

Daya Dukung dan Penurunan Pondasi pada Pesisir Pantai Timur Kabupaten Bangka

Ferra Fahriani*, Yayuk Apriyanti

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung;
 Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

* Korespondensi: e-mail: f2_ferra@yahoo.com

ABSTRAK

Pembangunan gedung disekitar pantai diperlukan untuk meningkatkan sarana dan prasarana di pantai. Analisis terhadap daya dukung dan penurunan pondasi untuk pembangunan suatu bangunan mutlak diperlukan untuk menghindari keruntuhan pada bangunan. Pada penelitian ini dilakukan analisis daya dukung dan penurunan pondasi di daerah pantai timur Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yaitu Pantai Tikus, Pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir menggunakan data lapangan yaitu data *Cone Penetration Test* (CPT). Berdasarkan hasil uji sondir (CPT) dapat dianalisis tingkat konsistensi tanah, daya dukung dan penurunan pondasi dengan mengkombinasikan beban struktur untuk gedung 1 lantai sampai gedung 5 lantai. Perhitungan daya dukung pondasi dangkal menggunakan metode *Meyerhof* (1976) sedangkan pondasi dalam menggunakan metode *Meyerhof* (1956). Untuk perhitungan penurunan pondasi dangkal menggunakan metode *Steinbrenner* (1934) sedangkan perhitungan penurunan pada pondasi dalam menggunakan metode *Vesic* (1970). Dari penelitian ini didapatkan tingkat konsistensi tanah pada 3 lokasi mulai dari tingkat medium sampai keras. Pada analisis daya dukung pondasi didapat semakin besar daya dukung tanah, maka dimensi pondasi yang didapat semakin kecil. Semakin besar beban yang ditahan oleh pondasi maka semakin besar pula ukuran pondasi yang diperlukan untuk menahan tersebut. Pada analisis penurunan didapat semakin kecil daya dukung tanah, maka penurunan akan semakin besar. Semakin besar beban yang ditahan pondasi maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

Kata Kunci : uji CPT; konsistensi tanah; daya dukung pondasi; penurunan pondasi

ABSTRACT

A Construction of buildings on the beach is needed to provide facilities and infrastructure. An analysis of bearing capacity and foundation settlement for building construction is necessary to avoid structural failure. This study analyzed bearing capacity and foundation settlement on the East coast of Bangka Regency, Bangka Belitung Island Province, including Tikus Beach, Takari Beach and Karang Mas Air Anyir Beach, based on field data from Cone Penetration Test (CPT). Result showed that the level of soil consistency, bearing capacity, and foundation settlement can be analyzed by combining the structural loads for the 1 to 5 floor buildings. Bearing capacity of shallow foundation was calculated using the Meyerhof (1976) method, whereas the deep foundation is using the Meyerhof (1956) method. Settlement of shallow foundation was calculated using the Steinbrenner (1934) method, whereas the deep foundation is using the Vesic (1970) method. This study found the soil consistency levels at three locations had the range from medium to hard level. The analysis of foundation bearing capacity showed that the greater of soil bearing capacity, the smaller of foundation dimensions. The greater the load that must be held by the foundation, the greater the size of the foundation needed to withstand it. The analysis of the settlement showed that the smaller of the soil bearing capacity, the greater of settlement. The greater the load that must be withheld by the foundation, the foundation settlement will greater.

Keyword : CPT test; soil consistency; bearing capacity of foundation; foundation settlement

Diterima: 02 Agustus 2019 ; Review: 12 September 2019; Disetujui: 23 Desember 2019

1. PENDAHULUAN

Bangka Belitung merupakan provinsi kepulauan, yang dikelilingi oleh pantai sebagai aset wisata bagi Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Pengembangan pariwisata pantai saat ini semakin dikembangkan, namun belum secara menyeluruh, khususnya pantai yang masih jauh dari pusat kota. Untuk meningkatkan minat berkunjung bagi para wisatawan baik wisatawan lokal maupun luar, sarana dan prasarana di daerah wisata harus ditingkatkan. Pembangunan gedung-gedung seperti hotel, restoran, pertokoan maupun gedung-gedung hiburan lainnya perlu dibangun di daerah sekitar pantai untuk menambah fasilitas wisata bagi para wisatawan. Kabupaten Bangka merupakan kabupaten yang memiliki kawasan pantai yang indah dan jumlah yang banyak, namun belum dikelola secara profesional. Pantai Tikus, Pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir merupakan kawasan pantai yang dekat dengan pusat kota namun belum dikelola secara profesional, sehingga kawasan tersebut dipilih sebagai lokasi penelitian.

