

STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN LIMBAH MARMER SEBAGAI MATERIAL TANAH DASAR (SUB GRADE)

Nursamiah^{1,*}, Dasyri Pasmal², Abdul Fattah³, Annisa Pratiwi P.⁴, Firda Amelia Abadi⁵

^{1,2,3} Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

^{4,5} Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Soil as a place to stand for a construction must be able to withstand the loads that work on it because the soil is a foundation that accepts and withstands the loads on it. As a foundation, the soil must have a good bearing capacity to support the construction load. Clay soil that has a very low bearing capacity cannot be used as a subgrade material. To increase the value of the bearing capacity of the clay soil, a stabilization process is carried out. The purpose of this study was to determine the effect of adding marble waste to the carrying capacity of clay soil. The method that is often used is soil stabilization with the addition of stabilizer. In this study, soil stabilization was carried out with the addition of marble waste. This research begins with taking soil samples and testing carried out in the laboratory to determine the physical and mechanical properties of the soil, then proceed with making soil samples for testing of free compressive strength, compaction and CBR Lab. with variations of marble waste, namely 0%, 5%, 10%, 15% and 20%. From the results of the study, it is known that the clay sample has a moisture content = 31.42%, density = 1.86 gr/cm³, specific gravity = 2.70, liquid limit = 34.20% and plastic limit = 23.99% with plastic index value = 10.21%. Based on the soil classification system using the USCS (Unified Soil Classification System), the types of clay include CL (Clay-Low) clay types with low plasticity values. The free compressive strength test on stabilized clay samples with various variations of marble waste obtained the highest compressive strength value of 0.230 kg/cm², namely the clay sample + marble waste = 15%. Clay soil without marble waste has a CBR value of 2.92% and after the addition of marble waste there is a significant increase up to 23.59% in 15% clay samples. The results showed that clay stabilized with marble waste can be recommended as a road subgrade material. (subgrade).

Keywords: clay soil, marble waste, compressive strength and CBR Lab.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah marmer terhadap daya dukung tanah lempung. Metode yang sering digunakan adalah stabilisasi tanah dengan penambahan stabilizer. Pada penelitian ini dilakukan stabilisasi tanah dengan penambahan limbah marmer. Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel tanah dan dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah, kemudian dilanjutkan dengan pengambilan sampel tanah untuk pengujian kuat tekan bebas, pemadatan dan CBR Lab. dengan variasi limbah marmer yaitu 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa sampel lempung memiliki kadar air = 31,42%, berat jenis = 1,86 gr/cm³, berat jenis = 2,70, batas cair = 34,20% dan batas plastis = 23,99% dengan nilai indeks plastis = 10,21%. Berdasarkan sistem klasifikasi tanah menggunakan USCS (Unified Soil Classification System), jenis lempung termasuk jenis lempung CL (Clay-Low) dengan nilai plastisitas rendah. Pengujian kuat tekan bebas pada sampel tanah liat stabil dengan berbagai variasi limbah marmer diperoleh nilai kuat tekan tertinggi sebesar 0,230 kg/cm² yaitu sampel tanah liat + limbah marmer = 15%. Tanah liat tanpa limbah marmer memiliki nilai CBR sebesar 2,92% dan setelah penambahan limbah marmer terjadi peningkatan yang signifikan hingga 23,59% pada sampel tanah liat 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lempung yang distabilisasi dengan limbah marmer dapat direkomendasikan sebagai bahan dasar jalan. (subgrade).

Kata kunci: tanah lempung, limbah marmer, kuat tekan dan CBR Lab.

1. PENDAHULUAN

Kondisi tanah di Indonesia sangat bervariasi ditinjau dari segi kemampuan daya dukungnya, Tanah merupakan salah satu material yang memegang peranan penting dalam konstruksi atau pondasi, sehingga diperlukan tanah dengan sifat-sifat teknis yang memadai. Dalam kenyataannya sering dijumpai sifat tanah yang tidak memadai dalam hal kompresibilitas, permeabilitas maupun plastisitasnya.

