

KARAKTERISTIK DAN DAYA DUKUNG TANAH UNTUK STRUKTUR PERLINDUNGAN PANTAI DI PANTAI KEDULUNGU, KABUPATEN TABANAN PROPINSI BALI

Vivi Yovita Indriasari¹, Johan Risandi², Rudhy Akhwady³

^{1,2,3}Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Laut dan Pesisir
Badan Penellitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan
Kementerian Kelautan dan Perikanan, email: vivi_yovita@kkp.go.id

Abstract:*In the planning of foundation coastal structures, soil test is very important. Soil test can be done directly in the field or through laboratory. Field investigations were carried out here is: Cone penetration test performed for three (3) points to the location of the arrangement of the beach area. Drilling work for three (3) points to a depth of 3:00 meters respectively. Sampling in 1 (one) sample for each boring and sampling disturbed by 5 samples. Research SPT tests were performed for each interval of 2:00 meters. Posts on soil test for building planning Kedungu beach, Tabanan aims to provide an overview of the importance of soil mechanics testing in foundation design of coastal protection structures. From the calculations ,Ultimate Bearing Capacity of soil limit based on laboratory and direct testing at 1.659-6.865 kg / cm². The calculation of the carrying capacity of the high ground so shallow foundation is sufficient for planning revetment structure.*

Keywords : *Soil test, Bearing capacity, coastal protection structures, foundation, Tabanan Bali*

Abstrak: Pengujian penelitian tanah (soil test) mempunyai perananan penting dalam perencanaan pondasi bangunan pantai. Pengujian mekanika tanah dapat dilakukan secara langsung di lapangan atau melalui pengujian di laboratorium. Studi dilakukan di wilayah Pantai Kedungu yang merupakan area pembangunan struktur pelindung pantai. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran kondisi tanah di area studi sebelum dilakukan pembangunan struktur. Penyelidikan lapangan yang dilakukan meliputi pekerjaan sondir sebanyak 3 (tiga) titik dan bor tanah (boring) sebanyak 3 (tiga) titik dengan kedalaman masing-masing 3.00 meter. Lokasi sondir dan boring dipilih secara acak sepanjang rencana desain bangunan pantai yang telah tersedia. Dilakukan pengambilan 1 (satu) sampel tidak terganggu serta 5 sampel terganggu untuk tiap titik boring. Tes SPT dilakukan tiap interval 2.00 meter sampai mencapai nilai perlawanan konus sebesar 250 kg/cm². Hasil perhitungan daya dukung ijin berdasarkan pengujian langsung dan laboratorium di dapat sebesar 1.659 – 6.865 kg/cm². Dari perhitungan tersebut daya dukung tanah tinggi sehingga pondasi dangkal sudah cukup untuk perencanaan struktur revetment.

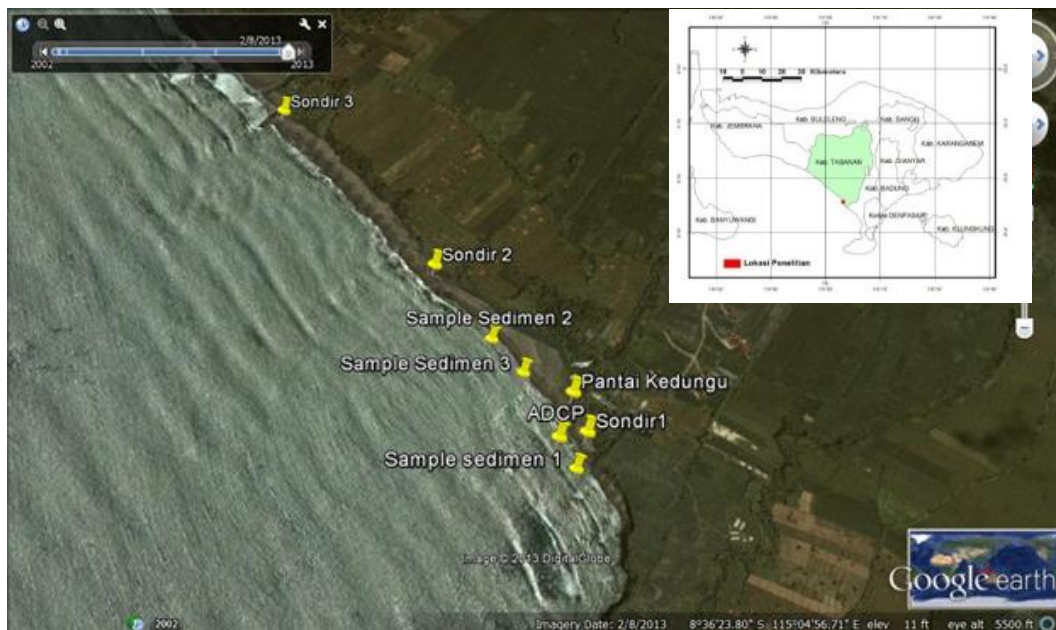
Kata kunci : Penelitian tanah, daya dukung, struktur pelindung pantai, pondasi, Tabanan Bali

