

STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN PASIR LAUT DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS (Studi Kasus : Jalan Mangkualam Kecamatan Cimanggu – Banten)

Enden Mina¹⁾, Rama Indera Kusuma²⁾, Jamatul Ridwan³⁾

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Jl. Jendral Sudirman Km. 3 Kota Cilegon - Banten Indonesia

endenmina@yahoo.com¹⁾, rama@untirta.ac.id²⁾, jamatulridwan@gmail.com³⁾

INTISARI

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu untuk memperbaiki sifat-sifat propertis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Sifat- sifat propertis tanah seperti daya dukung (CBR) dan kuat tekan bebas (UCT) tanah lempung umumnya rendah. Seperti halnya kondisi tanah pada ruas jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang yang tinggi plastisitasnya sehingga subgrade pada ruas jalan tersebut mengalami kembang susut. Oleh sebab itu untuk mensiasati masalah tersebut perlu dilakukan perbaikan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui klasifikasi tanah, indeks plastisitas tanah dan mengetahui pengaruh penambahan pasir laut terhadap sifat fisik tanah, serta mengetahui nilai kuat tekan bebas (UCT) tanah dalam kondisi eksisting dan setelah dicampurkan pasir laut. Metode stabilisasi dengan campuran pasir laut 0%, 10%, 20% dan 30% diambil berdasarkan berat isi kering tanah, dan kadar air benda uji diambil dari hasil pemadatan proctor standar dengan variasi campuran pasir laut. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa penambahan pasir laut sampai dengan 30% mengalami penurunan terhadap nilai indeks plastisitas dari 19,60% menjadi 11,50%. Pencampuran 30% pasir laut didapat nilai maksimum kuat tekan bebas (UCT) dari 3,550 kg/cm² menjadi 19,600 kg/cm². Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan pasir laut dengan persentase pasir laut sebesar 30% adalah cukup baik untuk mengurangi nilai plastisitas, selain dapat meningkatkan daya dukung tanah berdasarkan nilai kuat tekan bebas (UCT) dengan kategori baik sebagai subgrade.

Kata-kata kunci: Stabilisasi, Tanah Lempung, Pasir Laut, UCT

ABSTRACT

The Clay stabilization is the mixing of soil with certain materials to improve the properties characteristics of soil in order to satisfy certain technical requirements. Properties characteristics such as California Bearing Ratio (CBR) and Unconfined Compression Test (UCT) clay is generally low. As well as the soil's condition in Desa Mangkualam road, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang which has a high plasticity, so the subgrade of that road was sustaining shrinkage. Therefore, soil improvement is needed to solve this problem. This study is intended to identify the classification of soil, soil's plasticity index, and to discover the effect of sea sand's addition to soil's physical properties, and to find out the unconfined compression test's value of the soil in the existing condition and after mixed with the sea sand. Stabilization method of sea sand's mixing 0%, 10%, 20%, and 30% was taken based on the weight of soil dry content, and the amount of water of the specimens was taken from the compaction's result of the standard proctor with the variety of sea sand. From the test results showed that the addition sea sand up to 30% decrease of the plasticity index value from 19,60% to 11,50%. Mixture 30% sea sand to got the maximum value of unconfined compression test's (UCT) from 3,550 kg/cm² to 19,600 kg/cm². The result of this study could be concluded that the use of sea sand with 30% percentage is good enough to reduce the value of plasticity, in addition to increasing the soil's carrying capacity based on unconfined compression test's (UCT) value with a good category as a subgrade.

Key words: Stabilization, Clay, Sea Sand, Unconfined Compression Test.

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) adalah bagian terpenting dalam pembangunan, terutama untuk pembangunan jalan. Dimana sarana infrastruktur jalan nantinya mempunyai peran yang sangat penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi di masyarakat. Perbaikan mutu sarana jalan dilakukan dengan perencanaan lapis perkerasan yang baik serta memperhatikan tanah dasar (*subgrade*).

Kondisi jalan di Desa Mangkualam merupakan daerah yang sering mengalami kerusakan pada struktur lapis permukaan jalan. Pada ruas jalan tersebut kendaraan yang melintas tidak terlalu padat, tetapi lapisan permukaan jalan mengalami kerusakan dan retak-retak. Kerusakan tersebut kemungkinan diakibatkan tanah dasarnya dan plastisitas tinggi. Kekuatan tanah dasar (*subgrade*) dipengaruhi oleh perubahan kadar air dan diperhitungkan dengan mengevaluasi parameter kekuatan tanah dasar, seberapa besar kemampuan tanah untuk mendukung beban yang ada dengan uji kuat tekan bebas (*Unconfined Compression Test*).