Dalam perencanaan pembangunan khususnya perencanaan pondasi bangunan diperlukan suatu data penyelidikan tanah untuk mengetahui kondisi tanah atau daya dukung tanah di lokasi pembangunan. Analisis daya dukung tanah untuk mendapatkan daya dukung dan penurunan pondasi suatu bangunan harus dilakukan untuk menghindari keruntuhan pada bangunan. Berbagai jenis alat dan metode dapat digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah. *Cone Penetration Test* (CPT) atau sondir merupakan salah satu alat penyelidikan tanah di lapangan yang dapat digunakan untuk menganalisis daya dukung tanah (Indriasari, 2016). Data dari CPT dipakai untuk menetapkan kapasitas dukung yang diperbolehkan untuk merancang pondasi (Bowles, 1997).

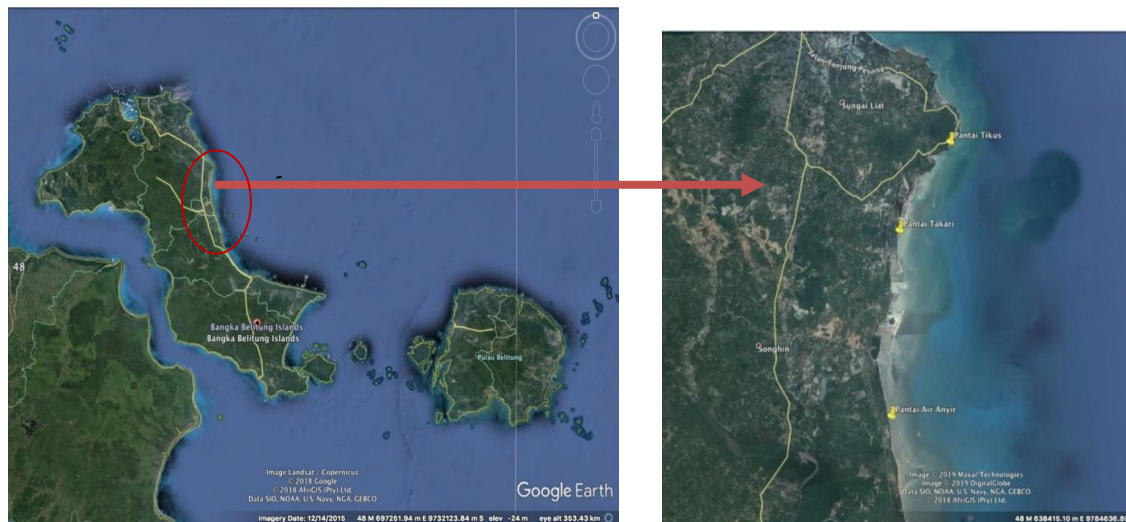
Daya dukung tanah pada daerah pantai tergolong rendah (Saefulloh, 2012). Hasil penelitian mengenai daya dukung pondasi dangkal disepanjang pantai utara Jakarta menunjukkan daya dukung tanah di daerah penelitian tergolong rendah dengan nilai daya dukung mulai dari 2 t/m² sampai 8 t/m². (Fahriani, 2015) telah melakukan penelitian untuk mengetahui kondisi tanah di tiga lokasi di pantai utara Kabupaten Bangka selanjutnya data tersebut digunakan untuk menghitung dimensi, daya dukung serta penurunan pondasi pada lokasi tersebut. Hasil penelitian menyatakan kondisi kekerasan tanah untuk kisaran kedalaman lebih dari 2 m termasuk kategori tanah dengan daya dukung tanah sedang/kaku. Sedangkan daya dukung tanah untuk kisaran kedalaman 4-5 m termasuk kategori tanah dengan daya dukung tanah agak keras. Dimensi pondasi yang didapatkan berbeda-beda untuk tiap lokasi semakin kecil daya dukung tanah dimensi pondasi yang didapatkan semakin kecil dan penurunan yang terjadi semakin besar.