Pantai Kedungu berlokasi di Banjar Kedungu, Desa Belalang, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan dengan posisi Geografis -8.601274 sampai -8.609533 Lintang Selatan dan 115.076310 – 115.083297 Bujur Timur seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pantai Kedungu mengalami erosi akibat adanya

gelombang ekstrim ketika badai dan pasang air tinggi yang menimbulkan transport tegak lurus pantai (*cross-shore transport*). Kondisi tersebut sudah sangat mengkhawatirkan karena sudah mengikis sejumlah lahan milik warga. Berdasarkan dari analisa data-data yang sudah diambil dilapangan dan pemodelan

numerik yang dilakukan, metode penanganan permasalahan erosi, yaitu dengan pembuatan

struktur pelindung pantai berupa *revetment*.



Gambar1.Lokasi penelitian dan titik penyelidikan tanah. (*The study area and locations for soil investigation*)

Revetment atau perkuatan lereng merupakan bangunan yang ditempatkan pada suatu lereng yang berfungsi melindungi suatu tebing alur pantai atau permukaan lereng dan secara keseluruhan berperan meningkatkan stabilitas pantai atau tubuh tanggul yang dilindungi. Secara khusus, dinding pantai atau *revetment* juga dapat didefinisikan sebagai bangunan yang memisahkan daratan dan perairan pantai, yang terutama berfungsi sebagai dinding pelindung pantai terhadap erosi dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. Daerah yang dilindungi adalah daratan tepat di belakang bangunan. Permukaan bangunan yang menghadap arah datangnya gelombang dapat berupa sisi vertikal atau miring. Dinding pantai biasanya berbentuk dinding vertikal sedangkan *revetment* mempunyai sisi miring. *Revetment* ditempatkan di tebing pantai untuk

menyerap energi air yang masuk guna melindungi suatu tebing alur pantai atau permukaan lereng tanggul terhadap erosi dan limpasan gelombang (*overtopping*) ke darat. (Triatmodjo, 1999).

Keberhasilan pelaksanaan struktur bangunan pantai sangat ditentukan oleh beberapa hal antara lain: input data (data penelitian tanah, hidro-oseonografi), perencanaan dan pelaksanaan konstruksi dengan metode kerja yang tepat serta pengawasan pada saat pelaksanaan. (Hemaningsih, 2011). Kegagalan struktur (bangunan roboh/ runtuh) banyak terjadi akibat kurangnya kajian penyelidikan tanah. Sehingga disarankan melakukan pengujian tanah untuk desain pondasi, agar struktur aman dan efektif sesuai dengan karakteristik tanah dari struktur yang akan dibangun.

Data-data untuk keperluan analisa didapat dari penyelidikan tanah yang diperoleh langsung dari survey geoteknik lapangan dan dari uji laboratorium. Pengambilan contoh tanah diambil melalui sondir (*sounding*) dan pemboran (*boring*).