Penelitian dengan memanfaatkan material lokal berupa pasir laut sebagai bahan stabilisasi yang digunakan dalam penelitian yaitu pasir laut yang terendam atau dipengaruhi kondisi air laut (air pasang surut). Pasir laut yang dipengaruhi air pasang surut mempunyai kandungan kadar garam. Garam dapat mengisi rongga udara dalam keadaan kering dan mempunyai sifat pozzolon dalam keadaan basah. Pasir laut yang digunakan untuk pencampuran adalah pasir laut yang berada dalam kawasan pesisir pantai Citeureup, Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, dengan jarak 17,7 km dari lokasi pengambilan tanah.

Penelitian yang dilakukan ini mempunyai tujuan yang ingin dicapai yaitu untuk mengetahui sifat-sifat propertis tanah lempung di Desa Mangkualam, Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang sebelum dan setelah distabilisasi dengan menggunakan pasir laut dan pengaruh pasir laut terhadap UCT tanah sebelum dan setelah dicampurkan pasir laut dengan kadar bervariasi. Campuran tanah dengan + pasir laut konsentrasi : 10%, 20%, 30% terhadap

berat kering tanah dengan pemeraman selama 0 hari, 4 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

Lokasi tujuan diadakan penelitian stabilitas tanah dilakukan di Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu, Kabupaten Pandeglang.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian
(Sumber : Google Maps, 12/5/16)

2. TINJAUAN PUSTAKA

Berikut ini adalah beberapa penelitian yang berhubungan dengan penelitian ini yaitu:

1. Peneliti : Abdul Hakam, Rina Yuliet, Rahmat Donal (2010)
Judul : Studi Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah.
2. Peneliti : Agus Tugas Sudjianto (2007)
Judul : Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Garam Dapur (*NaCl*)
3. Peneliti : Gati Sri Utami (2015)
Judul : Stabilisasi Tanah Dasar (Subgrade) Jalan Darmahusada Indah Dengan Pasir Laut

A. Tanah Lempung

Menurut Harry Cristady Hardiyatmo (2002) tanah adalah himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang *relative* lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*).

Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai sifat kembang-susut tinggi akibat adanya perubahan kadar air, sehingga daya dukung sangat di pengaruhi oleh perubahan kadar air.

B. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah adalah usaha yang dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat teknis untuk memenuhi syarat teknis tertentu. Tujuan stabilisasi yaitu untuk

memperbaiki kondisi tanah, kemudian mengambil tindakan yang tepat terhadap masalah-masalah yang dihadapi.

C. Sistem Klasifikasi USCS

Sistem ini pada mulanya diperkenalkan oleh Casagrande (1942) untuk dipergunakan pada pekerjaan pembuatan lapangan terbang yang dilaksanakan oleh *The Army Corps of Engineers*.

Sistem klasifikasi berdasarkan hasil-hasil percobaan laboratorium yang paling banyak dipakai secara meluas adalah sistem klasifikasi kesatuan tanah. Percobaan laboratorium yang dipakai adalah analisis ukuran butir dan batas-batas Atterberg.

Klasifikasi secara menyeluruh membutuhkan banyak data yang terdiri dari warna, kadar air, kekuatan tekan, batas cair, batas plastis dan sifat lainnya.

D. Kadar Air

Kadar air tanah ialah perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Kadar air tanah dapat digunakan untuk menghitung parameter sifat-sifat tanah. Rumus untuk menghitung kadar air suatu tanah adalah :

$$\text{Kadar Air Tanah} = \frac{\text{Massa Air}}{\text{Massa tanah kering}} \times 100\%$$

E. Berat Jenis

Pengertian berat jenis butir tanah adalah perbandingan antara massa isi butir tanah dan massa isi air (Standar Nasional Indonesia SNI 1964-2008).

Cara menentukan berat jenis tanah ialah dengan mengukur berat sejumlah tanah yang isinya diketahui. Rumus untuk menghitung nilai G_s adalah :

$$G = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} K$$

Keterangan :

- W_1 = Berat piknometer kosong (gr)
- W_2 = Berat piknometer + contoh tanah kering (gr)
- W_3 = Berat piknometer + contoh tanah + air suling (gr)
- W_4 = Berat piknometer + air suling (gr)
- K = Faktor Koreksi terhadap suhu

F. Atterberg Limit

Batas cair (*liquid limit*), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair ditentukan dari uji Casagrande (1948).

