

Pengaruh Zeolit Dan Abu Cangkang Telur Sebagai Bahan Stabilisasi Terhadap Nilai CBR Tanah

Henrianto Masiku¹, Yusri Anugerah Manapa Ambabunga², Ermitha Ambun Rombe Dendo³, Rudolf Masiku⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja

Corresponding Autor: ruddyambun@gmail.com

Abstrak: Tanah merupakan tempat berdirinya konstruksi, oleh sebab itu tanah harus memiliki daya dukung yang kuat. Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus yang memiliki daya dukung tanah menjadi rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah agar konstruksi yang akan didirikan di atasnya dapat memberikan umur layanan yang lebih lama. Perbaikan tanah untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat dilakukan dengan stabilisasi. Stabilisasi tanah menggunakan bahan campuran diharapkan dapat meminimalisir sifat-sifat tanah yang kurang baik. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi dampak penggunaan limbah rumah tangga dalam hal ini abu cangkang telur dan material alam yaitu zeolite sebagai bahan stabilisator terhadap daya dukung tanah dalam hal ini nilai CBR tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Geoteknik Teknik Sipil UKI Toraja. Bahan stabilisator berupa cangkang telur dan zeolit alam. Cangkang telur dan zeolite alam dibakar hingga kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan saringan No. 200 (0.075 mm) untuk mendapatkan abu. Variasi abu cangkang telur dan zeolite alam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variasi 0%, 4%, 6% dan 8% dari berat tanah kering serta abu cangkang telur 4% dari berat tanah kering. Hasil pengujian yang diperoleh dapat diketahui bahwa penggunaan bersama zeolit dan abu cangkang telur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR Tanah pada variasi 4% Zeolit dan 4% ACT, 6% Zeolit dan 4% ACT serta 8% Zeolit dan 4% ACT masing – masing berturut-turut sebesar 8.0 %, 25.3 % dan 36.4 terhadap tanah tanpa bahan stabilisasi.

Kata Kunci: *abu cangkang telur, CBR, stabilisasi, tanah lempung, zeolite alam.*

Abstract: Soil is the place where construction is built, that's why the soil must have a high bearing capacity. Clay is a fine-grained soil that has low bearing capacity. It's necessary to improve it so that the construction can be built and provide a longer service life. Soil improvement to increase the bearing capacity of the soil can be done by stabilization. Soil stabilization using mixed materials is expected to minimize unfavorable soil properties. This research aims to evaluate the impact of using eggshell ash and zeolite as a stabilizer on the bearing capacity of the soil, in this case the CBR value of the soil. The method used is an experimental study in the laboratory. Sample testing was carried out at the UKI Toraja Civil Engineering Geotechnical Laboratory. Stabilizing materials include egg shells and natural zeolites. Egg shells and natural zeolite are burned until then ground and filtered using sieve No. 200 (0.075 mm) until ash is obtained. The variations of eggshell ash and natural zeolite used in this research were 0%, 4%, 6% and 8% of the dry weight of the soil and variations of eggshell ash of 4% of the dry weight of the soil. From the test results obtained, it can be seen that the combined use of zeolite and eggshell ash as a clay soil stabilization material can increase the CBR value of the soil in variations of Zeolite 4% and ACT 4%, Zeolite 6% and ACT 4% as well as Zeolite 8% and ACT 4%. – respectively 8.0 %, 25.3 % and 36.4 for soil without stabilization material.

Keywords: egg shell ash, CBR, stabilization, clay, zeolite

A. PENDAHULUAN

Tanah merupakan tempat berdirinya konstruksi, oleh sebab itu tanah harus memiliki daya dukung yang kuat. Namun tidak semua tanah dapat digunakan sebagai bahan konstruksi. Hal ini disebabkan oleh adanya tanah dalam kondisi yang lunak, misalnya pada tanah lempung. Tanah lempung merupakan tanah berbutir halus yang memiliki nilai indeks plastisitas besar, kembang susut tinggi, kadar air tinggi dan kompresibilitas besar (Hardiyatmo, 1993, 2013; Puri et al., 2013). Kondisi tersebut mengakibatkan daya dukung tanah menjadi rendah, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dengan tujuan agar tanah memenuhi syarat untuk menjadi dasar dari sebuah konstruksi (Hardiyatmo, 2013).