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan penelitian lanjutan guna mengetahui daya dukung tanah di kawasan pantai di kabupaten Bangka. Sebagai bahan acuan dalam membuat pondasi pada bangunan pantai perlu dibuat suatu pemetaan daya dukung dan penurunan pondasi di kawasan pantai kabupaten Bangka. (Sukandi, 2018) telah melakukan pemetaan daya dukung tanah berdasarkan data sondir di kota Mataram provinsi Nusa Tenggara Barat. Sebelumnya Misliniyati (2014) juga melakukan pengujian sondir untuk membuat Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Kelurahan Lampung Kota Bengkulu. Untuk itulah dilakukan penelitian yang sama pada lokasi pantai timur kabupaten Bangka.

Pada penelitian ini akan didapatkan tingkat konsistensi tanah, daya dukung serta penurunan pondasi yang dianalisis berdasarkan hasil uji sondir di 3 lokasi dipantai timur kabupaten Bangka.

2. METODE PENELITIAN

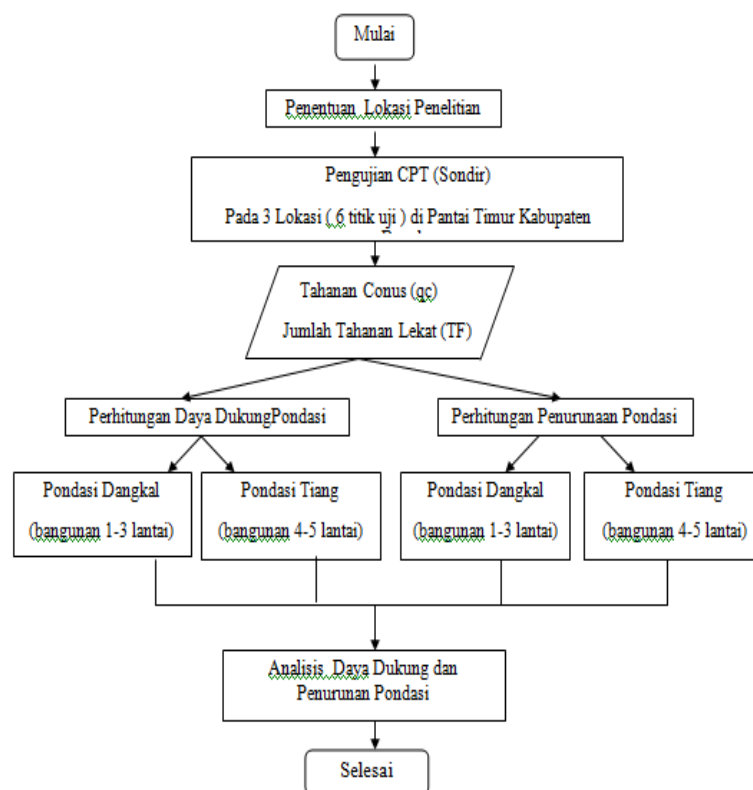
Penelitian ini dilakukan di Pantai Timur Kabupaten Bangka Provinsi Kepulauan Bangka Belitung dengan 3 titik lokasi yaitu Pantai Tikus, Pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir seperti pada Gambar 1.



Sumber : Geogle Earth

Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini ditampilkan dalam diagram alir penelitian seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Tahap awal penelitian adalah dilakukan penyelidikan tanah. Penyelidikan daya dukung tanah menggunakan alat uji sondir (CPT) dilakukan pada ketiga lokasi penelitian menggunakan

standar pengujian sondir berdasarkan SNI 2827:2008. Pada pengujian ini didapatkan nilai tahanan ujung konus (q_c), tahanan gesek lokal (q_f), dan jumlah hambatan lekat (TF) pada tanah. Selanjutnya parameter-parameter tersebut akan digunakan untuk menentukan tingkat konsistensi tanah, klasifikasi lapisan tanah, dimensi pondasi, daya dukung dan penurunan pondasi.

