

PENGARUH VARIASI ABU AMPAS TEBU DAN BUBUK CANGKANG TELUR TERHADAP SIFAT-SIFAT TANAH PADA TANAH BERBUTIR HALUS DENGAN INDEKS LIKUIDITAS 0,5 DAN 0,75

Diyah Naili Fauziyah¹, Niken Silmi Surjandari² dan R. Harya Dananjaya H. I.²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

²Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta,

Email: diyahnailifauziyah@gmail.com

ABSTRAK

Sifat tanah berbutir halus sangat dipengaruhi oleh air di dalam tanah. Pada kadar air tertentu tanah berbutir halus memiliki daya dukung rendah. Salah satu wilayah yang memiliki tanah dengan karakteristik berbutir halus adalah Desa Jenggrik, Kecamatan Kedunggalar, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur. Stabilisasi tanah sangat diperlukan agar kerusakan tidak berkelanjutan dan menyebabkan kerugian. Bahan stabilisasi yang dapat digunakan adalah Abu Ampas Tebu (AAT) dan Bubuk Cangkang Telur (BCT) yang merupakan limbah industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan AAT dan BCT terhadap indeks properties tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental yaitu dengan penambahan variasi bahan tambah sebesar 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering oven. Berdasarkan hasil penelitian, AAT dan BCT dapat merubah sifat-sifat tanah. Bahan tambah dapat meningkatkan jumlah butiran lolos saringan nomor 200, menurunkan nilai batas cair tanah dan indeks plastisitas optimum pada kadar 10%. Penurunan nilai batas cair sebesar 77,25% pada AAT dan 95,83% pada BCT sedangkan nilai indeks plastisitas sebesar 40,25% pada AAT dan 44,8% pada BCT.

Kata kunci : tanah berbutir halus, abu ampas tebu, bubuk cangkang telur, indeks properties, indeks likuiditas.

ABSTRACT

The properties of fine grained soils are strongly influenced by water in high water content the fine-grained soil has a low bearing capacity. One of the areas with fine grained soil is Jenggrik Village, Kedunggalar Subdistrict, Ngawi Regency, East Java Province. Soil stabilization is needed to reduce sustained damage. Stabilizing materials that can be used are Sugarcane Bagasse Ash (SBA) and Egg Shell Powder which is an industrial waste. This study aims to determine the influence of SBA and ESP on properties indexes of the fine grained soil. The method used in this research is experimental with variation on the materials added 5%, 10%, 15%, and 20% of the weight of oven dry soil. Based on the results of the study, SBA and ESP can influence index properties of the soil. Stabilization material increased the grains passed number 200 filter, reducing the optimum liquid limit and plasticity index value at 10% materials added. The value of liquid limit is 77,25% in SBA 95,83% and in BCT, while the value of plasticity index is 40.25% in SBA and 44.8% in ESP.

Keyword : fine grained soil, bagasse ash, egg shell powder, properties indexes.indexs liquidity.

PENDAHULUAN

Tanah berbutir halus pada kondisi tertentu memiliki daya dukung yang rendah dan akan menyebabkan kerusakan yang berkelanjutan sehingga akan merugikan. Sifat tanah berbutir halus sangat dipengaruhi oleh air di dalam tanah. Salah satu wilayah yang memiliki tanah dengan karakteristik berbutir halus adalah Desa Jenggrik, Kecamatan Kedunggalar, Kabupaten Ngawi, Provinsi Jawa Timur. Untuk mengurangi atau menghindari kerugian atau masalah dari tanah berbutir halus maka perlu dilakukan stabilisasi pada tanah tersebut.

Stabilitas tanah diperlukan untuk mengatasi tanah bermasalah dan berdaya dukung rendah. Penelitian mengenai stabilisasi tanah telah banyak dilakukan. Metode yang umum digunakan adalah penambahan

material atau zat tertentu ke dalam tanah, seperti kapur (A. Putra Andrea, 2016), semen (Wan Ari Putra, 2016), dan garam (Sudjianto, 2007). Dalam perkembangannya mineral-mineral tersebut masih dianggap kurang ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah industri dan pangan sebagai bahan stabilisasi tanah masih jarang digunakan. Banyak industri yang membuang begitu saja limbahnya sehingga berdampak buruk pada lingkungan. Abu ampas tebu (AAT) dan bubuk cangkang telur (BCT) merupakan salah satu limbah industri yang pemanfaatannya belum maksimal. Penelitian stabilisasi tanah menggunakan AAT dan BCT yang telah dilakukan beberapa peneliti berkesimpulan bahwa penambahan AAT dan BCT pada tanah dapat meningkatkan daya dukung tanah (B. Ahmed, 2015).