Batas plastis (*plastic limit*) didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung.

Indeks plastisitas (*plasticity index*) merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis suatu tanah.

G. Pemadatan

Pemadatan tanah dilakukan untuk mencari kerapatan menyeluruh dan kadar air supaya dapat menentukan kerapatan kering. Tanah yang renggang harus dipadatkan agar meningkat volumenya. Pemadatan dilakukan dengan menggilas dan menumbuk sehingga menimbulkan pemampatan pada tanah dengan mengusir udaradari pori-pori.

Penambahan air pada tanah yang sedikit lembab sedikit membantu pemadatan, dengan mengurangi tarikan permukaan. Namun akan menimbulkan kadar air optimum, yang akan mengakibatkan meningkatnya pori-pori. Kadar air yang paling tepat dimana harga berat volume kering maksimum tanah dicapai disebut "kadar air optimum". Rumus Kerapatan Kering :

$$\gamma_d = \frac{\rho \times 100}{100 + \omega n}$$

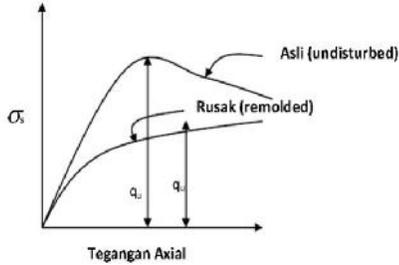
Zero Air Void :

$$\gamma_d = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + (G_s \times \omega_n)}$$

H. Kuat Tekan Bebas

Kuat tekan bebas adalah tekanan aksial benda uji pada saat mengalami keruntuhan atau pada saat regangan aksial mencapai 20%. Pengujian kuat tekan bebas termasuk hal khusus dari pengujian *Triaksial Unconsolidated Undrained*, Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah

kohesif, dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah kohesif Uji kuat tekan ini mengukur seberapa kuat tanah menerima kuat tekan yang diberikan sampai tanah tersebut terpisah dari butiran-butirannya juga mengukur regangan tanah akibat tekan tersebut



Gambar 2. Grafik Tegangan Axial (Sumber : Hardiyatmo, 2002)

I. Pasir Laut

Pasir laut yang sebagai bahan stabilisasi mengandung kadargaram yang terkandung dalam pasir tersebut. Zat-zat yang terlarut yang membentuk garam, yang kadarnya diukur dengan istilah salinitasi dibagi menjadi empat kelompok, yakni : Konstituen : Cl, Na, SO4 dan Mg Gas terlarut : CO2, N2, dan O2 Unsur Hara : Si, N, dan P Unsur Runut : I, Fe, Mn, Pb, dan Hg. Sementara itu, dalam bentuk larutan, garam menghasilkan ion-ion yang berfungsi sebagai katalisator yang mempercepat reaksi pozzolanik dalam tanah lempung. Dalam bentuk kering garam berbentuk kristal mengisi ruang pori diantara butir-butir tanah lempung. Ini berarti pasir laut berperan meningkatkan daya dukung tanah lempung baik sebagai larutan maupun sebagai kristal (kering).

3. METODE PENELITIAN

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Jalan Desa Mangkualam Kec. Cimanggu Kab. Pandeglang dan pasir laut berasal dari Pantai terdekat Kec. Ciamnggu.

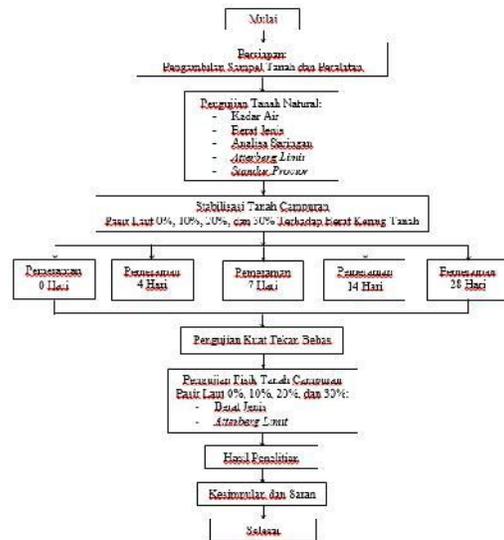
Berikut merupakan pengujian yang dilakukan :

1. Pengujian kadar air (sesuai dengan SNI 1965:2008)

2. Pengujian batas cair (sesuai dengan SNI 1967:2008)
3. Pengujian batas plastis (sesuai dengan SNI 1966:2008)
4. Pengujian analisis saringan (sesuai dengan SNI 3423:2008)
5. Pengujian berat jenis (sesuai dengan SNI 1964:2008)
6. Pengujian pemadatan ringan (sesuai dengan SNI 1742:2008)
7. Pengujian UCT (*Unconfined Compression Strengh Test*) (sesuai dengan SNI 03-3638-1994.)