Perbaikan tanah dengan tujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara, salah satunya dengan stabilisasi. Stabilitas tanah merupakan metode perbaikan dalam memaksimalkan kualitas tanah dasar dengan meningkatkan mutu tanah serta daya dukung tanah terhadap beban-beban yang bekerja di atasnya (Hardiyatmo, 2016; Putranto, 2020). Stabilisasi tanah dapat menambah kerapatan tanah maupun mengganti tanah yang buruk. Beberapa macam cara meningkatkan stabilitasi tanah dengan menggunakan bahan campuran dan melakukan pemadatan dengan cara mekanis. Bahan campuran tersebut diharapkan dapat meminimalisir sifat-sifat tanah yang kurang baik.

Salah satunya bahan alam yang dapat digunakan sebagai stabilisator yaitu zeolite. Zeolit memiliki kemampuan yang dapat mengikat butir-butir agregat serta memiliki massa tanah yang kokoh, sehingga daya dukung dan kuat tekan tanah dapat menjadi lebih baik (Agustyan & Arif, 2020; Dhani et al., 2021; Muhiddin & Tangkeallo, 2020; Putranto, 2020). Zeolit alam banyak terdapat di Kabupaten Toraja Utara, tepatnya di Lembang Sangkaropi. Sumber daya zeolite alam yang ada di Lembang Sangkaropi diperkirakan mencapai 168.480.000 ton di atas lahan seluas 360.000 m² (Kartawa & Kusumah, 2006). Zeolit alam mengandung kristal alumina silikat, SiO₂, sekitar 64,57% hingga 81,83% (Tardy, 1997).

Bahan lain yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi yaitu abu cangkang telur. Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang banyak ditemui dan belum banyak dimanfaatkan untuk hal-hal lainnya. Kandungan kimia bubuk cangkang telur serupa dengan kapur. Bubuk cangkang telur memiliki kandungan magnesium carbonate (kapur), kalsium dan protein (Alzaidy, 2019). Serbuk cangkang telur merupakan material ideal untuk menggantikan kapur pada stabilisasi tanah, karena memiliki kandungan kimia sama seperti Kalsium Oksida (CaO) (Alzaidy, 2019). Limbah cangkang telur juga dapat menjadi sebagai pengisi atau pengisi rongga pada bitiran



tanah (Hasan & Triarso, 2024; Munirwan et al., 2019). Penggunaan abu cangkang telur pada stabilisasi tanah dapat menggantikan peran dari kapur yang selama ini lebih lazim digunakan dikarenakan kemiripan komposisi dari keduanya (Narasihma Rao, 2011).

Saat ini issue lingkungan hidup menjadi perhatian serius karena akan berdampak signifikan terhadap keberlangsungan kehidupan di bumi. Upaya memanfaatkan limbah sebagai material konstruksi merupakan solusi yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak penggunaan limbah rumah tangga dan material alam sebagai bahan stabilisator terhadap sifat fisik dan mekanis tanah. Tujuannya adalah meningkatkan daya dukung tanah dalam hal ini daya dukung tanah lempung. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi lingkungan dan dunia konstruksi dalam memanfaatkan material alam dan limbah rumah tangga.

B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental di laboratorium. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Geoteknik Teknik Sipil UKI Toraja. Bahan yang digunakan yaitu tanah, abu cangkang telur, dan zeolite alam. Cangkang telur yang digunakan merupakan limbah rumah tangga yang banyak ditemui di rumah. Zeolit alam yang digunakan berasal dari pegunungan kapur di Lembang Sa'dan Sangkaropi, Kabupaten Toraja Utara.

Cangkang telur dibakar hingga menjadi arang kemudian dihaluskan dan disaring menggunakan saringan No. 200 (0.075 mm) untuk mendapatkan abu. Demikian pula dengan zeolit alam yang dihaluskan dan disaring dengan saringan no. 200. Zeolit yang telah lolos saringan no. 200 yang kemudian diambil dan digunakan dalam penelitian ini dengan variasi 0%, 4%, 6% dan 8% dari berat tanah kering serta abu cangkang telur 4% dari berat tanah kering. Tanah lempung yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Lampan Kelurahan Tallunglipu, Kecamatan Tallunglipu Kabupaten Toraja Utara. Pengujian CBR yang dilakukan pada sampel yang telah mengalami masa curing selama 1 hari, 7 hari dan 14 hari.