Usaha-usaha untuk memperbaiki sifat fisis dan mekanis tanah lempung telah banyak dilakukan dengan cara seperti: cara fisis, mekanis dan kimia. Menurut [1] cara fisis dilakukan dengan mencampur tanah lempung dengan tanah bergradasi atau menambah serat fiber, sedangkan cara mekanis yaitu memberi

*Korespondensi Penulis: Nursamiah, email nur_samiah@yahoo.com

perkuatan bahan sintesis yang terbuat dari bahan polimerisasi minyak bumi pada tanah lempung dan cara kimiawi dengan menambah semen, kapur, abu terbang dan sekam padi serta bahan kimia lainnya. Hasil peneliti terdahulu [2], [3] menyatakan bahwa penambahan bahan kimia tertentu bukan saja dapat mengurangi sifat pengembangan dan sifat plastisitas, tetapi juga dapat meningkatkan kekuatan dan mengurangi besarnya penurunan.

Pada konstruksi jalan, tanah dasar merupakan lapisan tanah yang akan menerima beban dari lapisan-lapisan perkerasan yang ada di atasnya, yang juga merupakan bagian terakhir yang menerima distribusi beban dari lapisan permukaan [4], [5]. Tanah dasar turut mempengaruhi tingkat kemahalan pembangunan jalan raya karena daya dukung tanah dasar menentukan tebal tipisnya lapisan perkerasan pondasi. Tanah sebagai tempat berdirinya suatu konstruksi harus mampu menahan beban yang bekerja di atasnya karena tanah merupakan landasan yang menerima dan menahan beban-beban yang ada di atasnya [6]. Sebagai landasan, tanah harus mempunyai daya dukung yang baik untuk mendukung beban konstruksi. Oleh karena itu sebelum dilaksanakan pekerjaan konstruksi, harus diketahui terlebih dahulu daya dukung tanahnya. Penggunaan tanah sebagai subgrade jalan harus mempunyai kekuatan daya dukung tertentu.

Dalam menanggulangi permasalahan tersebut, maka diperlukan pekerjaan perbaikan tanah [7]. Untuk itu kami tertarik meneliti tanah lempung yang memiliki daya dukung rendah untuk di stabilisasi dengan limbah marmer, sehingga dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah lempung tersebut dan dapat digunakan sebagai material timbunan atau tanah dasar pada konstruksi jalan maupun konstruksi bangunan.

Selama ini, tanah lempung yang memiliki nilai daya dukung yang sangat rendah tidak dapat digunakan, dan digantikan dengan tanah yang lebih baik, tentunya yang memiliki nilai daya dukung yang memenuhi spesifikasi. Bertolak dari uraian di atas, penulis mencoba melakukan penelitian untuk perbaikan tanah lempung dalam usaha pemanfaatannya untuk material jalan raya, dengan cara melakukan stabilisasi dengan limbah marmer, dengan harapan dapat meningkatkan nilai daya dukung tanah lempung tersebut sehingga dapat digunakan sebagai material tanah dasar (subgrade).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan melakukan survey di lapangan dan kajian literatur untuk pengambilan sampel di lapangan, dalam hal ini pengambilan sampel tanah lempung yang berasal dari Proyek Pembangunan Rel Kereta Api Makassar-Parepare Segmen F, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Sulawesi Selatan, yang mana tanah lempung di lokasi tersebut memiliki nilai daya dukung yang sangat rendah. Kemudian melakukan uji laboratorium mekanika tanah, dalam hal ini menentukan sifat fisik/ karakteristik dari tanah lempung tersebut. Hasil pengujian ini menjadi dasar pertimbangan untuk melanjutkan pengujian berikutnya berupa penggunaan bahan tambah atau stabilisasi dan melakukan perbaikan karakteristik dengan metode stabilisasi [7], [8]. Perbaikan tanah dengan metode stabilisasi ini menggunakan bahan stabilisasi limbah marmer. Metode stabilisasi tanah lempung yang menggunakan limbah marmer dengan empat variasi campuran yaitu 5%, 10%, 15%, 20%. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanis, dalam hal ini melakukan uji pemadatan, uji CBR (California Bearing Ratio), dan uji kuat tekan bebas (UCS). Hasil pengujian selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengetahui kapasitas atau perilaku kekuatan tanah tersebut akibat penambahan persentase limbah marmer. Hasil pengujian ini untuk mengetahui kapasitas dan potensi utilitas bahan timbunan stabilisasi limbah marmer. Pelaksanaan pengujian dilaksanakan di laboratorium Pengujian Tanah dengan mengacu pada standar-standar pengujian, AASHTO, ASTM dan SNI

