

PEMETAAN DAYA DUKUNG TANAH UNTUK PONDASI DANGKAL DI WILAYAH PESISIR PANTAI KOTA BENGKULU

Samsul Bahri¹⁾, Makmun R.Razali²⁾, Kendar Aryadi Elsandy³⁾

¹⁾²⁾ Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UNIB, Jl. W.R. Supratman, Kandang Limun Bengkulu 38371, Telp. (0736) 344087, Ext. 337.

³⁾ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik UNIB

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kapasitas daya dukung tanah dan memberi informasi kepada masyarakat tentang nilai kapasitas daya dukung tanah untuk pondasi dangkal di wilayah pesisir pantai Kota Bengkulu. Penelitian ini dalam menganalisis kapasitas daya dukung tanah rumus Meyerhoft. Data yang digunakan berupa data sondir, uji fisis tanah dan menyebarkan kuisisioner sebanyak 100 responden. Hasil kuisisioner menunjukkan bahwa pondasi bangunan yang banyak digunakan masyarakat adalah jenis pondasi dangkal dengan tipe pondasi menerus pasangan batu kali. Dimensi pondasi yang didapat sebanyak 8 tipe dengan dimensi yang dominan yaitu 20/40 cm tinggi 50 cm dengan jumlah sebanyak 28%. Hasil uji analisa saringan memperlihatkan bahwa tanah dipesisir pantai adalah pasir bergradasi buruk, pasir berkerikil, dengan sedikit butiran halus. Nilai daya dukung izin tanah terkecil senilai 0,875 kg/cm² dengan dimensi pondasi 30/50 cm tinggi 40 cm di Kelurahan Malabero. Nilai daya dukung izin tanah tertinggi senilai 5,358 kg/cm² dengan dimensi pondasi 20/40 cm tinggi 50 cm di Kelurahan Lempuing. Berdasarkan hasil analisis daya dukung tanah menunjukkan bahwa nilai daya dukung izin tanah masih mampu untuk memikul beban bangunan di atasnya. Nilai daya dukung izin tanah yang diperoleh dari data sondir nilainya sama dengan nilai daya dukung izin tanah hasil konversi ke SPT.

Kata kunci : wilayah pesisir, peta daya dukung, daya dukung tanah pondasi menerus.

Abstract

This research aims to analyze the capacity of resources support the land and give information to the public about the value of the power capacity of the soil to support a shallow Foundation in the area of the coast of the city of Bengkulu. This research analyzes the power capacity in support of land the formula Meyerhoft. The data used in the form of the data of sondir, physical soil test and deploy as many as 100 questionnaire respondents. The results of the questionnaire show that the widely used building Foundation community is kind of shallow Foundation with this type of Foundation is constantly mates stone times. The dimensions of the foundation gained as much as 8 type with the dominant dimension, namely 20/40 cm and 50 cm high with a total of as much as 28%. The sieve analysis test results show that land on the coast is poorly graded sand, gravel sand, with little fine grain. The value of the smallest land grant support power worth 0.875 kg/cm² with dimensions Foundation 30/50 cm high 40 cm in Kelurahan of Malabero. The value of the power of the highest land grant support totaling 5.358 kg/cm² with the dimensions of the Foundation 20/40 cm height 50 cm in Kelurahan of Lempuing. Based on the results of the analysis of the soil indicate that support power rating power support land grant still capable to shoulder the burden of building on it. The value of the resource support land grant obtained from the sondir data value is equal to the value soil permit support power conversion results to SPT.

Keywords: *the coastal area, a map of power support, power support Foundation ground shots.*

PENDAHULUAN

Kota Bengkulu terdiri dari 8 Kecamatan, beberapa kecamatan di Kota Bengkulu sebagian besar kelurahannya berada di pesisir pantai. Kecamatan tersebut adalah Kecamatan Muara Bangkahulu, Sungai Serut, Teluk Segara, Ratu Samban, Gading Cempaka, Ratu Agung, dan Kampung Melayu.

Ciri wilayah pesisir pantai adalah memiliki kondisi tanah yang sebagian besar adalah tanah berpasir. Tanah berpasir memiliki ciri berbutir kasar dengan ukuran 2 mm dan mudah meloloskan air. Tanah berpasir memiliki daya dukung tanah yang tidak stabil (Hardiyatmo, 2010).

Perumahan penduduk tersebut kebanyakan menggunakan pondasi dangkal. Pondasi dangkal yang digunakan pada rumah penduduk tersebut tidak memperhitungkan kapasitas daya dukung dari tanah sekitarnya, sehingga sering terjadi kerusakan pada bangunan seperti penurunan pondasi dan retak-retak pada dinding bangunan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka sangat diperlukan penelitian tentang kapasitas daya dukung tanah untuk pondasi dangkal di kawasan pesisir pantai Kota Bengkulu. Kapasitas daya dukung tanah akan ditampilkan dalam bentuk peta zonasi sehingga mudah dipahami oleh masyarakat luas.