Sampel yang digunakan pada pengujian UCT yaitu sebanyak 60 sampel dengan perhitungan komposisi:

- a. Tanah sampel (Mx) = kerapatan kering tanah x volume mold
 $Mx = \gamma_{dry} \times Vm$
- b. Pasir laut = persentase ASK x Mx
 sampel Xn = 10% x Mx
 = 0,10 x Mx
- c. Kadar air (Wx) = kadar air optimum - kadar air eksisting
 = Wopt - Wen



Gambar 3. Diagram Alur (Sumber: Analisis Penulis, 2016)

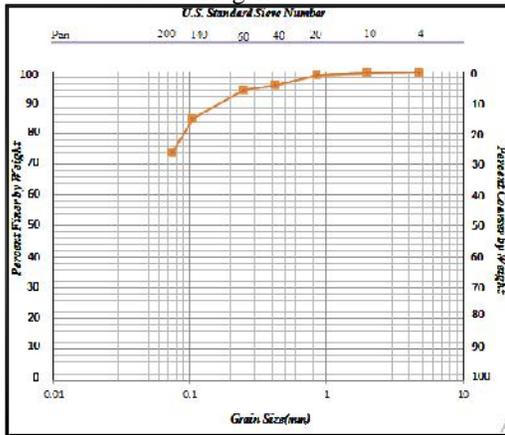
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Fisik Tanah

1. Analisa Besar Butiran

Analisa besar butir dilakukan untuk menganalisis ukuran butiran

tanah. Berikut merupakan hasil analisa saringan:



Gambar 4. Grafik Analisa Besar Butir (Sumber: Analisis Penulis, 2017)

Klasifikasi Tanah menurut USCS (*Unified Soil Classification System*) berdasarkan analisis saringan didapatkan tanah lolos saringan No. 200 lebih dari 50% sehingga masuk ke dalam klasifikasi tanah berbutir halus. Simbol dari kelompok ini dimulai dengan huruf awal M untuk lanau (*silt*) anorganik, C untuk lempung (*clay*) anorganik dan O untuk lanau-organik dan lempung-organik. Simbol PT digunakan untuk tanah gambut (*peat*), muck dan tanah-tanah lain dengan kadar organik tinggi. Nilai batas cair (LL) = 52,8 maka $LL > 50\%$, tanah diklasifikasikan sebagai H (plastisitas tinggi) dan Indeks Plastisitas (PI) = 20,4, tanah tergolong dalam klasifikasi OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi) atau MH (Lanau tak organik, atau pasir halus diatomae atau lanau elastis)

2. Kadar Air

Hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai kadar air mula-mula pada tanah Jalan Desa Mangkualam sebesar 38,72%.

3. Berat Jenis

Hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai berat jenis pada tanah Jalan Desa Mangkualam sebesar 2,582. Tanah termasuk lempung organik dengan nilai berat

jenis 2,58 – 2,65 berdasarkan buku “Mekanika Tanah 1, Hardiyatmo” hal. 5.

4. Atterberg Limits

Nilai indeks plastisitas adalah 19,16% (> 17) berdasarkan buku “Mekanika Tanah 1, Hardiyatmo” hal. 48 dengan maka macam tanah termasuk tanah lempung dan kohesif.

Dari hasil pengujian analisa besaran butir, berat jenis butir, dan *atterberg limits* dapat disimpulkan bahwa menurut sistem klasifikasi *unified* tanah Desa Mangkualam termasuk pada golongan tanah OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

5. Pemasatan

Uji pemasatan bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum tanah, berikut adalah hasil uji pemasatan sebelum distabilisasi dengan nilai $w_{opt} = 32,50\%$ dan berat isi kering tanah = 1,306 gr/cm³

B. Pengujian Fisik Pasir Laut

1. Berat Jenis

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis pasir laut untuk campuran tanah pada Jalan Desa Mangkualam Kec. Ciamanggu sebesar 2,613 gr/ml.

2. Analisis Besar Butiran

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis pasir laut lebih besar dibandingkan berat jenis tanah. Dan tanah mempunyai gradasi yang buruk karena nilai $C_u < 6$ dan $C_c < 1$.