Tabel 1. Standar yang digunakan dalam pengujian

No	Jenis Metode Pengujian	No. Standar		
		AASHTO	ASTM	SNI 03 - 1989 - 2000
1	Kadar Air	T - 265 - 79	D - 2216	SNI 03 - 1965 - 1990
2	Batas - batas Atterberg			
	- Batas Plastis (PL)	T - 90 - 74	D - 424 - 74	SNI 03 - 1966 - 1990
	- Batas cair (LL)	T - 89 - 74	D - 423 - 66	SNI 03 - 1967 - 1990
3	Berat Jenis Tanah	T - 265	D - 162	SNI 03 - 1964 - 1990
4	Berat Isi / Volume		D-2216-98	SNI 03 - 3637 - 1994
5	Analisa Saringan	T - 88	D - 422	SNI 03 - 1968 - 1990
6	Kuat Tekan Bebas (UCS)	T - 208 - 70	D - 633 - 1994	SNI 03 - 6887 - 2002
7	Pemadatan		D-698 & D-1557	SNI 03 - 1743 - 1989
8	CBR		D-1883	SNI 03 - 1744 - 1989

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dengan menggunakan standar-standar pengujian, didapat hasil diantaranya : sifat fisik, sifat mekanis tanah, selanjutnya diketahui kapasitas dukung material tanah stabilisasi limbah marmer. Capaian tersebut dianalisis untuk mengetahui standar atau persyaratan untuk digunakan pada material timbunan tanah dasar (subgrade).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Propertis

Berikut adalah data-data hasil pengujian propertis yang ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Pengujian Propertis Tanah Lempung

No.	Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	31,42	%
2	Berat Isi tanah	1,86	gr/cm ³
3	Berat Jenis	2,70	
4	Persen lolos # no.200	66,21	%

Pengujian kadar air tanah lempung, dilakukan pada kondisi tanah asli, dimana nilai kadar air yang diperoleh sebesar 31,42% dan memiliki berat isi sebesar 1,86 gr/cm³ tanpa pencampuran limbah marmer. Untuk nilai berat Jenis pada tanah lempung yang diuji memiliki berat jenis sebesar 2,50. Untuk pengujian analisa saringan dengan cara basah diperoleh persen lolos saringan no. 200 atau pada ukuran 0,075 mm sebesar 66,21%.

Tabel 3. Hasil Pengujian Propertis Limbah Marmer

No.	Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
1	Kadar Air	14,59	%
2	Berat Isi	1,94	
3	Berat Jenis	2,62	
3	Analisa Saringan :		
	Persen lolos # no.4	100	%
	Persen lolos # no.200	2,35	%

Dari hasil pengujian propertis pada tabel 3., didapatkan nilai Kadar Air Limbah Marmer sebesar 14,59% dimana lempung tersebut dapat dikatakan kering karena nilai kadar airnya kurang dari 20%, berat isi = 1,94 gr/cm³ dan berat jenis sebesar 2,62. dan pengujian Analisa saringan didapatkan persentase yang lolos saringan No. 200 sebesar 2,35 % .

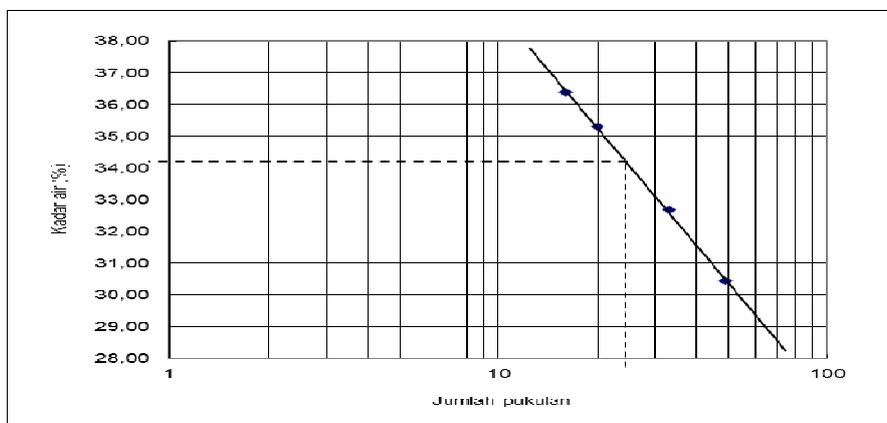
Pengujian Sifat-sifat Mekanis

a. Batas – Batas Atterberg

Setelah melakukan pengujian batas – batas Atterberg di laboratorium, maka diperoleh data seperti pada tabel 4.