Penyelidikan tanah di lapangan

Pengujian sampel tanah untuk beberapa jenis tanah tertentu yang sangat mudah terganggu harus dilakukan penyelidikan tanah secara langsung di lapangan.

Pengujian tersebut antara lain (Hardiyatmo, 2010) :

1. Pengujian penetrasi standar atau *soil penetration test* (SPT).
2. Pengujian penetrasi kerucut statis atau *static cone penetration test* (CPT).

3. Pengujian beban pelat (*plate load test*).
4. Pengujian geser baling-baling (*vane shear test*).

Pengujian penetrasi kerucut statis atau sondir (CPT)

Pengujian sondir merupakan suatu pengujian yang digunakan untuk menghitung kapasitas dukung tanah. Nilai-nilai tahanan kerucut statis atau hambatan konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas dukung tanah (Hardiyatmo, 2010).

Besarnya nilai konus (q_c) seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Hambatan ujung pada tanah berpasir jauh lebih besar dari tanah berbutir halus. Pada pasir padat (*dense*) dan sangat padat (*very dense*), sondir ringan umumnya tidak dapat menembus lapisan ini (Achmad, 2012).

Gesekan selimut (f_s)

Rasio f_s dan q_c dikenal dengan rasio gesekan (R_f) yang digunakan untuk mengklasifikasikan tanah berbutir halus ataupun berbutir kasar. Menurut Achmad (2012) dari beberapa hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tanah berbutir kasar mempunyai nilai R_f yang kecil ($<2\%$), sementara untuk tanah berbutir halus (lanau dan lempung) nilai R_f lebih.

Pondasi

Hardiyatmo (2010) menjelaskan bahwa Pondasi adalah bagian terbawah dari bangunan yang memiliki fungsi untuk meneruskan beban ke tanah. Terdapat dua klasifikasi pondasi yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam.

Pondasi dalam dan pondasi dangkal dapat dibedakan dari nilai kedalaman pondasi (D_f) dan lebar (B), dimana:

1. Jika $D_f/B > 4$ maka dikategorikan sebagai pondasi dalam.
2. Jika $D_f/B \leq 1$ maka dikategorikan sebagai pondasi dangkal.

Kapasitas dukung pondasi telapak dari uji sondir

Meyerhof (1956) dalam Hardiyatmo (2010) menjelaskan bahwa untuk pondasi pada tanah berpasir kapasitas dukung izin ditentukan berdasarkan persamaan penurunan 1 inch. Persamaan tersebut didasarkan pada kurva Terzaghi dan Peck (1943) dan dapat diterapkan pada pondasi telapak atau pondasi memanjang yang dimensinya tidak terlalu besar.

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \leq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{30} \right) \quad (1)$$

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \geq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{50} \right) \left(\frac{B+0,3}{B} \right)^2 \quad (2)$$

Keterangan :

q_a = kapasitas dukung izin (kg/cm^2)

q_c = tahanan konus (kg/cm^2)

B = lebar pondasi (cm)

Dalam menggunakan rumus 1 dan 2 tahanan konus (q_c) diambil nilai q_c rata-rata pada kedalaman 0 sampai B dari dasar pondasi. Sebagai nilai pendekatan antara q_c dan N, untuk tanah pasir Mayerhof (1956) dalam Hardiyatmo (2007) mengusulkan korelasi antara nilai N dari SPT dan tahanan kerucut statis (q_c) yang diperoleh dari uji kerucut statis sebagai berikut :

$$q_c = 4N \quad (3)$$

Keterangan :

q_c = tahanan konus (kg/cm^2)

N = Nilai N-SPT (kg/cm^2)

Berdasarkan Rumus 3 diperoleh persamaan sebagai berikut:

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \leq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{20} \right) K_d \quad (4)$$

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \geq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{q_c}{33} \right) \left(\frac{B+0,3}{B} \right)^2 K_d \quad (5)$$

Dimana:

$$K_d = 1 + 0,33 \left(\frac{D}{B} \right) \quad (6)$$

Keterangan :

q_a = kapasitas dukung izin (kg/cm^2)

q_c = tahanan konus (kg/cm^2)

B = lebar pondasi (cm)

D = kedalaman pondasi (cm)

K_d = Koreksi Kedalaman, dengan nilai

$K_{d\text{maksimum}} = 1,33$

Bowles (1997) mengusulkan dengan mempertimbangkan pengamatan lapangan dan pendapat yang dikemukakan Bowles dan peneliti lain, Bowles menyesuaikan persamaan Mayerhof dengan persamaan kapasitas dukung izin neto yang dikaitkan dengan nilai SPT untuk tanah pasir, sebagai berikut:

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \leq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{N}{F_1} \right) K_d \quad (7)$$

Untuk pondasi bujur sangkar atau pondasi memanjang dengan lebar $B \leq 120$ cm,

$$q_a = \left(\frac{N}{F_2} \right) \left(\frac{B+3}{B} \right)^2 K_d \quad (8)$$

Keterangan :

q_a = kapasitas dukung izin (kg/cm^2) untuk penurunan 1inci atau 2,54 cm

N = nilai SPT (kg/cm^2)

B = lebar pondasi (cm)

D = kedalaman pondasi (cm)

K_d = Koreksi Kedalaman

Factor F adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Factor F

	N55	
	Sl, m	Fips
F1	0,05	2,5
F2	0,08	4
F3	0,3	1
F4	1,2	4

Pemetaan

Peta merupakan bagian dari gambar, namun yang digambar yakni permukaan bumi. Pengertian secara umum yang dimaksud dengan peta adalah gambaran konvensional permukaan bumi yang dilihat dari atas digambar pada bidang datar dan diperkecil dengan menggunakan skala.

Survai

Survai adalah pengumpulan informasi secara sistematis dari para responden dengan maksud memahami dan/atau meramal beberapa aspek perilaku dari populasi yang diminati (Sudjana, 1989). Menurut Umar (2004) untuk mendapatkan sampel yang menggambarkan jumlah populasi, maka dalam penentuan sampel penelitian digunakan Rumus Solvin.

$$n = \frac{N}{N.d^2 + 1} \quad (9)$$

Keterangan :

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

d = galat pendugaan

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian yang dirancang sebagai penelitian deskriptif. Metode yang dipakai adalah metode survai dan analisis data.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu wilayah pesisir Kota Bengkulu yang meliputi Kecamatan Muara Bangkahulu, Sungai Serut, Teluk Segara, Ratu Samban, Gading Cempaka, Ratu Agung, dan Kampung Melayu dengan memperhatikan beberapa lokasi yang memiliki kondisi tanah yang relative sama. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada peta penelitian (Gambar1).

Teknik Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini merupakan data primer dan data sekunder.

Data primer yaitu :

1. Jenis dan dimensi pondasi yang diperoleh dari hasil penyebaran kuisioner dilapangan.
2. Jenis tanah yang diperoleh dari uji fisis dilaboraturium dalam hal ini uji fisis yang dilakukan adalah analisa saringan.

Sedangkan data sekunder berupa :

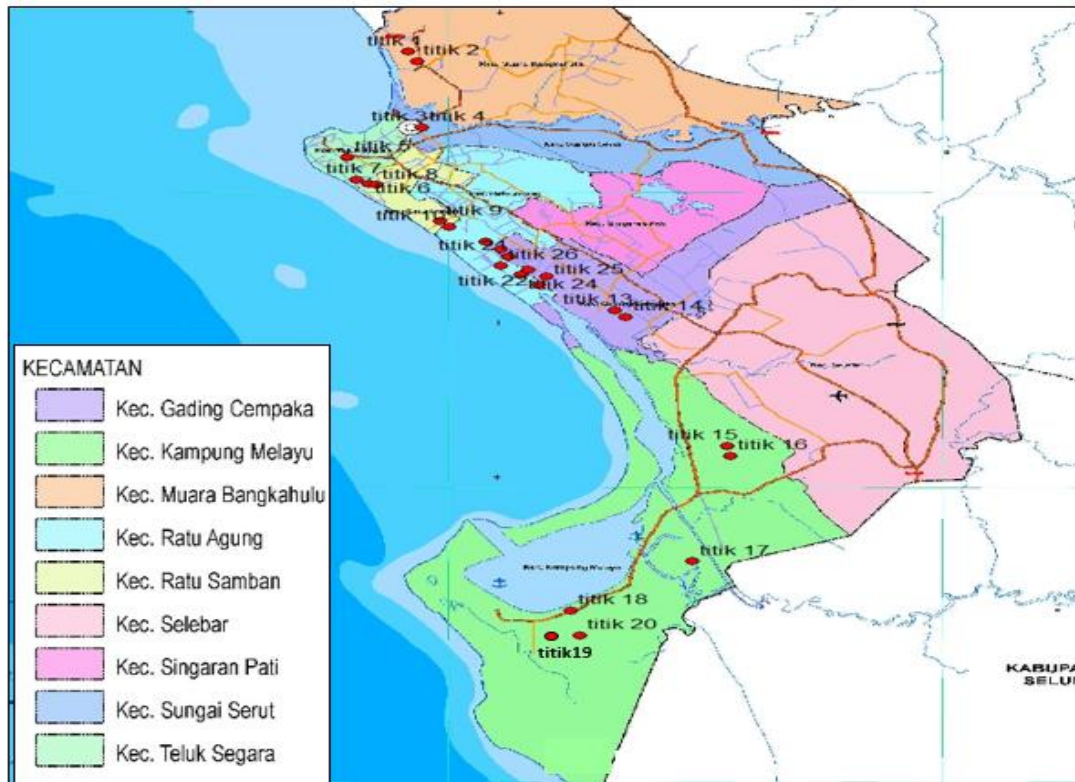
1. Peta wilayah pesisir Kota Bengkulu.
2. Data sondir sebanyak 26 titik (Misliniyatidkk, 2015).