3. Berat Isi

Berat isi agregat bertujuan untuk menentukan berat isi agregat, baik itu agregat halus maupun agregat kasar. Berdasarkan hasil percobaan berat isi pasir laut sebesar 1,669 gr/cm³

C. Hasil Stabilisasi Tanah Menggunakan Pasir Laut

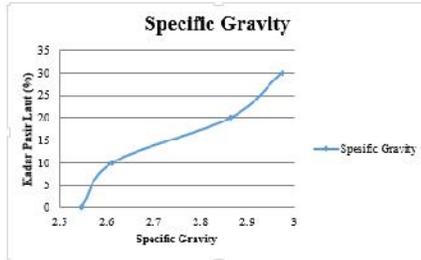
1. Berat Jenis

Berikut merupakan hasil pengujian berat jenis tanah pada Jalan Desa Mangkualam Kec. Ciamanggu :

Tabel 1. Berat Jenis

Specific Gravity	Kadar Pasir Laut (%)
2.58	0
2.613	10
2.866	20
2.975	30

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)



Gambar 5. Grafik Hubungan Persentase Pasir Laut terhadap Berat Jenis.

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)

Pada Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi persentase pasir laut maka nilai berat jenis tanah campuran tersebut akan cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena nilai berat jenis pasir laut yang lebih tinggi dari nilai berat jenis tanah.

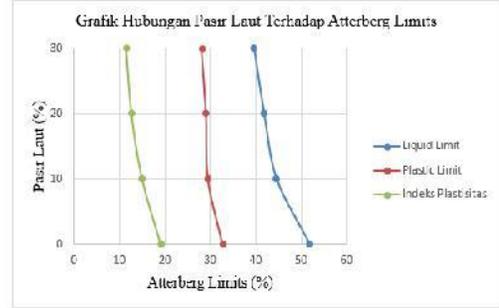
2. Atterberg Limits

Hasil pengujian batas konsistensi untuk masing-masing campuran bahan stabilisasi tanah ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Atterberg Limits

Pasir Laut (%)	PL	LL	IP	Sifat Plastisitas
0	32.84	52	19.16	Plastisitas Tinggi
10	29.56	44.6	15.04	Plastisitas Sedang
20	29.12	41.8	12.68	Plastisitas Sedang
30	28.1	39.6	11.50	Plastisitas Sedang

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)



Gambar 6. Hubungan Persentase Pasir Laut terhadap Atterberg Limits

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)

Dari Tabel 2 dan Gambar 6 terlihat bahwa semakin tinggi persentase pasir laut maka cenderung Indeks plastis, batas plastis dan batas cair mengalami penurunan karena sifat pasir laut mengisi rongga-rongga pada tanah sehingga membuat ikatan tanah menjadi renggang, tidak mengikat air dan dapat dengan mudah meloloskan air. Sehingga pasir laut dapat digunakan sebagai pengendali sifat plastis tanah tersebut.

Dari hasil pengujian analisa besaran butir, berat jenis butir, dan *atterberg limits* dapat disimpulkan bahwa menurut sistem klasifikasi *unified* tanah Desa Mangkualam termasuk pada golongan tanah OH (Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi).

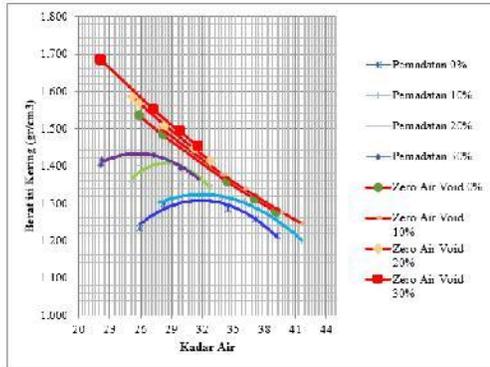
3. Pemasatan

Uji pemasatan bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air optimum dan berat isi kering maksimum tanah, berikut adalah hasil uji pemasatan berdasarkan kadar pasir laut :

Tabel 3. Persentase Penambahan Kadar Pasir Laut Terhadap Pemasatan

	Pasir Laut			
	0	10	20	30
\hat{y}_{dmax} (gr/cm ³)	1.306	1.323	1.408	1.433
W_{optimum}	32.50%	31.60%	28.40%	25.50%

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)



Gambar 7. Hubungan Berat Isi Kering Dengan Kadar Air
(Sumber: Analisis Penulis, 2017)

Dari Tabel 3 dan Gambar 7 di atas terlihat bahwa berat isi kering makin meningkat dan kadar air optimum (wopt) semakin menurun seiring bertambahnya campuran pasir laut.