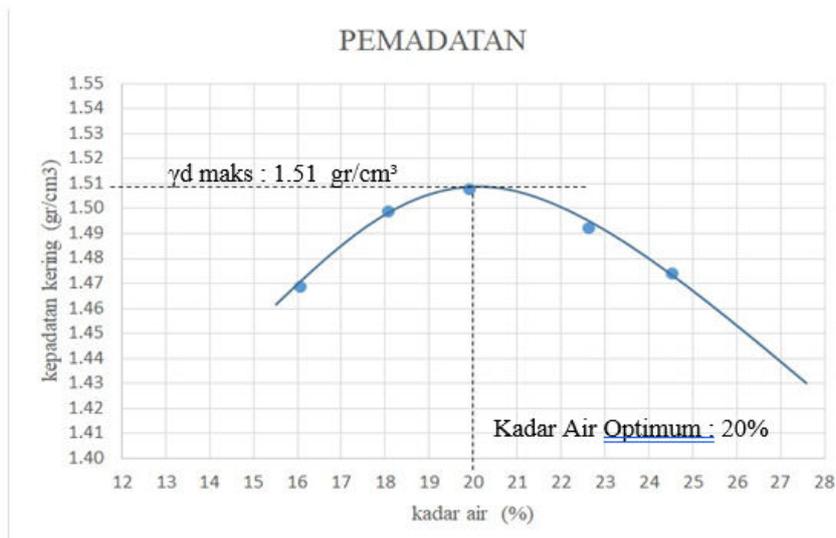
Tabel 4. Hasil Pengujian Batas – Batas Atterberg tanah lempung

Jenis Penelitian	Hasil	Satuan
Batas Cair	34,20	%
Batas Plastis	23,99	%
Indeks Plastis	10,21	%



Gambar 1. Batas cair (Liquid Limit)

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai batas cair (LL) sebesar 34,20 %, nilai batas plastis (PL) sebesar 23,99 % dan nilai indeks plastisitas (PI) sebesar 10,21%. Dengan hasil Pengujian batas-batas Atterberg dan analisa saringan, dilakukan klasifikasi tanah USCS (*Unified Soil Classification system*), diperoleh jenis tanah lempung tersebut adala CL (lempung dengan nilai plastisitas rendah).



Gambar 2. Grafik Pemadatan laboratorium tanah lempung

b. Pemadatan

Pengujian pemadatan dilakukan untuk memperoleh nilai kadar air optimum dan nilai kepadatan kering maksimum. Gambar 2. di atas adalah grafik pemadatan tanah lempung. Dari hasil pengujian pemadatan diperoleh kadar air optimum (W_{opt}) sebesar 20,00 % dan nilai kepadatan kering maksimum ($\gamma_{d maks}$) sebesar 1,51 gram/cm³.

c. CBR Lab.

Pengujian CBR dilakukan untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum. Adapun hasil pengujian dari CBR yang diperoleh seperti pada tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian CBR Rendam

No.	Variasi	Nilai CBR (%)
1	Tanah lempung	2,92
2	Tanah lempung + Limbah Marmer 5 %	9,62
3	Tanah lempung + Limbah Marmer 10 %	22,12
4	Tanah lempung + Limbah Marmer 15 %	23,59
5	Tanah lempung + Limbah Marmer 20 %	7,67

Pada tabel 5 untuk sampel tanah lempung tanpa limbah marmer, diperoleh nilai CBRnya sebesar (2,92 %), sedangkan nilai CBR yang menggunakan limbah marmer 5% (9,62 %), limbah marmer 10% (22,12 %), limbah marmer 15% (23,59%) dan limbah marmer 20% (7,67%). Percobaan ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah. Dan nilai CBR (daya dukung) tanah lempung yang distabilisasi dengan limbah marmer, semuanya memenuhi spesifikasi sebagai material Subgrade, sekalipun penambahan limbah marmer 20 % memiliki nilai CBR (daya dukung) yang paling rendah yaitu 7,67% namun masih memenuhi syarat material sub grade yaitu nilai CBR nya minimal = 6%.