Survai Lapangan

Survai lapangan yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan memberikan kuisioner kepada masyarakat di pesisir pantai Kota Bengkulu. Sebelum itu surveyor harus mengerti teknis pelaksanaan survai dan memahami pertanyaan yang ada dalam kuisioner.

Uji Fisis

Uji fisis yang dilakukan dilaboraturium berupa analisa saringan. Uji analisa saringan berguna untuk menentukan jenis tanah di lokasi penelitian. Sampel tanah yang digunakan diambil langsung dari lokasi penelitian.



Sumber : <http://www.bengkulukota.go.id>

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kapasitas Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Dangkal

Analisis kapasitas daya dukung tanah untuk pondasi dangkal dapat dilakukan jika semua data terkumpul. Data-data yang diperlukan yaitu :

1. Jenis dan dimensi pondasi yang diperoleh dari hasil penyebaran kuisioner di lapangan.
2. Jenis tanah yang diperoleh dari uji fisis dilaboraturium, dalam hal ini uji fisis yang dilakukan adalah analisa saringan.
3. Data sondir

Berikut ini adalah tahapan-tahapan dari proses analisis yang dilakukan :

Identifikasi Jenis Pondasi

1. Jumlah Responden

Pemilihan jumlah responden minimum dilakukan untuk mendapatkan data yang

dapat mewakili semua responden. Penentuan jumlah responden berdasarkan data jumlah kepala keluarga dikelurahan pesisir pantai Kota Bengkulu. Data tersebut didapat dari BPS Kota Bengkulu Tahun 2014. Dalam menentukan responden adapun beberapa kriteria yang harus terpenuhi yaitu sebagai berikut :

- 1) Rumah milik pribadi dan berada di wilayah pesisir pantai Kota Bengkulu yang berdekatan dengan titik sondir.
- 2) Bangunan yang disurvei adalah rumah sederhana.
- 3) Responden adalah pemilik rumah.
- 4) Usia responden adalah 25 sampai dengan 60 tahun.
- 5) Responden minimal mengerti sedikit tentang bangunan.

Teknik survai yang dilakukan untuk pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan kriteria dan jumlah surveyor yang dibutuhkan dalam

pelaksanaan survai. Surveyor adalah mahasiswa Teknik Sipil Universitas Bengkulu dengan jumlah 16 orang, yang bertugas hanya melakukan pengisian kuisioner secara langsung kepada masyarakat.

- 2) Sebelum surveyor terjun ke lapangan, dilakukan pembekalan bagaimana teknis pelaksanaan survai dan pengisian kuisioner, serta melakukan pembagian tugas masing-masing surveyor, agar tidak terjadi kesalahan dalam pelaksanaan di lapangan nantinya.
- 3) Setelah melakukan survai, para surveyor berkumpul kembali untuk mengumpulkan data yang telah diperoleh.

Penentuan jumlah responden adalah dengan menggunakan Rumus Solvin (Rumus 9) dengan tingkat kesalahan 10 % atau 0,1

Tabel 1. Pembagian Jumlah Responden

No	Kecamatan	Kelurahan	Jumlah Kepala Keluarga a	Jumlah (%) $c = a/b \times 100\%$	Jumlah responden $d = a \times c$
1	Kampung Melayu	Teluk Sepang	767	11%	11
		Kandang	134	2%	2
2	Gading Cempaka	Lingkar Barat	42	1%	1
3	Ratu Agung	Lempuing	1.149	17%	17
		Penurunan	2.763	41%	41
5	Sungai Serut	Pasar Bengkulu	490	7%	7
		Malabero	625	9%	9
6	Teluk Segara	Sumur Meleleh	324	5%	5
		Berkas	433	6%	6
7	Muara Bangka Hulu	Beringin Raya	51	1%	1
Total (b)			6778	100%	100

2. Menentukan Jenis dan Dimensi Pondasi Bangunan

Berdasarkan hasil kuisioner yang didapat dari masyarakat pesisir pantai Kota Bengkulu yang dilaksanakan pada tanggal 25 Oktober 2015 dapat ditentukan jenis dan dimensi pondasi yang digunakan masyarakat tersebut. Berikut ini adalah

langkah perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$n = \frac{N}{1 + Nd^2}$$

$$n = \frac{15517}{1 + (15517 \times 0,1^2)}$$

$$n = 99,357 = 99 \text{ responden}$$

Berdasarkan dari hasil perhitungan diatas dibutuhkan minimal sebanyak 99 responden. Jumlah tersebut kemudian dibagi setiap titik lokasi sondir. Pemilihan responden untuk penelitian ini dilakukan secara acak. Jumlah tersebut kemudian dibagi berdasarkan jumlah kepala keluarga disetiap kelurahan wilayah pesisir pantai Kota Bengkulu seperti pada Tabel 1. Pemilihan responden untuk penelitian ini dilakukan dengan metode *purposive sampling*

tabel hasil persentase data kuisioner untuk jenis pondasi.