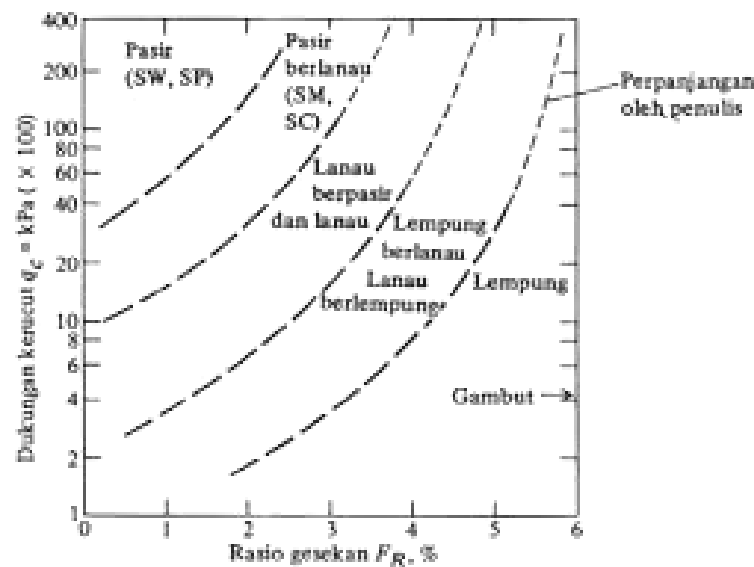
Tingkat konsistensi tanah dapat ditentukan berdasarkan nilai tahanan konus (q_c) tanah (Terzaghi, 1948) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Hasil Sondir

Konsistensi	Conus Resistance q_c (kg/cm ²)
Sangat Lunak	< 5
Lunak	10-May
Medium	Oct-35
Kaku	35 - 60
Sangat kaku	60 - 120
Keras	>120

Sumber: Wibowo (2013)

Menurut Robertson dan Campanella (1983), rasio antara tahanan gesek dan tahanan konus (F_R) dapat digunakan untuk menentukan klasifikasi lapisan tanah, seperti pada Gambar 2.



Sumber : Budi (2011)

Gambar 3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Data Sondir

Dimensi pondasi ditentukan berdasarkan nilai tahanan ujung konus (q_c) pada dasar pondasi serta beban struktur bangunan. Struktur bangunan merupakan struktur bangunan beton bertulang yang diperuntukkan untuk gedung penginapan yang dimodelkan menjadi bangunan satu sampai lima lantai. Beban struktur bangunan untuk bangunan 1 sampai 3 lantai digunakan pondasi dangkal sedangkan bangunan 4 sampai 5 lantai digunakan pondasi dalam.

Perhitungan daya dukung tanah pada pondasi dangkal menggunakan metode Meyerhof (1976) sedangkan pondasi tiang menggunakan metode Meyerhof (1956). Untuk perhitungan

penurunan pada pondasi dangkal menggunakan metode (*Steinbrenner* 1934) sedangkan perhitungan penurunan pada pondasi tiang menggunakan metode *Vesic* (1970).

Daya dukung ultimit pondasi dengan Metode *Meyerhorf* (1976) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$q_{ult} = q_c \cdot B(1 + d/B)^{1/40}$$

Dengan:

- q_{ult} = kapasitas dukung ultimit pondasi
- q_c = tahanan konus dari sondir
- D = kedalaman pondasi
- B = lebar pondasi

Daya Dukung Izin pondasi dengan Metode *Meyerhorf* (1956) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_a = \frac{q_p A_p}{3} + \frac{JHL * kll}{5}$$

Dengan

- A_p = Luas penampang tiang
- kll = keliling tiang
- JHL = jumlah konus

Penurunan segera atau penurunan elastis dari pondasi menggunakan persamaan *Steinbrenner* (1934) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_i = \frac{qB}{E} (1 - \mu^2) I_p$$

Dengan

- S_i = penurunan segera (m)
- q = tekanan pada dasar pondasi (kN/m²)
- B = lebar pondasi, (m)
- E = modulus elastisitas (kN/m²)
- μ = rasio *poisson*
- I_p = faktor pengaruh I_m (Lee, 1962) dan I_p (Scheicher 1962) untuk pondasi kaku dan faktor pengaruh untuk pondasi fleksibel (Terzaghi, 1943).

Sedangkan dengan metode *Vesic* (1970) dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{D}{100} + \frac{QL}{A_p E_p}$$

- S = penurunan pondasi tiang tunggal
- D = diameter tiang
- Q = daya dukung tiang
- L = panjang tiang
- A_p = Luas penampang tiang
- E_p = modulus elastisitas bahan
- q_c = tahanan konus sondir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat Konsistensi Tanah

Tingkat konsistensi tanah ditentukan berdasarkan Robertson dan Campanella (1983) pada masing-masing lokasi pengujian, berdasarkan hasil uji sondir dapat dilihat pada Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