Tabel 6. Peningkatan nilai CBR Rendam

Variasi	Nilai CBR (%)	Peningkatan Nilai CBR variasi Zeolit terhadap nilai CBR Tanah lempung lunak (%)
Tanah lempung	2,92	-
Tanah lempung + Limbah Marmer 5 %	9,62	69,65
Tanah lempung + Limbah Marmer 10 %	22,12	86,80
Tanah lempung + Limbah Marmer 15 %	23,59	87,62
Tanah lempung + Limbah Marmer 20 %	7,67	61,93

Tabel 6. di atas memperlihatkan hasil dari pada peningkatan nilai CBR Rendam tanah lempung dengan variasi limbah marmer terhadap nilai CBR tanah lempung tanpa limbah marmer. Nilai/angka maksimum tersebut berada pada variasi limbah marmer 15%, dengan nilai peningkatannya sebesar 87,62 %.

d. Kuat Tekan Bebas

Pada pengujian kuat tekan bebas, secara langsung pada tanah lempung didapatkan hasil sebesar 0.101 kg/cm².

Tabel 7. Hasil Pengujian Kuat Tekan (qu)

Uraian	Lama Pemeraman (hari)		
	3	7	14
Tanah lempung			
Tanah lempung + Limbah Marmer 5 %	0,157	0,173	0,194
Tanah lempung + Limbah Marmer 10 %	0,192	0,203	0,221
Tanah lempung + Limbah Marmer 15 %	0,201	0,212	0,230
Tanah lempung + Limbah Marmer 20 %	0,100	0,155	0,194

Dari data yang telah diperoleh dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum terdapat pada variasi Limbah marmer sebesar 15% , yaitu 0,230 kg/cm² pada pemeraman 14 hari.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1) Hasil klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System) jenis tanah Lempung termasuk Jenis tanah CL (*Clay Low*) atau lempung yang memiliki nilai plastisitas yang rendah. Nilai karakteristik tanah lempung terdiri atas kadar air sebesar 31,42 %, berat isi sebesar 1,86 gr/cm³, berat jenis sebesar 2,70 dan persen lolos saringan no. 200 sebesar 66,21 %; 2) Setelah dilakukan stabilisasi dengan Limbah Marmer maka didapatkan nilai CBR Rendam yang memenuhi spesifikasi minimal 6% untuk dijadikan material tanah timbunan (Sub Grade) sesuai dengan SNI 03-1744-1989/ASTM D 1883 adalah pada semua variasi limbah marmer, dimana nilai CBRnya (daya dukung tanahnya) yang terbesar sebesar 23,59%, mengalami peningkatan sebesar 87,62% dari nilai CBR tanah lempung tanpa penambahan limbah marmer.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada yang telah membantu dalam penelitian ini, terkhusus kepada pihak dikti yang telah memberikan pendanaan melalui DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

6. DAFTAR PUSTAKA

[1] Suryolelono K.B., 1999. *Potensi Variasi Campuran Abu Sekam Padi dan Kapur untuk Meningkatkan Karakteristik Tanah Lempung*, Forum Teknik sipil No. VIII/1, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, UGM. Yogyakarta.

[2] Nursamiah. 2016. *Pengaruh Tanah Lunak Yang Distabilisasi Dengan Semen Masterflow 810 Terhadap Daya Dukung Tanah*. Volume 2, ISBN. 978-602-60766-0-1, 46 – 57

[3] Nursamiah. 2018. *Study Daya Dukung Tanah lempung lunak yang distabilisasi dengan pasir laut*. ISBN. 978-602-60766-4-9, 137 – 141

[4] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pekerjaan Tanah Dasar*. Jakarta

[5] Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Pedoman penyelidikan dan pengujian tanah dasar untuk pekerjaan jalan*. Jakarta

[6] Suyono Sosrodarsono, Kazuto Nakazawa. *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1980.

[7] Naji,N. Khoury, and Robert Brooks. 2010. Performance of a Stabilized Aggregate Base Subject to Different Durability Procedures. *J.Mater.Civ.Eng.*,22(5), 506-514

[8] Hardiyatmo. 2010. *Stabilisasi Tanah*. Tanah Lempung...,4 – 18. Diakses 28 Februari 2016.