4. Unconfined Compression Strenght Test (UCT)

Setelah ditetapkan berat isi kering dan kadar air optimum pada pengujian pemadatan berdasarkan kadar pasir laut selanjutnya melakukan pengujian Kuat Tekan Bebas dengan variasi pemeraman dan persentase pasir laut. Cara memperoleh benda uji kuat tekan bebas sama dengandengan perhitungan sample UCT sebelum di stabilisasi diatas melainkan penambahan untuk Pasir Laut dihitung dari persentase pasir laut terhadap berat kering tanah.

Sifat berkurangnya kekurangan tanah akibat adanya kerusakan struktural tanah tersebut disebut kesensitifan (*sensitivity*). Tingkat kesensitifan dapat ditentukan sebagai ratio antara kekuatan tanah yang masih asli dengan kekuatan tanah yang sama setelah terkena kerusakan (*remolded*), bila tanah tersebut diuji dengan cara tekanan tak tersekap.

Tabel 4 menunjukkan hasil pengujian UCT dengan lama pemeraman 0, 4, 7, 14 dan 28 hari.

Tabel 4. Nilai UCT

Waktu Pemeraman (Hari)	Pasir Laut (%)	qu rata-rata (kg/cm ²)	Persentase Kenaikan
0	0	3.550	0.00%
4		4.100	15.49%
7		4.400	23.94%
14		4.550	27.70%
28		5.747	61.88%
0	10	3.933	0.00%
4		4.633	17.80%
7		4.933	25.42%
14		5.633	43.22%
28		9.150	132.63%
0	20	12.733	0.00%
4		15.533	21.99%
7		16.033	25.92%
14		16.500	29.58%
28		16.700	31.15%
0	30	16.000	0.00%
4		16.667	4.17%
7		17.367	8.54%
14		18.567	16.04%
28		19.600	22.50%

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)



Gambar 8. Grafik Hubungan Persentase Pasir Laut terhadap Nilai UCT pada Pemeraman 0, 4, 7, 14 dan 28 hari

(Sumber: Analisis Penulis, 2017)

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin banyak pasir laut yang ditambahkan maka semakin besar pula nilai UCT. Hal ini terjadi karena pasir laut, air, dan tanah berikatan dengan baik pada suhu ruangan dan dengan lama pemeraman 0, 4, 7, 14 dan 28 hari. Pasir laut pada persentase 30% menghasilkan nilai qu 19,600 kg/cm²

Nilai qu tanah meningkat dengan semakin banyak penambahan campuran pasir laut. Kenaikan nilai qu yang lebih besar tiap campuran ini disebabkan tingkat pemadatan yang lebih kuat pada saat pencampuran,

hingga membuat kemampuan antara tanah dan pasir laut lebih kuat hingga membuat rongga tanah semakin kecil.

D. Hasil Analisa Konfigurasi Beban Kendaraan Terhadap Daya Dukung Tanah (q_u) Menggunakan Campuran Pasir Laut

Kondisi Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu termasuk dalam kategori jalan lokal primer. Pada kondisi jalan tersebut paling berat dilalui kendaraan truk besar, dikarenakan jalan lokal primer dan menurut konfigurasi JBI kelas III (Jumlah Berat Yang Diizinkan) maksimum 14 Ton. Pada gambar 9 dijelaskan hubungan konfigurasi sumbu beban maksimum yang diizinkan.

Gambar 9. Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST, dan JBI (Sumber: Dishub Darat, Tahun 2008)

Tabel 5. Konfigurasi Beban Sumbu

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)		Jumlah sumbu	Chart Area (Value) Axis Minor Gridlines	
	RD	RB		BS (ton)	ES (ton)
Mobil penumpang	1	1	2	3	
Truk 2 as kecil	2	4	2	2	8
Truk 2 as besar	5	8	2	5	

(sumber: Pd T 14 2013)

Tabel 6. Beban Rencana Per Roda

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)
STRT	6 (50)	33,0
	5 (50)	27,5
	4 (40)	22,0
	3 (30)	16,5
STRG	2 (20)	11,0
	8 (80)	22,0
	5 (50)	13,75

(Sumber : Pd T 14 2003)

- RD = Roda depan
- RB = Roda belakang
- BS = Beban sumbu
- STRT = Sumbu tunggal roda tunggal
- STRG = Sumbu tunggal roda ganda