Pengujian Sondir bertujuan untuk mengetahui daya dukung tanah setiap lapisan kedalaman lapisan tanah keras. Daya dukung tanah adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau beban bangunan pada tanah dengan aman tanpa menimbulkan kegagalan pada struktur (Hartono, 2012). Hal ini dimaksudkan agar dalam mendesain pondasi yang akan digunakan sebagai penyokong bangunan diatasnya memiliki faktor keamanan (*safety factor*) yang tinggi sehingga bangunan diatasnya tetap kuat dan tidak mengalami penurunan atau *settlement* yang dapat membahayakan dari sisi keselamatan akan bangunan. Pelaksanaan test sondir ini mengacu pada prosedur ASTM.D.3441, dimana nilai perlawanan conus (*qc*) dan nilai hambatan pelekat lokal atau side friction (*fs*) diamati setiap interval kedalaman 20cm dengan kecepatan penetrasi saat pembacaan nilai *qc* dan *fs*, diusahakan konstan yaitu kurang lebih 2 cm/detik. Test ini dilaksanakan hingga mencapai kemampuan maksimum alat, yakni nilai tekanan total atau *qc* sebesar 250 kg/cm² atau hingga mencapai kedalaman maksimum dibawah permukaan tanah setempat.

Pemboran tanah adalah membuat lubang kedalam tanah dengan menggunakan alat bor manual maupun alat bor mesin dengan tujuan :

- Mengidentifikasi jenis tanah sepanjang

kedalaman lubang bor.

- Mengambil contoh tanah asli maupun tidak asli pada kedalaman yang dikehendaki.
- Memasukkan alat uji penetrasi baku (Standart Penetration Test, SPT) pada kedalaman yang dikehendaki.
- Memasukkan alat uji lainnya kedalam tanah yang dikehendaki, misalnya : uji rembesan lapangan, uji vane shear, uji presuremeter, pengukuran tekanan air pori dan lain-lain (SNI,2008)

Dalam tulisan ini akan dijelaskan tahapan penelitian tanah untuk keperluan perencanaan pondasi dari struktur bangunan pelindung pantai yang terdiri atas uji tanah di lapangan dan laboratorium untuk mengetahui daya dukung tanah di lokasi penelitian.

METODOLOGI

Penyelidikan tanah dilakukan melalui dua cara, yaitu dengan cara pengujian langsung di lapangan dan pengambilan sampel tanah yang kemudian dianalisa di laboratorium mekanika tanah. Pengujian langsung pada studi ini berupa sondir, bor dan pengambilan sampel tanah berupa sampel terganggu (*disturbed*) dan tidak terganggu (*undisturbed*) dengan kondisi eksistingnya.

Penyelidikan lapangan yang dilakukan pada studi ini adalah:

- a. Pekerjaan penyondiran sebanyak 3 (tiga) titik pada areal lokasi penataan pantai.
- b. Pekerjaan pengeboran sebanyak 3 (tiga) titik dengan kedalaman masing-masing 3.00 meter.
- c. Pengambilan sampel (UDS) sebanyak 1 (satu) sampel untuk masing-masing bor-

ing serta pengambilan sampel terganggu sebanyak 5 sampel.

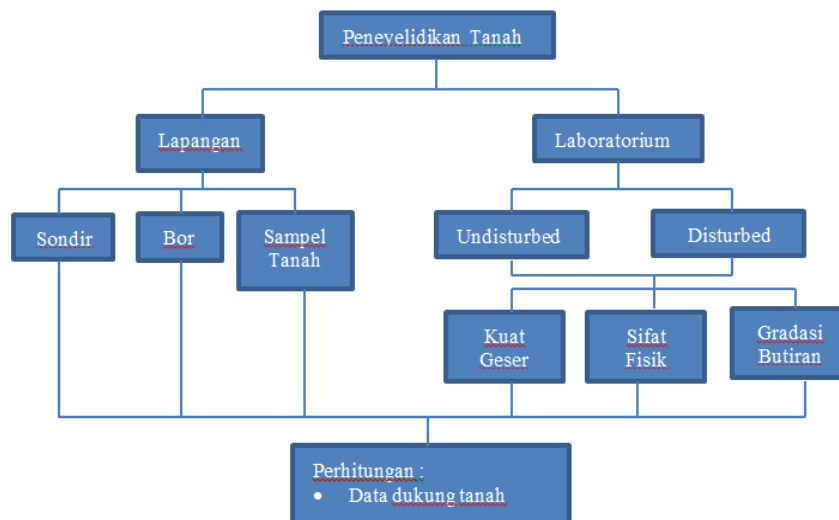
- d. Penelitian SPT tes dilakukan tiap interval 2.00 meter.