Tabel 2. Tingkat Konsistensi Tanah di Lokasi Pantai Tikus

Titik Uji	Kedalaman (m)	Tingkat Konsistensi Tanah
1	0 - 0,4	Medium
	0,6 - 3,2	Kaku
	3,4 - 3,6	Sangat Kaku
	3,8 - 4,0	Keras
2	0,2 - 0,4	Medium
	0,6 - 1,0	Kaku
	1,2 - 2,2	Sangat Kaku
	2,4 - 3,0	Keras

Tabel 3. Tingkat Konsistensi Tanah di Lokasi Pantai Takari

Titik Uji	Kedalaman (m)	Tingkat Konsistensi Tanah
1	0 - 0,2	Medium
	0,4 - 1,0	Kaku
	1,2 - 1,4	Medium
	1,6 - 3,6	Kaku
	3,8 - 4,0	Sangat Kaku
	4,2 - 4,6	Kaku
	4,8 - 5,0	Medium
	5,2 - 6,8	Kaku
	7,0 - 7,2	Sangat Kaku
	7,4 - 7,6	Keras
2	0,2 - 0,4	Medium
	0,6 - 1,0	Kaku
	1,2 - 1,6	Sangat Kaku
	1,8 - 3,0	Kaku
	3,2 - 3,4	Medium
	3,6 - 4,6	Kaku
	4,8 - 7,4	Sangat Kaku
	7,6 - 7,8	Keras

Tabel 4. Tingkat Konsistensi Tanah di Lokasi Pantai Karang Mas Air Anyir

Titik Uji	Kedalaman (m)	Tingkat Konsistensi Tanah
1	0 - 0,2	Medium
	0,4 - 0,6	Kaku
	0,8 - 1,4	Sangat Kaku
	1,6 - 2,0	Keras
	2,2 - 3,6	Sangat Kaku
	3,8 - 4,2	Keras
2	0,2 - 0,4	Medium
	0,6 - 1,2	Kaku
	1,4 - 2,0	Sangat Kaku
	2,2 - 2,4	Keras
	2,6 - 3,2	Sangat Kaku
	3,4 - 4,8	Keras

Berdasarkan Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4 pada masing-masing lokasi penelitian, memperlihatkan tingkat konsistensi tanah mulai dari tingkat medium sampai keras. Pada ketiga lokasi ini tidak ditemukan tanah lunak. Tanah keras paling dalam ditemukan pada pantai Takari yaitu pada kedalaman 7,6 m. Pada Pantai Tikus tanah keras ditemukan pada kedalaman 3,8 m sedangkan di Pantai Karang Mas Air Anyir ditemukan tanah keras pada kedalaman 3,4 m.

Daya Dukung Tanah dan Beban Struktur Bangunan

Dimensi pondasi bangunan ditentukan berdasarkan tata cara desain awal perencanaan dimensi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Dimensi ditentukan berdasarkan besarnya daya dukung tanah yang didapat serta berdasarkan data beban struktur. Tabel 5 menggambarkan beban struktur dan daya dukung tanah pada kedalaman 1 dan 5 meter. Pada masing-masing lokasi penelitian dilakukan penyelidikan sebanyak 2 titik uji.

Tabel 5. Beban Struktur dan Daya Dukung Tanah

Bangunan	Beban Struktur (kg)	Kedalaman (D) (m)	Daya Dukung Tanah (Data Sondir qc) Kg/cm ²					
			Lokasi 1 (P.Tikus)		Lokasi 2 (P.Takari)		Lokasi 3 (P.Air Anyir)	
			Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2	Titik 1	Titik 2
1 lantai (Pondasi Dangkal)	9201,52	1	40	60	60	60	100	60
2 lantai (Pondasi Dangkal)	19565,2	1	40	60	60	60	100	60
3 lantai (Pondasi Dangkal)	29502,6	1	40	60	60	60	100	60
4 lantai (Pondasi Dangkal)	38843,8	5	160	160	30	80	160	160
5 lantai (Pondasi Dangkal)	47697,71	5	160	160	30	80	160	160