Mobil truk besar dengan 2 as biasa menggunakan ban yang mempunyai lebar 7,5 inchi. Penulis melakukan pengukuran luas permukaan ban yang menyentuh jalan dengan menggunakan ban yang mempunyai lebar 7,5 inchi, didapat panjang ban adalah 180 mm. Dengan begitu diketahui luas permukaan ban yang menyentuh jalan adalah :

$$7,5 \text{ inchi} = 190,5 \text{ mm}$$

$$190,5 \times 180 = 34290 \text{ mm}^2 = 342,9 \text{ cm}^2$$

Beban rencana yang pilih adalah beban yang berasal dari ban depan truk besar 2 as dengan tipe sumbu STRT karena ban depan memiliki beban rencana per roda lebih besar daripada ban belakang berdasarkan Tabel 6 yaitu sebesar :

$$27,5 \text{ KN} = 2750 \text{ kg}$$

$$2750 \text{ kg} / 342,9 \text{ cm}^2 = 8,019 \text{ kg/cm}^2$$

Maka beban yang terjadi pada JBI kelas III truk besar 14 ton = 8,019 kg/cm². Pada Tabel 35 dapat dilihat bahwa nilai daya dukung tanah (q_u) pada persentasi 10% dengan waktu pemeraman 28 hari sebesar 9,150 kg/cm². Untuk pelaksanaan dilapangan direkomendasikan stabilisasi tanah pada Jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu sebesar 10% pasir laut dengan pemeraman 28 hari, dengan demikian kefeisienan pemilihan bahan stabilisasi lebih ekonomis.

Sifat fisik tanah pencampuran pasir laut 20% dengan lama pemeraman 28 hari termasuk kedalam kategori sifat plastisitas sedang dengan nilai Indeks Plastisitas sebesar 12,27% dibandingkan pada saat tanah kondisi penambahan bahan stabilisasi 20% dengan lama pemeraman 0 hari hanya 13,08%. Penurunan indeks plastisitas tanah pada jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu tidak terlalu signifikan terhadap pemeraman, dikarenakan bahan stabilisasi tidak tercampur dengan bahan

kimia sehingga tidak mengalami reaksi apapun.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian contoh tanah asli dan tanah asli + pasir laut dengan prosentase 10%, 20%, dan 30% dengan pemeraman selama 0 hari, 4 hari, 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian fisik tanah sebelum distabilisasi pada jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu-Kabupaten Pandeglang didapat nilai batas cair (LL) 52%, indeks plastisitas (PI) : 19,16%, batas plastis (PL) : 32,84. Menurut Sistem *Unified* termasuk kedalam kelompok OH yaitu lempung organik dengan nilai indeks plastisitas (PI) 19,16% dapat dikategorikan sebagai plastisitas tinggi.
2. Penambahan pasir laut pada tanah terhadap sifat fisik tanah menunjukan adanya peningkatan berat jenis (Gs) sebesar 2,975 untuk persentase pasir laut 30% dari tanah asli sebesar 2,58. Penurunan juga terjadi pada Indeks Plastisitas (PI) seiring bertambahnya persentase pasir laut, dengan indeks plastisitas pada campuran 30% pasir laut sebesar 11,5% dari tanah asli sebesar 19,16%. Pasir laut dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah (q_u) dan dapat mengurangi indeks plastisitas (PI).
3. Berdasarkan hasil pengujian pemadatan/ *Standar Proctor Test* pada tanah asli didapat nilai γ_{dry} sebesar 1,306 gr/cm³, kadar air optimum sebesar 32,50%. Setelah dilakukan pencampuran dengan 30% bahan stabilisasi yang berupa pasir laut, maka didapatkan nilai γ_{dry} 1,433 gr/cm³, kadar air optimum sebesar 25,50%.
4. Berdasarkan hasil pengujian UCT nilai q_u maksimum didapat pada persentase 30% dengan lama pemeraman 28 hari dengan nilai q_u 19,600 kg/cm². Selisih kenaikan mencapai 452,11% dimana nilai q_u sebelum distabilisasi hanya 3,550 kg/cm².

