

PERBAIKAN TANAH PROBLEMATIK LEMPUNG LUNAK DENGAN METODE STABILISASI KIMIAWI DITINJAU DARI NILAI KADAR AIR DAN INDEKS PLASTISITAS

S Syahril¹⁾, Agus Suyono¹⁾, Muchtar¹⁾, Hendry¹⁾, Rio Prajudi^{2,*)}, Raihan Riandi²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung

²⁾Program Pascasarjana Jurusan Magister Terapan Rekayasa Infrastruktur
Politeknik Negeri Bandung

^{1,2)}Jl. Gegerkalong Hilir, Ciwaruga, Kec. Parongpong, Kabupaten Bandung Barat,
Jawa Barat, 40559

^{*)}Email : rioprajudi@gmail.com

Abstract

Soft clay soils generally have unfavorable characteristics or properties, when used as a basis for a construction. The characteristics of soft clay soil are having high soil compressibility, low carrying capacity, low permeability value, being cohesive and having a high level of soil activity. One form of effort to improve the characteristics of the soil's bad properties is to carry out stabilization. Stabilization is an activity of mixing soil with certain materials, and is expected to react with the soil, so that the soil characteristics become better. The methodology applied in this study is chemical stabilization, with mineral materials in the form of marble ash waste with 4 different types of variants. Based on the test results, there was a decrease in the value of the water content and soil plasticity index (PI) of 44.94% in variant 3 (20% marble ash waste) compared to the original soil. It is estimated that there is a reaction from the marble ash on soft clay soil, namely in the form of absorption of excess water contained in the soil and voids contained in the soil filled with marble waste, so that the adhesion between particles becomes better.

Kata kunci : *indeks_plastisitas, kadar_air, lempung_lunak, limbah_abu_marmer, stabilisasi*

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur yang baik dan merata merupakan salah satu pondasi untuk kemajuan Negara Republik Indonesia. Hampir seluruh kegiatan infrastruktur berhubungan dengan elemen geoteknik. Geoteknik memiliki permasalahan yang cukup besar dalam pembangunan, dikarenakan suatu konstruksi tidak dapat memiliki jenis dan kondisi tanah yang harus ditempati, contohnya

apabila konstruksi tersebut dibangun diatas tanah berjenis lunak.

Tanah lunak secara umum memiliki sifat yang kurang baik untuk infrastruktur diatasnya. Sifat dari tanah lunak antara lain permeabilitas rendah, kompresibilitas tinggi, nilai sudut geser dalam dan daya dukung yang rendah (Setyono, 2018). Akibat dari sifat buruk tersebut dapat menyebabkan terjadinya fenomena penurunan, pergerakan dan pergeseran tanah yang nantinya dapat berpengaruh buruk bagi

infrastruktur diatasnya (Surbakti, 2021). Dengan adanya hal tersebut, maka perlu dilakukannya upaya perbaikan ada perkuatan tanah, sehingga sifat – sifat buruk tanah tersebut dapat berubah menjadi lebih baik. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari limbah abu marmer terhadap karakteristik tanah lempung lunak, yang dimana digunakan sebagai bahan alternatif stabilisasi tanah.

Tanah lempung merupakan jenis tanah yang memiliki ukuran butiran kecil, memiliki sifat plastis dan bersifat kohesif. Pada tanah lunak seringkali menimbulkan berbagai masalah, antara lain stabilitas dan penurunan akibat rendahnya daya dukung tanah tersebut (Arifin, 2019). Tanah lempung lunak memiliki sifat sangat keras apabila dalam kondisi kering, tidak mudah terkelupas dan memiliki nilai permeabilitas yang sangat rendah (Syahril, 2020). Pada Gambar 1 merupakan tanah lunak yang digunakan dalam penelitian.

Seiring perkembangan metode stabilisasi tanah, banyak ditemukan material stabilisasi yang diperkirakan dapat memperbaiki sifat buruk tanah (Marquesl, 2021). Stabilisasi tanah secara kimiawi merupakan upaya perbaikan karakteristik atau sifat tanah dengan cara menyampurakan material tertentu kedalam tanah sehingga merubah sifat tanah tersebut, seperti nilai indeks plastistias (PI), kadar air (w), daya dukung (qu), kohesi (c), kadar air, dan sebagainya (Syahril, 2020). Pada umumnya bahan stabilisasi yang digunakan di lapangan

yaitu semen atau kapur, hal ini dikarenakan material tersebut mengandung silika, sehingga lempung dapat bereaksi dan terjadi pengikatan kadar air berlebih pada tanah lunak (Razali, 2016).