Tabel 5 menunjukkan bahwa daya dukung tanah pada kedalaman 1 meter untuk perencanaan pondasi dangkal kondisi tanah pada tingkat konsistensi kaku ($q_c=35-60\text{kg/cm}^2$) dan sangat kaku ($q_c=60-120\text{kg/cm}^2$). Pada kedalaman 5 meter daya dukung tanah untuk perencanaan pondasi dalam pada tingkat konsistensi medium kaku ($q_c=10-35\text{kg/cm}^2$), sangat kaku ($q_c=60-120\text{kg/cm}^2$) dan keras ($q_c > 120\text{kg/cm}^2$). Kedalaman pondasi yang direncanakan untuk pondasi dangkal adalah sama di 3 lokasi yaitu 1 m, sedangkan untuk pondasi dalam pada pantai Karang Mas Air Anyir dan Pantai Tikus sedalam 5 meter dan untuk Pantai Takari sedalam 7,8 m dengan $q_c = 160\text{kg/cm}^2$. Hal ini dikarenakan daya dukung tanah pada Pantai Takari masih rendah pada kedalaman 5 m, sedangkan tanah keras dengan $q_c=160\text{kg/cm}^2$ terdapat pada kedalaman 7,8 m.

Perencanaan Dimensi dan Daya Dukung Pondasi

Untuk analisis pondasi dilakukan pada titik dengan daya dukung yang lebih rendah pada masing-masing lokasi. Analisis dilakukan pada titik 1 untuk pantai Tikus dan Pantai Takari sedangkan titik 2 untuk Pantai Air Anyir. Berdasarkan daya dukung tanah tiap lokasi dan beban struktur bangunan untuk tiap pondasi didapatkan lebar dan kedalaman pondasi. Setelah didapatkan dimensi pondasi selanjutnya dihitung daya dukung pondasi dangkal dan pondasi dalam seperti pada Tabel 6. Dimensi pondasi yang didapatkan menghasilkan faktor keamanan $FK>3$.

Tabel 6. Dimensi dan Daya Dukung Pondasi Pada Tiap Lokasi

Bangunan	Lebar Pondasi B (cm)/Kedalaman D (cm)			Daya Dukung Izin Pondasi (kg)		
	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
	(P.Tikus)	(P.Takari)	(P.Air Anyir)	(P.Tikus)	(P.Takari)	(P.Air Anyir)
1 lantai (Pondasi Dangkal)	B = 30, D = 100	B = 25, D = 100	B = 25, D = 100	39000	39062,5	39062,5
2 lantai (Pondasi Dangkal)	B = 40, D = 100	B = 35, D = 100	B = 35, D = 100	74666,7	82687,5	82687,5
3 lantai (Pondasi Dangkal)	B = 50, D = 100	B = 45, D = 100	B = 45, D = 100	125000	146812,5	146812,5
4 lantai (Pondasi Dalam)	B = 45, D = 500	B = 35, D = 780	B = 35, D = 500	135012,1	134852,4	152445,2
5 lantai (Pondasi Dalam)	B = 45, D = 500	B = 40, D = 780	B = 40, D = 500	161308,6	162490,4	182596,4

Tabel.6 memperlihatkan bahwa dimensi pondasi dan daya dukung pondasi dangkal pada pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir adalah sama, sedangkan pada pantai Tikus didapat dimensi pondasi yang lebih besar tetapi daya dukungnya lebih kecil dibandingkan pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir. Hal ini di karenakan daya dukung tanah pada kedalaman 1 m yang lebih rendah pada pantai Tikus

Dalam analisis pondasi dalam untuk mendapatkan $FK>3$, didapatkan panjang tiang pada Pantai Takari lebih panjang dibandingkan Pantai Tikus dan Pantai Karang Mas Air Anyir, hal ini dikarenakan tanah keras $q_c>120\text{kg/cm}^2$ (Terzaghi, 1948) ditemukan pada kedalaman diatas 5 m pada Pantai Takari, walaupun diameter pondasi yang didapatkan pada pantai Takari dan Karang Mas Air Anyir adalah sama.

Pada daya dukung tanah yang rendah dibutuhkan dimensi pondasi yang lebih besar (Muda, 2016). Besarnya daya dukung pondasi yang terjadi dipengaruhi oleh daya dukung tanah serta dimensi pondasi.