Gambar 1. Proses Menghancurkan Zeolit Alam Menjadi Lebih Halus



Gambar 2. Abu Cangkang Telur

C. HASIL PENELITIAN

Karakteristik teknis yang dimiliki tanah asli dan tanah dengan campuran zeolite alam dan abu cangkang telur dengan variasi campuran zeolite 0%, 4%, 6% dan 8% dan abu cangkang telur 4% dengan waktu pemeraman 1 hari, 7 hari dan 14 hari, dapat diidentifikasi dengan melakukan percobaan penelitian di laboratorium dengan mengikuti prosedur percobaan yang ada dalam SNI. Adapun parameter dalam menentukan sifat – sifat fisik dan mekanik tanah adalah : berat jenis tanah, kadar air dan berat isi, batas – batas atterberg, analisa saringan, kompaksi dan CBR.

Berdasarkan pemeriksaan di laboratorium terhadap karakteristik tanah asli yang diambil pada lokasi tersebut diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Tanah Tanpa Bahan Stabilisasi

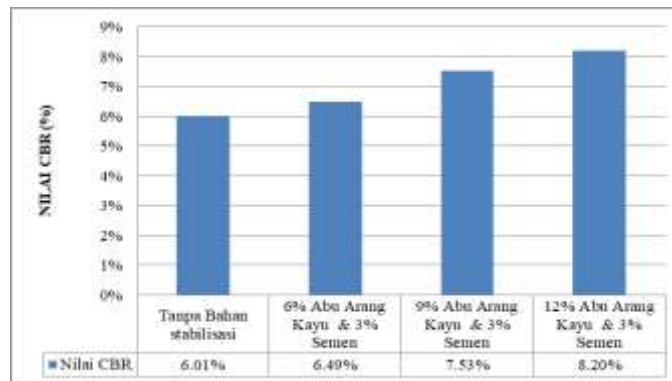
No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis (GS)	-	2.69
2	Batas Cair (LL)	%	38.43
3	Batas Plastis (PL)	%	25.19
4	Indeks Plastisitas (IP)	%	13.25
5	Kadar Air Optimum	%	23
6	Berat Isi Tanah Kering	gr/cm ³	1.4
7	Nilai CBR	%	6.07

Tabel 2. Hasil Uji Mekanis Tanah Menggunakan Bahan Stabilisasi Zeolit dan Abu Cangkang Telur

Parameter Tanah	Persentase Penambahan Zeolit dan Abu Cangkang Telur			
	0%	4% Zeolit & 4% ACT	6% Zeolit & 4% ACT	8% Zeolit & 4% ACT
Kompaksi Laboratorium				
Kadar Air Optimum	23 %	28.26 %	30.63 %	33.17%
Densitas Kering	1.4 gr/cm ³	1.43 gr/cm ³	1.46 gr/cm ³	1.5 gr/cm ³
CBR	6.01 %	6.49 %	7.53%	8.2%

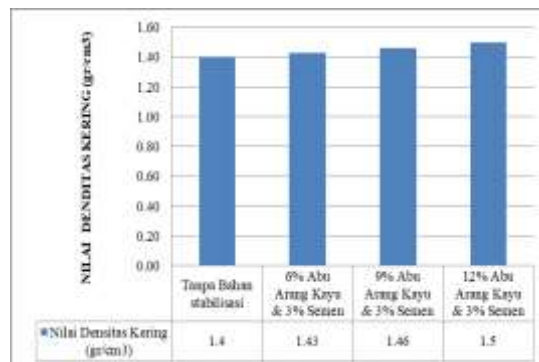


Gambar 3. Hubungan Nilai CBR Tanah Terhadap Variasi Bahan Stabilisasi



Gambar 3. Hubungan Nilai CBR Tanah Terhadap Variasi Bahan Stabilisasi

Tabel 2 dan Gambar 1 menunjukkan bahwa penggunaan zeolit dan abu cangkang telur dapat meningkatkan nilai CBR Tanah. Setiap kenaikan variasi abu arang dalam tanah menaikkan nilai CBR tanah. Hal ini disebabkan bereaksinya bahan stabilisasi yang digunakan dengan tanah dan air. Seperti diketahui zeolit mengandung silica yang cukup tinggi. Sedangkan abu cangkang telur memiliki Kandungan kalsium yang sangat tinggi dalam kulit telur dapat dimanfaatkan sebagai pengganti kapur. (Gultom, 2016), dimana kapur sangat efektif sebagai bahan stabilisasi tanah. Ketika zeolite dan abu cangkang telur dicampurkan dengan tanah dan air, semua material bahan tambah akan bereaksi dan merekatkan butir tanah, sehingga tanah menjadi lebih solid. Kondisi demikian berhubungan pula dengan berat isi kering tanah, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 4. Hubungan Nilai Densitas Kering Tanah Terhadap Variasi Bahan Stabilisasi