Pemilihan material stabilisasi tersebut (semen, kapur, kombinasi semen dan abu terbang (*fly ash*), serta bahan stabilisasi yang lain, karena kesesuaiannya dengan jenis tanah, mudah diperoleh, harga yang relatif murah dan tidak berdampak buruk bagi lingkungan (Hendra, 2020). Limbah abu marmer yang digunakan, dihasilkan dari debu marmer hasil dari proses pemotongan dengan harga jual relatif lebih murah dibandingkan dengan kapur dan semen (Wardana, 2009). Pada Gambar 2, merupakan serbuk limbah abu marmer yang digunakan dalam penelitian.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini akan menggunakan 4 macam variasi campuran limbah abu marmer (LAM) dengan prosentase yang berbeda, yaitu varian 0, merupakan tanah asli atau 0% LAM, varian 1 dengan 10% LAM, varian 2 dengan 15% LAM, dan varian 3 dengan 20% LAM. Serbuk marmer yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari daerah Cipatat, Kab. Bandung Barat, Jawa Barat yang merupakan sentra pengrajin marmer dan keramik. Pengujian tanah yang dilakukan berupa analisa saringan butiran, hidrometer, uji kadar air, berat isi, berat jenis, dan *atterberg limit*. Klasifikasi tanah yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan

metode *Unified Soil Classification System* (USCS). Pada Gambar 3,

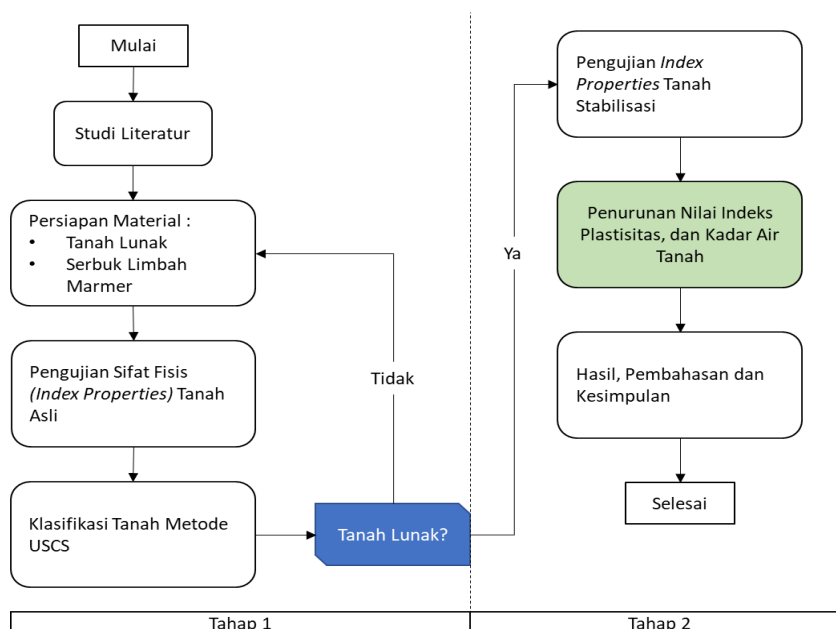


Gambar 1. Tanah lempung lunak dalam kondisi kering
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)

merupakan diagram alir penelitian yang dilakukan.



Gambar 2. Serbuk limbah abu marmer
(Sumber: Dokumentasi Penelitian)



Gambar 3. Diagram alir penelitian

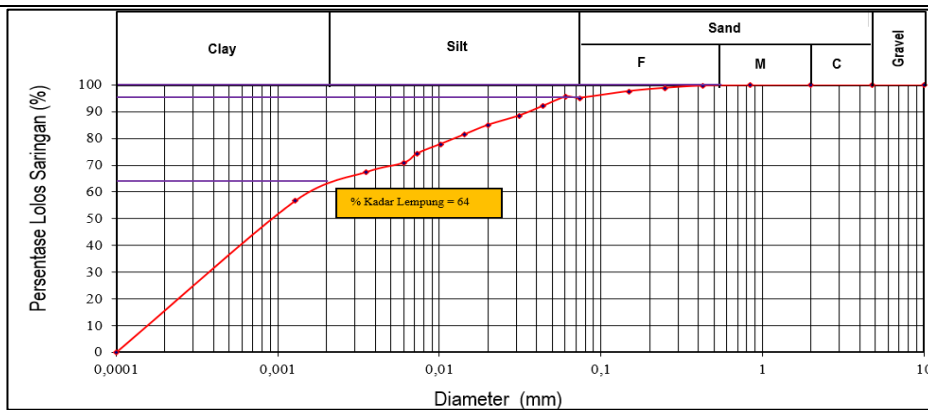
HASIL DAN PEMBAHASAN Analisa Ukuran Butiran dan Hidrometer Tanah Asli