5. Pencampuran bahan stabilisasi diatas 30% terhadap berat kering tanah sulit untuk dikerjakan pada saat pengujian pembuatan benda uji, dikarenakan tanah bersifat getas sehingga menyebabkan benda uji saat dikeluarkan dari *mold* cepat pecah.
6. Beban maksimum yang terjadi pada jalan Desa Mangkualam Kecamatan Cimanggu 8,019 kg/cm² lebih kecil daripada nilai daya dukung (q_u) pada stabilisasi pasir laut 10 % waktu pemeraman 28 hari sebesar 9,150 kg/cm².
7. Hasil Pengujian nilai UCT dikorelasikan dengan nilai CBR menunjukkan nilai q_u tanah Desa Mangkualam sebelum pencampuran pasir laut sebesar 3,55 kg/cm² termasuk konsistensi *very stiff* dengan nilai UCT 2-4 kg/cm² dan nilai q_u setelah pencampuran tanah dengan kadar pasir laut 30% sebesar 17,376 kg/cm² termasuk konsistensi *hard* dengan nilai UCT >4 kg/cm². Tabel 39 menunjukkan nilai CBR laboratorium tanah sebelum pencampuran pasir laut sebesar 10,844% termasuk *fair* dengan nilai 7-20% dan nilai CBR setelah pencampuran pasir laut kadar 30% sebesar 49,462% termasuk *good* dengan nilai 20-50%.

2. Saran

Setelah melakukan penelitian dan mendapatkan kesimpulan, Penulis menyarankan beberapa hal untuk penelitian selanjutnya.

1. Setiap tanah dasar pada jalan tiap daerah memiliki jenis tanah dan nilai CBR yang berbeda-beda maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR atau UCT
2. Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan campuran material lain selain pasir laut, berupa bahan campuran lainnya seperti garam, semen, gypsum dan lain-lain.
3. Melakukan pengujian UCT dengan penambahan lama pemeraman untuk hasil lebih akurat.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph. (1989). Sifat-sifat fisis dan Geoteknis Tanah. Terjemahan Johan K. Hainim Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1. Jakarta. Erlangga.
- Das, Braja M. 1998. Mekanika Tanah (Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2. Jakarta. Erlangga.
- Hardiyatmo, Hary C. (1992). Mekanika Tanah 1, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary C. (1994). Mekanika Tanah 2, Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christady, (2006), "Mekanika Tanah I", Edisi Keempat, Gadjah Mada, University Press.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2010). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hatmoko, J.T dan Lulie Y., (2007), UCS Tanah Lempung Yang Distabilisasi
- Sudjiyanto, (2007), Stabilisasi Tanah Lempun Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl), Teknik Sipil Universitas Widyagama Malang
- Wesley, L. D., (1977), Mekanika Tanah, Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.
- Lambe, William T, (1969), *Soil Mechanics*, John Wiley and Sons Inc. NewYork.
- Ingles, O.G., dan Metcalf, J.B., 1972, Soil Stabilization, Butterworths, Sydney
- Utami, Arinda Gati Sri. (2015). Stabilisasi Tanah Dasar (*Subgrade*) Jalan Darmahusada Indah dengan Pasir Laut
- Hakam, Abdul. Yuliet, Rina. Donal, Rahmat (2010). Studi Pengaruh Penambahan Tanah Lempung Pada Tanah Pasir Pantai Terhadap Kekuatan Geser Tanah.
- Yuliet, Rina, (2007), "Handout Perbaikan Tanah", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Andalas.
- Rahman, Taufik, (2016). Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan *Fly Ash* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas.
- Sulistiyowati, T. 2006. *Stabilisasi Tanah Dasar (Subgrade) Jalan Darmahusada Indah dengan Pasir Laut*. e-journal FT ITATS, Volume II No. 1, April, Halaman 77-83.
- Mina, Enden, and Rama Indera Kusuma. 2016. *Pengaruh Fly Ash Terhadap Nilai CBR Dan Sifat-Sifat Properties Tanah Studi Kasus: Jalan Raya Bojonegara km 19 Serang Banten*. Jurnal Fondasi 5.2
- Kusuma, R. I., & Mina, E. (2015). *Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Menggunakan Abu Sawit Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas*. Jurnal Fondasi, 4(2).
- Tarigan, Salmon Atmaja. 2005. *Korelasi CBR dengan Indeks Plastisitas Pada Tanah Universitas Kristen Maranatha*. Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1742-2008 Metode pengujian tentang kepadatan ringan untuk tanah*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1744-2012 Metode pengujian tentang CBR (California BearingRatio)*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1964-2008 Metode Pengujian tentang berat jenis tanah*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1965-2008 Metode pengujian tentang kadar air tanah*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1966-2008 Metode pengujian tentang batas plastis tanah*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.
- Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-1967-2008 Metode pengujian tentang batas cair tanah*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.

Panitia Teknik Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil. 2008. *SNI 03-3423-2008 Metode pengujian tentang analisis saringan*. Bandung : Departemen Pekerjaan Umum.