Tabel 2. Jenis Pondasi Bangunan

No	Jenis Pondasi	Jumlah
1	Pondasi menerus pasangan batu kali	93,94%
2	Pondasi telapak	6,06%

Tabel 3. Dimensi Pondasi Bangunan

No	Tipe pondasi	Jenis Pondasi	Dimensi			Jumlah
			Lebar atas (cm)	Lebar Bawah (cm)	Kedalaman (cm)	
1	Tipe 1	Menerus /Pasangan Batu kali	40	70	60	10%
2	Tipe 2	Menerus /Pasangan Batu kali	30	50	50	4%
3	Tipe 3	Menerus /Pasangan Batu kali	40	50	40	6%
4	Tipe 4	Menerus /Pasangan Batu kali	20	40	50	29%
5	Tipe 5	Menerus /Pasangan Batu kali	40	50	50	22%
6	Tipe 6	Menerus /Pasangan Batu kali	30	50	40	10%
7	Tipe 7	Menerus /Pasangan Batu kali	30	40	50	5%
8	Tipe 8	Menerus /Pasangan Batu kali	40	50	30	14%

Tabel 4. Dimensi Pondasi Bangunan Di Titik Penelitian

No	Titik sondir	Dimensi			Tipe Pondasi
		Lebar atas (cm)	Lebar Bawah (cm)	Kedalaman (cm)	
1	Titik 1	30	50	50	Tipe 2
2	Titik 2	30	50	50	Tipe 2
3	Titik 3	40	70	60	Tipe 1
4	Titik 4	30	50	40	Tipe 6
5	Titik 5	30	50	40	Tipe 6
6	Titik 6	20	40	50	Tipe 4
7	Titik 7	30	40	50	Tipe 7
8	Titik 8	30	40	50	Tipe 7
9	Titik 9	40	50	50	Tipe 5
10	Titik 10	40	50	50	Tipe 5
11	Titik 11	20	40	50	Tipe 4
12	Titik 12	20	40	50	Tipe 4
13	Titik 13	30	50	50	Tipe 2
14	Titik 14	30	50	50	Tipe 2
15	Titik 15	30	50	40	Tipe 6
16	Titik 16	30	50	40	Tipe 6
17	Titik 17	40	50	30	Tipe 8
18	Titik 18	40	50	30	Tipe 8
19	Titik 19	40	50	30	Tipe 8
20	Titik 20	40	50	30	Tipe 8
21	Titik 21	20	40	50	Tipe 4
22	Titik 22	20	40	50	Tipe 4
23	Titik 23	20	40	50	Tipe 4
24	Titik 24	20	40	50	Tipe 4
25	Titik 25	20	40	50	Tipe 4
26	Titik 26	20	40	50	Tipe 4

Berdasarkan hasil kuisioner dapat dinyatakan bahwa jenis pondasi yang banyak digunakan oleh masyarakat dipesisir pantai Kota Bengkulu adalah jenis pondasi menerus pasangan batu kali dengan dimensi yang dominan adalah lebar atas 20 cm, lebar bawah 40 cm dan kedalaman 50 cm dengan jumlah persentase sebanyak 28%.

Identifikasi Jenis Tanah

Analisa saringan adalah uji fisis yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menentukan jenis tanah di wilayah pesisir pantai Kota Bengkulu. Sampel yang digunakan diambil sebanyak 26 titik di lokasi pengambilan titik sondir. Sampel tanah tersebut kemudian dilakukan pengujian analisa saringan di laboratorium

tanah Teknik Sipil Universitas Bengkulu. Pengujian analisa saringan dilakukan pada tanggal 3 November 2015 penentuan jenis tanah ini berdasarkan klasifikasi tanah sistem *unified*. Menurut Hardiyatmo (2010), prosedur klasifikasi tanah sistem *unified* untuk tanah pasir adalah sebagai berikut:

1. Tentukan apakah tanah berupa butiran halus atau butiran kasar secara visual dengan cara menyaringnya dengan saringan nomor 200.
2. Jika tanah berupa butiran kasar :
 - a. Saring tanah tersebut dan gambarkan grafik distribusinya.
 - b. Tentukan persen butiran lolos saringan no.4 bila persentase butiran yang lolos kurang dari 50%, klasifikasi tanah tersebut sebagai tanah kerikil. Bila persen butiran yang lolos lebih dari 50%, klasifikasikan sebagai pasir.
 - c. Tentukan jumlah butiran yang lolos saringan no.200, jika persentase butiran lolos kurang dari 5%. Pertimbangkan bentuk grafik distribusi butiran dengan menghitung nilai C_u dan C_c , jika termasuk gradasi baik maka klasifikasikan sebagai GW (kerikil), atau SW (pasir). Jika termasuk gradasi buruk klasifikasikan sebagai GP (kerikil) atau SP (pasir).
 - d. Apabila persentase butiran tanah yang lolos saringan no.200 antara 5 sampai 12%, tanah mempunyai simbol keplastisan (GW-GM, SW-SM, dan sebagainya).
 - e. Jika persentase butiran tanah yang lolos saringan no.200 lebih besar dari 12%, harus dilakukan pengujian batas Atterberg dengan menyingkirkan butiran tanah yang tertinggal dalam saringan no.40. Kemudian dengan menggunakan diagram plastisitas tentukan klasifikasinya (GM, GC, SM, SC, GM-GC atau SM-SC).

Menurut prosedur klasifikasi tanah sistem *unified*, kriteria pasir gradasi baik harus memenuhi nilai $C_u > 6$ dan C_c antara 1 dan 3. Sehingga dapat dikatakan bahwa tanah dilokasi pesisir pantai Kota Bengkulu adalah pasir bergradasi buruk, mengandung kerikil, dan sedikit memiliki butiran halus.

Perhitungan Beban Bangunan

Berdasarkan pengolahan data kuisioner, bangunan yang terdapat di wilayah pesisir, merupakan rumah tipe sederhana lantai satu. Luas untuk tiap rumah memiliki ukuran yang berbeda-beda. Berdasarkan kondisi tersebut untuk perhitungan beban, diambil bangunan dengan dimensi yang terbesar yaitu dimensi 12m x 16m dan tinggi 3m. Perhitungan beban bangunan mengacu kepada Peraturan Pembebanan Indonesia untuk gedung tahun 1983. Berdasarkan ketentuan tersebut, didapat data sebagai berikut :

1. Berat jenis beton bertulan = 2400 kg/m^3
2. Berat jenis pasangan bata merah setengah bata = 250 kg/m^2
3. Berat jenis pasangan batu belah, batu kali, batu gunung = 2200 kg/m^3
4. Berat kayu = 6 kg/m
5. Penutup atap seng = 10 kg/m^2

Berdasarkan SNI 1726:2012 struktur, komponen-komponen struktur dan elemen-elemen pondasi harus dirancang sedemikian hingga kuat tekannya sama atau melebihi beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi sebagai berikut:

1. $U_1 = 1,4 D$
2. $U_2 = 1,2 D + 1,6 L + 0,5(A \text{ atau } R)$
3. $U_3 = 1,2 D + 1 L + 1,6 W + 0,5 (A \text{ atau } R)$
4. $U_4 = 0,9 D + 1 W$
5. $U_5 = 1,2 D + 1 L + 1 E$
6. $U_6 = 0,9 D + 1 E$

Beban yang digunakan adalah beban yang terbesar dari beban terfaktor dengan kombinasi-kombinasi diatas. Dimensi

pondasi yang digunakan pada perhitungan ini adalah sebanyak 8 tipe. Setiap tipe memiliki hasil perhitungan yang berbeda-beda.

Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir

Dari data analisa saringan didapat bahwa lokasi penelitian memiliki jenis tanah pasir bergradasi jelek, pasir berkerikil, dengan sedikit butiran halus. Dari data kuisioner didapat bahwa jenis pondasi diwilayah pesisir pantai adalah pondasi menerus pasangan batu kali dengan dimensi sebanyak

8 tipe. Setiap titik lokasi penelitian memiliki tipe pondasi yang berbeda-beda. Berdasarkan hasil analisa saringan dan kuisioner tersebut maka analisis kapasitas dukung tanah pada penelitian ini menggunakan Rumus 4. Meyerhof (1956) dalam Hardiyatmo (2010) menjelaskan bahwa Rumus 4 digunakan karena jenis tanah dilokasi tanah pasir dan lebar bawah pondasi (B) kurang dari 120cm. Nilai q_c adalah nilai tahanan konus yang diambil dari grafik sondir pada setiap titik sondir. Nilai tahanan konus (q_c) diambil dari nilai q_c rata-rata pada kedalaman 0 sampai B dari dasar pondasi.

