; (b) Titik S2

Tabel 4. Prediksi Lapisan Tanah Berdasarkan Nilai q_c dan f_s (Lokasi Desa Hino)

Titik Sondir S1				Titik Sondir S2			
Kedalaman (m)	q_c (kg /c m ²)	f_s	Prediksi Lapisan Tanah	Kedalaman (m)	q_c (kg /c m ²)	f_s	Prediksi Lapisan Tanah
0,00 – 2,00	0 – 150	0 , 6	Lempung	0,00 – 2,00	0 - 35	4 , 09	Lempung berlanau
2,00 – 4,00	30 – 45	4	Lempung berlanau	2,00 – 4,00	35 - 45	4 , 5	Lempung berlanau
4,00 – 6,20	45 - 240	2 , 7	Pasir Padat	4,00 – 6,00	45 - 160	2 , 08	Pasir padat berlanau
-	-	-	-	6,00 – 7,00	160 - 220	1 , 15	Pasir padat

3. Analisis Daya Dukung Tanah

Analisisi daya dukung tanah (*bearing capacity*) berdasarkan data CPT

secara umum ditentukan dengan dua jenis pondasi yaitu analisis terhadap pondasi dangkal (tapak) dan pondasi dalam (tiang). Pada penelitian ini fokus pembahasan dilakukan pada tipe pondasi dangkal tersebut.

Daya dukung pondasi dengan jenis pondasi tapak dihitung menggunakan persamaan 1 dan persamaan 2. Berdasarkan data sondir pada lokasi Desa Hino dan Desa Sambiki seperti pada gambar 4 dan gambar 5 diatas, dari dua titik uji di setiap lokasi didapatkan rata-rata tanah keras pada kedalaman 6 m dengan nilai $q_c > 150$ kg/cm². Selanjutnya daya dukung tanah pondasi tower BTS untuk kedua lokasi dihitung berdasarkan pondasi dalam (pondasi tiang) menggunakan persamaan 2 oleh Meyerhof, 1957. Hasil analisis daya dukung tanah seperti pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Daya dukung ultimit pondasi tiang (borepile) pada lokasi Desa Sambiki dan Desa Hino

Lokasi	Titik	Kedalaman (m)	q_c (kg/cm ²)	JHP (kg/cm)	Diameter tiang (cm)		
					20	30	40
					Daya dukung q_{ult} (ton)		
Desa Sambiki	S-1	6,2	240	720	26,39	53,72	90,48
	S-2	7	220	846	26,14	52,17	86,83
Desa Hino	S-1	6	200	822	24,32	48,25	80,05
	S-2	6,8	200	851	24,62	48,71	80,66

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung ultimit pondasi borepile (q_{ult}) seperti pada Tabel 5 diatas dengan asumsi dan coba-coba penggunaan diameter tiang bor bervariasi 20 cm, 30 cm, dan 40 cm maka untuk Desa Sambiki batasan nilai q_{ult} atau kapasitas dukung pondasi pada kedalaman 7 m yakni 26,14 ton untuk diameter tiang 20 cm, 52,17 ton untuk diameter tiang 30 cm dan 86,83 ton untuk diameter tiang 40 cm. Sedangkan untuk Desa Hino pada kedalaman 6,8 m menghasilkan batasan nilai q_{ult} sebesar

24,62 ton untuk diameter tiang 20 cm, 48,71 ton untuk diameter tiang 30 cm dan 80,66 ton untuk diameter tiang 40 cm. Penentuan diameter tiang yang dipakai untuk dimensi tiang bore disesuaikan dengan perhitungan beban pondasi Tower BTS oleh pihak perencana.

KESIMPULAN

Dari hasil penyelidikan tanah dilapangan dengan menggunakan alat sondir/CPT dan hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kapasitas dukung tanah untuk lokasi Desa Sambiki pada kedalaman 2.00 m relatif rendah dengan nilai $q_c < 10$ kg/cm² sehingga tidak disarankan untuk menggunakan pondasi dangkal dan menggunakan pondasi dalam. Sedangkan untuk Desa Hino pada kedalaman 2.00 m relatif tinggi dengan nilai $q_c > 10$ kg/cm² akan tetapi pada kedalaman berikutnya bervariasi sampai pada kedalaman >6m mencapai tanah kerasnya sehingga lebih disarankan untuk menggunakan pondasi dalam.
2. Untuk Desa Sambiki batasan nilai q_{ult} atau kapasitas dukung pondasi pada kedalaman 7 m yakni 26,14 ton untuk diameter tiang 20 cm, 52,17 ton untuk diameter tiang 30 cm dan 86,83 ton untuk diameter tiang 40 cm. Sedangkan untuk Desa Hino pada kedalaman 6,8 m menghasilkan batasan nilai q_{ult} sebesar 24,62 ton untuk diameter tiang 20 cm, 48,71 ton untuk diameter tiang 30 cm dan 80,66 ton untuk diameter tiang 40 cm.
3. Penggunaan pondasi dalam menggunakan pondasi tiang (borepile) sampai menembus kedalaman >6 meter. Yakni kedalaman pondasi borepile 7 m

untuk Desa Sambiki dan 6,8 m untuk Desa Hino.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. *Metode Pengujian Sondir*. SNI-28-27-2008. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1997. *Analisa dan Desain Pondasi*. Erlangga. Jakarta
- Bowles, J. E., 1993. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2010. *Analisis dan Perancangan Pondasi II*. UGM Press. Yogyakarta
- Lengkong, P. C. L. dkk., 2013. *Hubungan Kuat Geser pada Tanah dengan Hasil Percobaan Dynamic Cone Penetrometer pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara*. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Robertson, P.K dan Campanella, R.G., 1983. *Interpretation of Cone Penetration Test, Part 2 Clay*. Canadian Geotech J., Vol. 20. No. 4.