Penurunan Pondasi

Perhitungan penurunan pondasi berdasarkan kondisi tanah, beban, dan material pondasi didapatkan nilai penurunan pondasi pada masing-masing lokasi seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Penurunan Pondasi

bangunan	Penurunan Pondasi (cm)		
	Lokasi 1 (P.Tikus)	Lokasi 2 (P.Takari)	Lokasi 3 (P.Karang Mas Air Anyir)
1 lantai (P.Dangkal)	0,0173	0,0138	0,0138
2 lantai (P.Dangkal)	0,0380	0,0179	0,0179
3 lantai (P.Dangkal)	0,0461	0,0217	0,0217
4 lantai (P.Dalam)	0,6287	0,8155	0,6873
5 lantai (P.Dalam)	0,6659	0,8294	0,7093

Setiap lokasi memiliki nilai penurunan yang berbeda, hal ini dipengaruhi oleh daya dukung tanah di masing-masing lokasi. Dari Tabel 7 diketahui penurunan pondasi dangkal pada pantai Takari dan Pantai Karang Mas Air Anyir adalah sama, sedangkan pada pantai Tikus penurunannya lebih besar. Hal ini di karenakan daya dukung tanah pada kedalaman 1 m yang lebih rendah pada pantai Tikus. Penurunan pondasi dalam paling besar terjadi pada pantai Takari hal ini di karenakan panjang tiang pada Pantai Takari lebih panjang dibandingkan Pantai Tikus dan Pantai Karang Mas Air Anyir, sehingga berat sendiri tiang semakin besar sehingga menyebabkan penurunan yang makin besar, selain dari faktor daya dukung tanah yang rendah.

Semakin kecil daya dukung tanah maka penurunan akan semakin besar. Untuk beban struktur bangunan, semakin besar beban yang ditahan pondasi maka penurunan yang terjadi akan semakin besar (Yuliawan,2019).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang penelitian didapatkan tingkat konsistensi tanah pada 3 (tiga) lokasi mulai dari tingkat medium sampai keras. Pada kedalaman 1 meter dapat dibangun pondasi dangkal pada tiap lokasi dan pada kedalaman 5 meter dapat dibangun pondasi dalam kecuali pada pantai Takari. Semakin besar daya dukung tanah maka dimensi pondasi yang didapat semakin kecil. Pada beban struktur bangunan semakin besar beban yang ditahan oleh pondasi, semakin besar pula dimensi pondasi yang diperlukan. Penurunan pondasi dipengaruhi daya dukung tanah. Semakin kecil daya dukung tanah maka penurunan akan semakin besar. Untuk beban struktur bangunan, semakin besar beban yang ditahan pondasi maka penurunan yang terjadi akan semakin besar.

REFERENSI

- Bowles JE. (1997). *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi Keempat. Erlangga Jakarta
- Budi, Gatot Setyo. (2011). *Pondasi Dangkal*. ANDI, Yogyakarta.
- Fahriani F, Apriyanti Y. (2015). Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka , *Jurnal Fropil Teknik Sipil UBB*. Vol 3(2) : 89-95
- Indriasari VY Risandi J, Akhwady R. (2016). Karakteristik Dan Daya Dukung Tanah Untuk Struktur Perlindungan Pantai Di Pantai Kedulungu, Kabupaten Tabanan Provinsi Bali. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala Volume 5(3)*: 251- 258
- Kementrian Pekerjaan Umum, (2008). *Metode Pengujian Sondir*, SNI-28-27-2008. Jakarta: Kementrian Pekerjaan Umum.
- Misliniyati R, Razali MR. (2014). Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Kelurahan Lampung Kota Bengkulu. *Jurnal Inersia Vol 6(2)* : 45-51

- Muda A. (2016). Analisis Daya Dukung Tanah Fondasi Dangkal Berdasarkan Data Laboratorium. *Jurnal INTEKNA*, Vol 16(1) : 1-6
- Saefulloh RN. (2012). Daya Dukung Tanah Pondasi Dangkal di Sepanjang Pantai Utara Jakarta, DKI Jakarta. *Students e-Journal*, Vol 1(1): 42
- Sukandi, Munawarah PA. (2018). Pemetaan Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir di KotaMataram Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Sangkareang Mataram* Vol 4(4) : 32:35
- Wibowo HT. (2013). Analisis Hasil Pengujian Sondir Untuk Mengetahui Peningkatan Kekeuatan Tanah Sangat Lunak di Lokasi Gate HouseDalam Pekerjaan “Grounting AT Semarang Pamping Station & Retarding Pond”. *E Journal Undip*, Vol 5(2) : 362-368
- Yuliawan E, Rahayu T. (2018). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Berdasarkan Pengujian SPT dan Cylic Load Test. *Jurnal Konstruksi*. Vol 9(2) :1-13