Tabel 5. Tabel Hasil Analisis Daya Dukung Tanah

No	Titik sondir	Dimensi		q_c kg/cm ²	Kd	Qa		q Bangunan
		B (cm)	D (cm)			kg/cm ²		
1	titik 1	50	50	25,505	1,330	1,696s	>	0,572
2	titik 2	50	50	51,981	1,330	3,457	>	0,572
3	titik 3	70	60	67,041	1,283	4,300	>	0,543
4	titik 4	50	40	44,937	1,264	2,840	>	0,689
5	titik 5	50	40	13,845	1,264	0,875	>	0,689
6	titik 6	40	50	42,022	1,330	2,794	>	0,682
7	titik 7	40	50	34,614	1,330	2,302	>	0,419
8	titik 8	40	50	32,549	1,330	2,165	>	0,419
9	titik 9	50	50	58,297	1,330	3,877	>	0,585
10	titik 10	50	50	20,525	1,330	1,365	>	0,585
11	titik 11	40	50	17,732	1,330	1,179	>	0,682
12	titik 12	40	50	32,792	1,330	2,181	>	0,682
13	titik 13	50	50	17,610	1,330	1,171	>	0,572
14	titik 14	50	50	39,350	1,330	2,617	>	0,572
15	titik 15	50	40	23,076	1,264	1,458	>	0,689
16	titik 16	50	40	24,290	1,264	1,535	>	0,689
17	titik 17	50	30	29,877	1,198	1,790	>	0,330
18	titik 18	50	30	34,249	1,198	2,052	>	0,330
19	titik 19	50	30	31,092	1,198	1,862	>	0,330
20	titik 20	50	30	24,533	1,198	1,470	>	0,330
21	titik 21	40	50	80,572	1,330	5,358	>	0,682
22	titik 22	40	50	41,170	1,330	2,738	>	0,682
23	titik 23	40	50	36,876	1,330	2,452	>	0,682
24	titik 24	40	50	17,680	1,330	1,176	>	0,682
25	titik 25	40	50	47,484	1,330	3,158	>	0,682
26	titik 26	40	50	41,675	1,330	2,771	>	0,682

Tanah bias dikategorikan aman apabila nilai daya dukung izin tanah (q_a) lebih besar dari beban yang diterima tanah akibat bangunan yang ada di atasnya (q bangunan). Berdasarkan hasil analisis daya dukung tanah untuk pondasi dangkal pada Tabel 6. dapat dilihat bahwa nilai daya dukung izin dari tanah pada 26 titik sondir yang mewakili kawasan pesisir pantai Kota Bengkulu lebih besar dari beban bangunan $q_a > q$ bangunan, sehingga tanah tersebut termasuk kategori aman.

Daya Dukung Tanah Konversi Nilai Sondir ke SPT

Uji standar penetrasi (SPT) juga digunakan untuk mendapatkan kapasitas daya dukung tanah. Untuk membandingkan kapasitas daya dukung tanah untuk pondasi dangkal berdasarkan sondir dengan berdasarkan SPT maka dilakukan analisis daya dukung tanah dengan nilai konversi dari data sondir ke SPT. Analisis ini menggunakan Rumus 3 dan Rumus 7. Hasil analisis disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Tabel Hasil Analisis Daya Dukung Tanah Konversi Sondir ke SPT

No	Titik sondir	Dimensi		qc	N	Kd	qa	q	
		B (cm)	D (cm)	kg/cm ²	kg/cm ²		kg/cm ²	kg/cm ²	Bangunan
		a	B	c	d=c/4	e=1+0.33(b/a)	f=d/5xe		
1	titik 1	50	50	25,505	6,376	1,330	1,696	>	0,572
2	titik 2	50	50	51,981	12,995	1,330	3,457	>	0,572
3	titik 3	70	60	67,041	16,760	1,283	4,300	>	0,543
4	titik 4	50	40	44,937	11,234	1,264	2,840	>	0,689
5	titik 5	50	40	13,845	3,461	1,264	0,875	>	0,689
6	titik 6	40	50	42,022	10,506	1,330	2,794	>	0,682
7	titik 7	40	50	34,614	8,653	1,330	2,302	>	0,419
8	titik 8	40	50	32,549	8,137	1,330	2,165	>	0,419
9	titik 9	50	50	58,297	14,574	1,330	3,877	>	0,585
10	titik 10	50	50	20,525	5,131	1,330	1,365	>	0,585
11	titik 11	40	50	17,732	4,433	1,330	1,179	>	0,682
12	titik 12	40	50	32,792	8,198	1,330	2,181	>	0,682
13	titik 13	50	50	17,610	4,403	1,330	1,171	>	0,572
14	titik 14	50	50	39,350	9,838	1,330	2,617	>	0,572
15	titik 15	50	40	23,076	5,769	1,264	1,458	>	0,689
16	titik 16	50	40	24,290	6,073	1,264	1,535	>	0,689
17	titik 17	50	30	29,877	7,469	1,198	1,790	>	0,330
18	titik 18	50	30	34,249	8,562	1,198	2,052	>	0,330
19	titik 19	50	30	31,092	7,773	1,198	1,862	>	0,330
20	titik 20	50	30	24,533	6,133	1,198	1,470	>	0,330
21	titik 21	40	50	80,572	20,143	1,330	5,358	>	0,682
22	titik 22	40	50	41,170	10,293	1,330	2,738	>	0,682
23	titik 23	40	50	36,876	9,219	1,330	2,452	>	0,682
24	titik 24	40	50	17,680	4,420	1,330	1,176	>	0,682
25	titik 25	40	50	47,484	11,871	1,330	3,158	>	0,682
26	titik 26	40	50	41,675	10,419	1,330	2,771	>	0,682