Hasil sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji sebagai berikut:

- Penelitian kadar air (water content).
- Penelitian berat jenis (specific gravity).

- Penelitian kekuatan tanah (strength test)
- Penelitian berat volume tanah (unit weight)
- Analisa saringan (*sieve analysis*).

Hasil penyelidikan tanah akan menjadi inputan dalam menghitung daya dukung tanah terhadap struktur pelindung pantai yang akan direncanakan. Diagram alur metodologi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. flow chart metode penelitian (*Research methods of flow chart*)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Tanah di Lapangan dan Laboratorium

Dari hasil uji sondir, didapatkan nilai-nilai karakteristik tanah secara umum seperti yang terlihat pada Tabel 1. Hasil sondir memberikan informasi yang berhubungan dengan kedalaman penyondiran, dan kedalaman lapisan tanah keras.

Pemboran dilakukan dengan pemboran dangkal pada lapisan permukaan samai dengan kedalaman tanah keras (3 m). Pemboran ini bertujuan untuk melihat secara visual karakteristik lapisan tanah, jenis tanah, warna tanah dan pengambilan sampel tanah

terganggu (*disturbed*) dan tanah tidak terganggu (*undisturb*). Hasil pengeboran dapat dilihat pada Tabel 2.

Penyelidikan tanah di laboratorium yang dilakukan adalah: sifat fisik tanah (w , γ , e , n , G_s , S_r), sifat kuat geser tanah (c , ϕ , τ), dan gradasi butiran. Hasil pengujian laboratorium dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

Hasil pengujian tanah yang didapat dari pengujian langsung dan laboratorium ini menjadi masukan dalam menghitung daya dukung tanah ijin untuk konstruksi pelindung pantai di Pantai Kedungu, Tabanan Bali.

Tabel 1. Hasil Sondir S-1,S-2, dan S-3 (Cone Penetration test results)

Titik Sondir	Kedalaman Sondir (m)	Nilai Konus (kg/cm ²)
S-1	0 – 0.8	45 – 98
	1 – 1.6	250
S-2	0 – 0.8	21 - 46
	1 – 1.6	250
S-3	0 – 2.4	9 - 122
	2.6 - 3	250

Sumber : Hasil uji lapangan

Tabel 2. Hasil Bor (Boring results)

Ti- tikBo r	Kedalaman Sampel(m)	Keterangan
BH1	0 – 1,5	pasir gradasi halus sampai sedang coklat kehitaman
	1.5 – 2.2	pasir gradasi halus sampai sedang coklat kehitaman bercampur karang lepas. Muka air tanah berada pada kedalaman – 1.50 meter dari muka tanah setempat
	2.2 – 3	cadas berpasir kasar kehitaman
BH2	0 – 1.2	pasir gradasi halus sampai sedang coklat kehitaman
	1.2 - 3	cadas berpasir kasar kehitaman
BH3	0 – 2.5	pasir gradasi halus sampai sedang coklat kehitaman
	2.5 - 3	cadas berpasir kasar kehitaman

Sumber : Hasil uji lapangan

Tabel 3. Data Sifat Fisik Tanah (Physical properties of soil data)