Tabel 2 dan Gambar 2 terlihat bahwa peningkatan nilai CBR berhubungan dengan berat isi kering tanah. Semakin tinggi nilai berat isi kering tanah, maka semakin tinggi kepadatan tanah. Hal ini dimungkinkan oleh adanya air yang berfungsi sebagai pelumas dan membawa butir zeolite dan abu cangkang telur mengisi rongga diantara butiran tanah sehingga tanah menjadi lebih padat. Selain itu fungsi puzzolan pada silica yang ada pada zeolit yang merekatkan bitiran tanah. Kondisi demikian membuat tanah menjadi lebih solid dan cenderung kaku sehingga kekuatan atau daya dukung yang dimiliki oleh tanah semakin besar.

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dapat diketahui bahwa penggunaan bersama zeolit dan abu cangkang telur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR Tanah pada variasi 4% Zeolit dan 4% ACT, 6% Zeolit dan 4% ACT serta 8% Zeolit dan 4% ACT masing – masing berturut-turut sebesar 8.0 %, 25.3 % dan 36.4 terhadap tanah tanpa bahan stabilisasi.

D. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh dapat diketahui bahwa penggunaan bersama zeolit dan abu cangkang telur sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dapat meningkatkan nilai CBR Tanah pada variasi 4% Zeolit dan 4% ACT, 6% Zeolit dan 4% ACT serta 8% Zeolit dan 4% ACT masing – masing berturut-turut sebesar 8.0 %, 25.3 % dan 36.4 terhadap tanah tanpa bahan stabilisasi.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Agustyan, P. E., & Arif, S. (2020). U KaRST. *Effect Of Additive Zeolite Materials On The Strength Of Red Brick Post Burning.*, 4(1), 1–15. bobbydamara@unisla.ac.id .
- Alzaidy, M. N. J. (2019). Experimental study for stabilizing clayey soil with eggshell powder and plastic wastes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 518(2). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/518/2/022008>
- Dhani, N., Gasruddin, A., Hartini, & Baride, L. (2021). Unconfined compressive strength characteristics of overboulder asbuton and zeolite stabilized soft soil. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 7(1), 40–48. <https://doi.org/10.28991/cej-2021-03091635>
- Hardiyatmo, H. C. (1993). *Mekanika Tanah 1* (Tujuh). Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2013). *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*.
- Hardiyatmo, H. C. (2016). Alternatif Solusi Pembangunan Perkerasan Jalan Pada Subgrade Berdaya Dukung Rendah. *Infoteknik*, 2(7), 1–12.
- Hasan, M. A., & Triarso, A. (2024). Stabilisasi Tanah Ekspansif Menggunakan Serbuk Cangkang Telur Dengan Tambahan Kapur Sebagai Zat Aditif. *ViTeks*, 2(1).
- Kartawa, W., & Kusumah, D. K. (2006). Potensi Zeolit Di Daerah Sangkaropi-Mendila, Tana Toraja, Sulawesi Selatan. *Jsdg*, 16(6), 371–386.
- Muhiddin, A. B., & Tangkeallo, M. M. (2020). Correlation of unconfined compressive strength and california bearing ratio in laterite soil stabilization using varied zeolite content activated by waterglass. *Materials Science Forum*, 998 MSF, 323–328. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.998.323>
- Munirwan, R. P., Munirwansyah, M., & Marwan, M. (2019). Penambahan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Bahan Stabilisasi Pada Tanah Lempung. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 30–35. <https://doi.org/10.24815/jts.v8i1.13496>
- Puri, A., Hardiyatmo, H. C., Suhendro, B., & Rifa'i, A. (2013). Penerapan metode analisis lendutan pelat terpaku pada model skala penuh dan komparasi dengan uji pembebanan. *Proc. of Konferensi Nasional Teknik Sipil Ke-7 (KoNTeks7)*, I(February 2016), G201–G211.
- Putranto, I. T. (2020). Pengaruh Stabilisasi Batu Zeolit Terhadap Nilai Cbr Pada Tanah Berbutir Halus. In *Tugas Akhir*. Universitas Islam Indonesia.
- Tardy, Y. (1997). Petrology of laterites and tropical soils. *Petrology of Laterites and Tropical Soils*.