Pada Tabel 1, merupakan hasil dari analisa saringan. Pada Tanah Asli, butiran yang lolos saringan No. 200 mencapai 95,14%. Pada Gambar 4 merupakan grafik dari pengujian

analisa saringan. Dari hasil pengujian analisa saringan butiran, dapat dikatakan bahwa tanah asli merupakan tanah dengan kandungan lempung paling banyak, yaitu mencapai 64%, sedangkan untuk lanau sebesar 31%, pasir 5%, dan kerikil sebesar 0%.

Tabel 1. Analisa saringan tanah asli

Saringan No.	Diameter [mm]	Tertahan [gram]	% Tertahan	% Lolos
4	4,750	0,00	0,00	100,00
10	2,000	0,00	0,00	100,00
20	0,840	0,05	0,10	99,90
40	0,425	0,12	0,24	99,66
60	0,250	0,41	0,82	98,84
100	0,150	0,60	1,20	97,64
200	0,074	1,25	2,50	95,14
Total		2,43	4,86	



Gambar 4. Grafik analisa saringan butiran tanah asli

Kadar Air, Berat Jenis, dan Berat Isi Tanah Asli

Hasil dari pengujian berat isi, berat jenis dan kadar air tanah asli, dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil pengujian, berat jenis tanah asli

tergolong sebagai tanah lempung (Hardiyatmo, 2002), sedangkan kadar air yang diperoleh menunjukkan bahwa tanah asli mengandung air cukup tinggi, yaitu mencapai 50,16 %.

Tabel 2. Hasil pengujian kadar air, berat isi, dan berat jenis tanah asli

No.	Keterangan	Satuan	Nilai
1.	Kadar Air (w)	%	50,16
2.	Berat Isi Basah (gn)	gr/cm ³	1,694
3.	Berat Isi Kering (gd)	gr/cm ³	1,304
4.	Berat Jenis (Gs)	-	2,590
5.	Angka Pori (e)	-	0,980
6.	Porositas (n)	-	0,495
7.	Derajat Kejenuhan	%	77,93
8.	Berat Isi Jenuh (gsat)	gr/cm ³	1,803

Atterberg Limit Tanah Asli

Hasil pengujian *Atterberg Limit* tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3, pada

pengujian ini menentukan batas – batas konsistensi tanah, dengan melihat nilai batas cair (LL), batas plastis (PL), nilai

Indeks Plastisitas (PI), dan tingkat keaktifan tanah (AC). Dari hasil pengujian *atterberg limit*, diperoleh nilai indeks plastisitas tanah yang tinggi, yaitu mencapai 47%, dengan

tingkat keaktifan tanah sebesar 0,87% dengan potensi pengembangan dalam kategori normal - semi aktif (Ubaidillah dan Zaika, 2017).

Tabel 3. Hasil pengujian *atterberg limit* tanah asli

Keterangan	Hasil (%)
Batas Cair (LL)	85
Batas Plastis (PL)	38
Indeks Plastisitas	47
Tingkat Keaktifan Tanah (AC)	0,87

Klasifikasi Tanah Asli Menggunakan Metode USCS

Setelah diperoleh kadar lempung dari pengujian analisa saringan butiran, dan nilai batas cair, batas plastis, indeks plastisitas dari pengujian *atterberg limit*, maka dilakukan klasifikasi tanah, untuk menentukan jenis tanah tersebut. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode USCS, dengan parameter seperti pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisa ukuran butiran, tanah asli tergolong sebagai tanah berbutir halus (*fine-grained*

soils) dikarenakan butiran yang lolos saringan no.200 mencapai lebih dari 50% yaitu sebesar 95,14% (Nina Fahrriana, Yuliana Ismina, Ellida Novita Lydia, 2019), dengan demikian hasil klasifikasi tanah menurut USCS, dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil dari klasifikasi tanah menggunakan metode USCS, menyebutkan bahwa tanah asli tergolong sebagai tanah berbutir halus, dengan nilai plastisitas tinggi, menggunakan simbol USCS CH atau sering disebut dengan *fat clay*.