No	Pengujian	Satuan	Parameter	Nilai
1	Berat isi tanah	T/m ³	γ_m	1.94
2	Kadar air	%	W	20.8
3	Berat isi kering	T/m ³	γ_d	0.91
4	Berat jenis butiran	-	Gs	2.68
5	Angka pori tanah	-	e	0.719

Sumber : Hasil analisis laboratorium

Tabel 4. Data Sifat Mekanis Tanah (Mechanical Properties Of The Soil Data)

No	Pengujian	Satuan	Parameter	Nilai
1	Kuat geser tanah langsung			
	• Kohesi	Kg/cm ²	c	0.04
	• Sudut geser dalam	derajat	ϕ	32,8
	• Tegangan geser	Kg/cm ²	τ	0.470

Sumber : Hasil analisis laboratorium

Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin

Perhitungan daya dukung tanah dalam perencanaan pondasi dangkal dapat dihitung dengan data sondir dan data laboratorium. Untuk data dari nilai sondir maka persamaan yang dipakai adalah persamaaan Mayerhof(Bowles,1986):

a. $q_{all} = Q_c / 50 (1+0.3/B)^2$ (Untuk pondasi

dangkal B >1.20 m)

b. $q_{all} = Q_c / 30$ (Untuk pondasi dangkal, B < 1.20 m).

c. $q_{all} = Q_c / 40$ (Untuk besarnya B yang sembarang).

dimana :

Q_c = nilai konus

B = Lebar Pondasi

D = Kedalaman pondasi
 σ_{ult} = Tegangan tanah ultimit/batas.
 σ_{all} = Tegangan ijin tanah .
Sf = factor keamanan (diambil 3)

Apabila data yang tersedia berupa data SPT maka besarnya daya dukung tanah ijin berdasarkan persamaan Meyerhoof maka rumus yang dipakai adalah(Bowles,1986):

$$a. \sigma_{all} = N/0,05.(1 + 0,33Df/B) \quad (1)$$

dimana :

B = < 1,20 meter
Df = kedalaman pondasi
B = lebar pondasi
N = nilai SPT
Df/B = Faktor koreksi (mak = 1)

$$b. \sigma_{all} = N/0,08.(1 + 0,30/B)^2 \quad (2)$$

dimana :

B => 1,20 meter

Sedangkan perhitungan daya dukung tanah dapat juga ditentukan dengan data

laboratorium dengan menggunakan persamaan Terzaghi (Bowles,1986) yaitu :

$$\sigma_{ult} = 1,3.c. Nc + \gamma b. Nq. Df + 0,5. \gamma b. B. N\gamma. \quad (3)$$

dimana :

σ_{ult} = Daya dukung batas / tegangan ultimate
C = Kohesi tanah
 γb = Berat volume tanah
Df = Kedalaman dasar pondasi
B = Lebar pondasi dianggap 1,00 meter

Nc, Nq, Nj = Faktor daya dukung tanah yang ditentukan oleh besar sudut geser dalam (θ). Untuk menghitung dan mendapatkan tegangan tanah yang diijinkan maka daya dukung batas / tegangan ultimate tersebut di atas dibagi dengan faktor keamanan, besarnya faktor keamanan ini diambil N = 3 (tiga).

Perhitungan daya dukung tanah ijin dengan dua persamaan di tampilkan pada tabel 5, 6 dan 7

Tabel 5. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin dengan persamaan Mayerhof berdasarkan CPT (*Ultimate Bearing Capacity of soil limit Calculation with Mayerhof equation base on CPT*)

Sondir	Kedalaman	Nilai qc (kg/cm ²)	σ ijin (kg/cm ²)
S1	0.6	92,00	2,875
	1.0	147,00	4,594
	1.6	204,33	6,385
S2	0,6	24,00	0,75
	1.0	47,00	3,344
	1.6	204,00	6,375
S3	0,6	35,00	1,094
	1,00	55,00	1,719
	1,60	100,88	3,153
	2,00	95,00	2,969
	2,40	98,00	3,063
	3,00	219,67	6,865

Sumber : Hasil analisis

Tabel 6. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin dengan persamaan Mayerhof berdasarkan N SPT (*Ultimate Bearing Capacity of soil limit Calculation with Mayerhof equationBase on N SPT*)