Pemetaan Daya Dukung Tanah untuk Pondasi Dangkal

Pemetaan daya dukung tanah adalah penggambaran hasil analisis daya dukung yang telah dilakukan. Pemetaan tersebut menggunakan aplikasi yang berbasis SIG untuk pembuatan peta. Hasil analisis yang dipetakan adalah hasil analisis daya dukung tanah untuk pondasi dangkal berdasarkan data sondir. Setiap titik sondir memiliki nilai daya dukung yang berbeda-beda. Daya dukung tanah tersebut selanjutnya dibagi dalam 6 kelas dengan rentan setiap 1 kg/cm². Masing-masing kelas memiliki warna berbeda-beda radius zona wilayahnya 60 m – 150 m, lalu berdasarkan data-data tersebut dibuat peta zonasi dengan menghubungkan titik yang memiliki nilai dengan *range* yang sama. Dari hasil pemetaan dapat dilihat bahwa daerah yang memiliki Nilai kapasitas daya dukung tanah terkecil berada di titik 5 Kelurahan Malabero. Daerah tersebut diberi tanda dengan warna zona merah tua. Nilai kapasitas daya dukung tanah tertinggi berada di titik 26 Kelurahan Lempuing.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis:
 - 1) Pondasi yang banyak digunakan oleh masyarakat pesisir pantai Kota Bengkulu adalah jenis pondasi dangkal tipe pondasi menerus pasangan batu kali. Pondasi tersebut memiliki dimensi sebanyak 8 tipe .
 - 2) Jenis tanah di wilayah pesisir pantai Kota Bengkulu adalah pasir bergradasi jelek, pasir berkerikil, dengan sedikit butiran halus.

- 3) Nilai daya dukung izin tanah yang diperoleh dari data sondir nilainya sama dengan nilai daya dukung izin tanah hasil konversi data sondir ke SPT.
 - 4) Analisis Daya dukung izin tanah dari 26 titik sondir memberikan nilai daya dukung izin tanah terkecil senilai 0,875kg/cm² yang terletak di Kecamatan Teluk Segara dan daya dukung izin terbesar senilai 5,358kg/cm² yang terletak di Kecamatan Ratu Agung.
 - 5) Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai daya dukung izin tanah dari 26 titik sondir masih mampu untuk mendukung beban bangunan dan pondasi di atasnya.
2. Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pemetaan:
- 1) Daerah yang memiliki nilai kapasitas daya dukung izin tanah yang rendah namun masih aman adalah titik 5 yaitu Kelurahan Malabero. Zona Kelurahan Malabero tersebut diberi tanda dengan warna merah tua.
 - 2) Daerah yang memiliki nilai kapasitas daya dukung izin tanah yang tinggi adalah titik 21 yaitu Kelurahan Lempuing. Zona Kelurahan Lempuing tersebut diberi tanda dengan warna hijau tua.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, F. 2012. **Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Berdasarkan Data Sondir di Kota Gorontalo**. Laporan Penelitian Dana PNBPU, Gorontalo.
- Bowles, J.E. 1997. **Analisis dan Desain Pondasi Jilid I Edisi IV**. Erlangga, Jakarta

- Hardiyatmo, H. C. 2007. **Mekanika Tanah II Edisi IV**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. **Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian I**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. **Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian II**. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Misliniyati, R., Bahri, S., dan Razali, M. R. 2014. **Pemetaan Kapasitas Dukung Tanah Kawasan Pesisir Kota Bengkulu Berdasarkan Data Sondir**. Laporan Penelitian UNIB, Bengkulu.
- Misliniyati, R., Bahri, S., dan Razali, M. R. 2015. **Peta Mikrozonasi Likuifaksi Kawasan Rawan Bencana Wilayah Pesisir Kota Bengkulu dalam Rancangan Performance-Based Evaluation**. Laporan Penelitian Hibah Bersaing UNIB, Bengkulu.
- Sudjana, I. 1989. **Penelitian dan Penilaian Pendidikan**. Bandung.
- Umar, H. 2004. **Metode Penelitian untuk Skripsi dan Tesis Bisnis**. Cetakan ke-6. Jakarta.