Tabel 4. Parameter klasifikasi tanah metode USCS

No.	Parameter Tanah	Keterangan
1.	Lolos saringan No. 200	95,14 %
2.	Batas Cair (LL)	64 %
3.	Batas Plastis (PL)	38 %
4.	Indeks Plastisitas (PI)	47 %

Tabel 5. Klasifikasi tanah metode USCS

% Passing #200	LL>50%	PI>0,73(LL-20) %	USCS Symbol	USCS Name
>50%	Yes	Yes	CH	Fat Clay
	Yes	No	MH	Elastic Silt
	No	Yes	CL	Lean Clay
	No	No	ML	Lean Silt

(García-Gaines dan Frankenstein, 2015)

Kadar Air dan Atterberg Limit Tanah Stabilisasi

Hasil dari pengujian kadar air dan *atterberg limit* tanah stabilisasi dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Berdasarkan hasil pengujian, terjadi penurunan nilai indeks plastistas, bersamaan dengan bertambahnya prosentase dari limbah abu marmer, dan mencapai optimum pada varian 3 (20% LAM) dengan penurunan dari nilai indeks plastisitas tanah asli

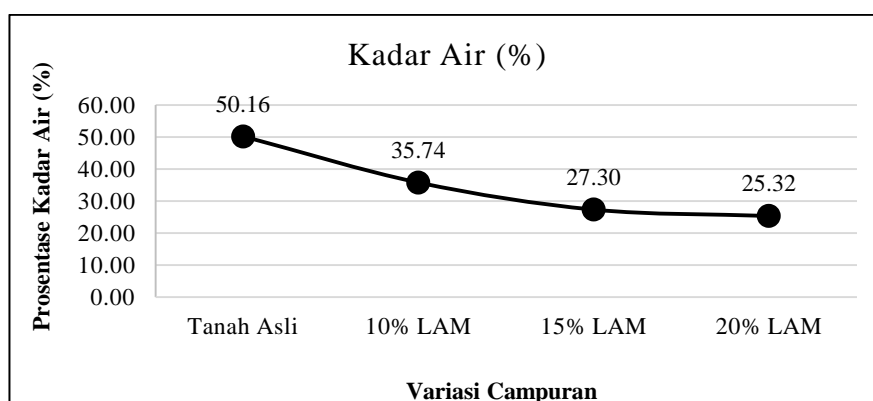
mencapai 44,94%. Hal ini diperkirakan adanya pengaruh dari material limbah abu marmer dalam penyerapan air yang berlebih pada tanah asli. Hal ini juga ditunjukkan dari terjadinya penurunan kandungan air (*water content*) akibat adanya penambahan material limbah abu marmer. Grafik penurunan nilai indeks plastisitas dan nilai kadar air tanah, dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 6. Hasil pengujian kandungan kadar air tanah asli dan stabilisasi

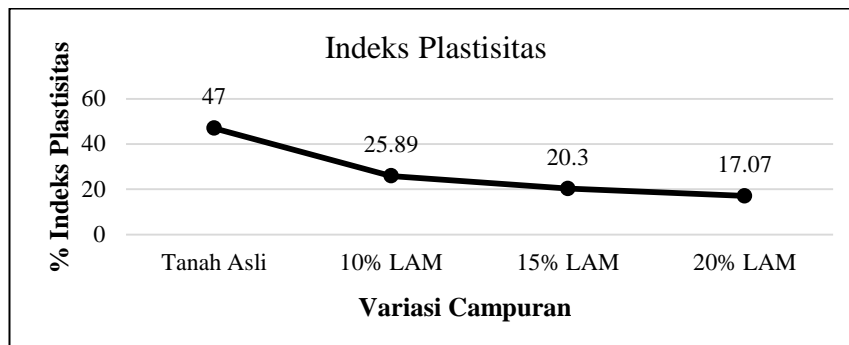
Kadar Air (%)	
Tanah Asli	50,16
Tanah Asli + 10% LAM	35,74
Tanah Asli + 15% LAM	27,30
Tanah Asli + 20% LAM	25,32

Tabel 7. Hasil pengujian *atterbeg limit* tanah stabilisasi

Keterangan	10% LAM	15% LAM	20% LAM
Batas Cair (LL)	59,52	50,55	45,87
Batas Plastis (PL)	33,63	30,25	28,80
Indeks Plastisitas	25,89	20,30	17,07
Tingkat Keaktifan (AC)	0,56	0,44	0,37



Gambar 5. Grafik penurunan kandungan kadar air tanah asli dan stabilisasi



Gambar 6. Grafik penurunan indeks plastisitas tanah asli dan stabilisasi

*) Keterangan:

LAM = Limbah Abu Marmer

SIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, tanah asli merupakan tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) dengan prosentase lolos saringan no. 200 mencapai 95,14%. Klasifikasi tanah dengan metode USCS, menunjukkan bahwa tanah asli merupakan tanah *Clay High* (CH) atau sering disebut *fat clay* dengan plastisitas tinggi. Berdasarkan pengujian kadar air, terjadi penurunan kandungan air bersamaan dengan bertambahnya prosentase limbah abu marmer yang dicampurkan kedalam tanah asli. Hal ini dapat disebabkan karena abu marmer menyerap air berlebih didalam tanah. Pada pengujian *atterberg limit*, diperoleh penurunan nilai indeks plastisitas tanah (PI) yang cukup signifikan, dengan nilai paling optimum pada varian 3 (20% LAM) yaitu 17,07%, dimana penurunan PI yang terjadi mencapai 44,94% dibandingkan tanah asli. Dilihat dari tingkat keaktifan tanah, tanah stabilisasi cenderung membuat tanah menjadi lebih baik, dengan potensi pengembangan yang semakin

mengcil, seiring bertambahnya kadar limbah abu marmer yang diberikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung karena telah memberikan fasilitas dan dukungannya dalam penyediaan laboratorium Geoteknik. Selain itu, penulis juga memberikan apresiasi dan ucapan terimakasih kepada para anggota penelitian, karena dukungan, bimbingan dan arahnya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Yulian Firmana, dan Gazali Rahman, 2019, Stabilization of Soft Soil with Cement and Palm Kernel Shell Ash Admixture. *MATEC Web of Conferences* 280: 04011.
- García-Gaines, Rubén A., dan Susan Frankenstein, 2015, USCS and the USDA Soil Classification System, Development of a Mapping Scheme. *UPRM and ERDC Educational and Research Internship Program*

- (March): 37.
- Hardiyatmo, Hary Christady, 2002, *Mekanika Tanah 1*. 3 ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hendra, Suryadharma, dan John Tri Hatmoko, 2020, Perbaikan Tanah Lempung Berkapur Dengan Abu Sekam Padi, Studi kasus di desa Putat kecamatan Patuk Kab. Gunungkidul. 17(April): 1–13.
- Marques, A, dan S Syahril, 2021, The Effect of Adding Lime and Phosphoric Acid for Soft Soil Improvement on Unconfined Compressive Strength Value. *Proceedings of the 2nd International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2021)* 207 (Issat): 225–30.
- Nina Fahrriana, Yuliana Ismina, Ellida Novita Lydia, Hendra Ariesta, 2019, Analisis Klasifikasi Tanah Dengan Metode USCS (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah Jurutera* 6 (2) : 005–013.
- Razali, Makmun R, dan Olandri Wijaya, 2016, Nilai Cbr Pada Stabilisasi Tanah Dengan Semen Jalan Budi Utomo Unib Depan. *Jurnal Inersia Oktober* 8 (2): 67.
- Setyono, Ernawan, Sunarto, dan Anggita Moro Gumilang, 2018, Pengaruh Penggunaan Bahan Serbuk Marmer Pada Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif. *Media Teknik Sipil* 16 (2) : 99 – 107.
- Surbakti, Rudianto, 2021, Prediksi Penurunan Konsolidasi Tanah Lunak Dengan Metode Analitis Dan Metode Element Hingga. *Journal of Civil Engineering Building and Transportation* 5 (2): 83–91.
- Syahril, S., A.K. Somantri, dan A.A. Haziri, 2020, Study of stabilized soil clay soil characteristics using vulcanic ash and tailing as subgrade layers. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 830 (2).
- Syahril, S, A. Suyono, dan I.R. Prajudi, 2020, Reinforcement of Soft Soil on Slope Using Volcanic Ash and Phosphoric Acid Stabilization for Subgrade of Rigid Pavement. In *Proceedings of the International Seminar of Science and Applied Technology (ISSAT 2020)*, Paris, France: Atlantis Press.
- Ubaidillah, LR, dan Y Zaika, 2017, Pengaruh Ratio Slurry Air-kapur Pada Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Untuk Metode Dsm. <http://sipil.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jmts/article/view/482>.
- Wardana, I Gusti Ngurah, 2009, Kelakuan Tanah Dengan Sifat Kembang-Susut Yang Tinggi Pada Stabilisasi Tanah Dengan Bahan Serbuk Marmer Dan Bahan Stabilia. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil* 13 (2): 161–73.