Bor	Kedalaman	N SPT	σ ijin(kg/cm ²)
BH-1	1	17	4.335
	3	40	14.600
BH-2	1	13	3.315
	3	40	14.6
BH-3	1	7.00	1.785
	3	40	14.6

Tabel 7. Perhitungan Daya Dukung Tanah Ijin dengan persamaan Terzaghi (*Ultimate Bearing Capacity of soil limit Calculation with Terzaghi equation*)

Titik Bor	Kdilm (m)	ϕ (°)	γ_b (t/m ³)	c.Nc	Nq	Nj	σ ijin (kg/cm ²)
BH-1	1	32,80	1,940	24,950	32,30	30,41	3,904
BH-2	1	31,6	1,900	22,547	28,1	25,82	3,349
BH-3	1	25,9	1,79	14,248	14,2	11,3	1,659

Sumber : Hasil analisis

Hasil perhitungan daya dukung ijin berdasarkan hasil sondir di dapat pada kedalaman 1,00 – 3,00 m sebesar 1,719 – 6,865 kg/cm². Dan berdasarkan nilai N SPT didapat pada kedalaman 1 – 3 m ke dua persamaan di dapat bahwa daya dukung tanah ijin(σ ijin) adalah sebesar 3,904 – 6,865 kg/cm². Sedangkan berdasarkan data mekanis tanah, didapat nilai tegangan ijin tanah adalah sebesar 1,659 – 3,904 kg/cm². Dari perhitungan tersebut daya dukung tanah tinggi sehingga pondasi dangkal sudah cukup untuk perencanaan struktur *revetment*. Namun demikian harus tetap diperhatikan bahaya guling atau pergeseran akibat gaya horisontal yang ditimbulkan oleh gelombang pada waktu pasang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari tes sondir, maka dapat disimpulkan bahwa penetrasi konus maksimal 250 kg/cm² terdapat rata-rata pada kedalaman 1,60 meter sampai dengan 3,00 meter dari muka tanah setempat, Hal tersebut menunjukan bahwa lapisan tanah pada kedalaman mulai 1,60 meter sampai dengan 3,00 meter dari muka tanah setempat sudah keras.

Sedangkan berdasarkan tes boring dapat disimpulkan bahwa rata-rata lapisan permukaan tanah didominasi oleh pasir gradasi

halus sampai sedang coklat kehitaman. Kemudian lapisan dibawahnya didominasi oleh cadas keras berpasir kasar kehitaman.

Hasil perhitungan daya dukung ijin berdasarkan pengujian langsung dan laboratorium di dapat sebesar 1,659 – 6,865 kg/cm². Dari perhitungan tersebut daya dukung tanah tinggi sehingga pondasi dangkal sudah cukup untuk perencanaan struktur *revetment*. Namun demikian harus tetap diperhatikan bahaya guling atau pergeseran akibat gaya horisontal yang ditimbulkan oleh gelombang pada waktu pasang.

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo B, 1999, Teknik Pantai, Beta Offset.
- Muhrozi, Soil Test, 2002, Masalah dan Aplikasinya pada tanah lunak, Laboratorium Mekanaika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro.
- Hernaningsih T, 2011, Penelitian tanah sebagai pendukung pengembangan instalasi pengolahan limbah domestic di kantor BPP Teknologi, ejurnal. BPPT.go.id
- Hartono, 2012, Analisis Tanah Dasar Pondasi Terhadap Kestabilan Kedudukan Bangunan, Jurnal Wahana Teknik Sipil vol 17 No 1

Juni 2012

ASTM.D.3441, Standard Test Method for
Mechanical Cone Penetration Tests
of Soil¹

SNI 4153,2008 Cara uji penetrasi lapangan
dengan SPT

SNI 2827 , 2008, Cara uji penetrasi
lapangan dengan alat sondir

Bowles J, 1986, Analisa dan disain
pondasi , Erlangga