Penelitian ini melakukan stabilisasi tanah berbutir halus dengan penambahan bahan stabilisator berupa AAT dan BCT pada kondisi likuiditas indeks 0,5 dan 0,75 untuk mengamati perubahan yang terjadi pada karakteristik tanah.

LANDASAN TEORI

Klasifikasi Tanah *Unified Soil Classification System (USCS)*

American Society for Testing and Materials (ASTM) memakai USCS sebagai metode standar pengklasifikasian tanah. Dalam USCS tanah diklasifikasikan ke dalam dua kategori, yaitu :

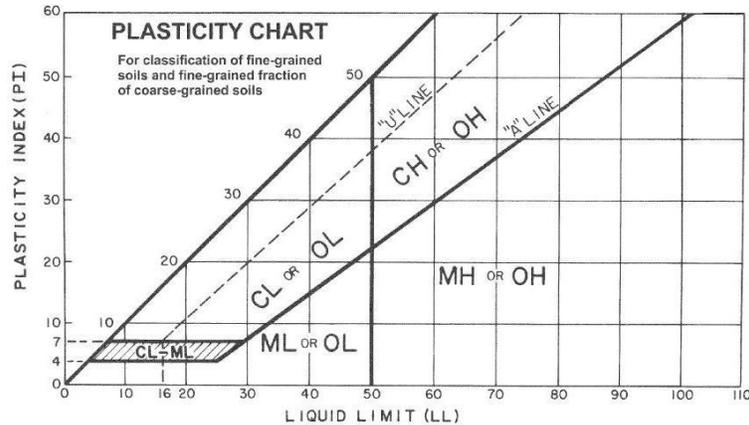
- 1) Tanah Berbutir Kasar
Tanah ini terdiri atas kerikil dan pasir yang mana tanah yang lolos saringan nomor 200 kurang dari 50%. Simbol untuk kelompok tanah ini diawali dengan G untuk kerikil (*gravel*) atau S untuk pasir (*sand*).
- 2) Tanah Berbutir Halus
Tanah yang lolos saringan nomor 200 lebih dari 50%. Simbol kelompok diawali dengan M untuk lanau anorganik (*anorganic silt*), atau C untuk lempung anorganik (*anorganic clay*), atau O untuk lanau dan lempung organik. Simbol Pt digunakan untuk gambut (*peat*), dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi adalah W untuk gradasi baik (*well graded*), P gradasi buruk (*poorly graded*), L plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H plastisitas tinggi (*high plasticity*)

Menurut Bowles (1991), kelompok tanah utama pada system klasifikasi USCS dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1 Sistem Klasifikasi *Unified* (Bowles, 1991)

Jenis Tanah	Prefiks	Sub Kelompok	Sufiks
Kerikil	G	Gradasi baik	W
		Gradasi buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	M		
Lempung	C	LL < 50 %	L
Organik	O	LL > 50 %	H
Gambut	Pt		

Sedangkan berdasarkan pada nilai indeks plastisitasnya klasifikasi USCS dapat dilihat pada gambar dibawah :



Gambar 1 Grafik plastisitas untuk klasifikasi USCS

Garis A pada umumnya memisahkan material tanah liat (*clay*) dari material tanah gambut (*silty*), dan organik dari non-organik. Garis U menyatakan batas teratas untuk tanah pada umumnya. Jika batas pengukuran tanah berada di kiri garis U, maka perlu dilakukan pengecekan ulang. (Holtz and Kovacs, 1981).

Batas-Batas Atterberg

Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas digambarkan sebagai kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Pengujian batas-batas atterberg bertujuan untuk mengetahui keadaan konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang berbeda-beda dan juga bertujuan untuk menentukan jenis tanah. Atterberg (1911). memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar airnya. Batas-batas tersebut adalah batas cair, batas plastis, dan batas susut. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air di mana tanah masih bersifat plastis. Jika tanah mempunyai *PI* tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Indeks plastis erat kaitannya dengan potensi mengembang tanah.

Likuiditas Indeks

Likuiditas indeks (*LI*) adalah kadar air tanah asli relatif terhadap kedudukan plastis dan cair tanah. Likuiditas indeks digunakan untuk menunjukkan kaitan kadar air di lapangan dengan batas plastis dan batas cairnya. Tanah berada dalam keadaan plastis jika nilai *LI* berkisar antara 0-1 dan jika *LI* lebih dari 1 maka tanah berada dalam keadaan cair. Penelitian ini menggunakan *LI* sebagai salah satu variabel bebas karena kapraktisan dalam penggunaannya yang menunjukkan konsistensi tanah.

Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah merupakan suatu usaha yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan daya dukung tanah dalam menahan beban serta untuk meningkatkan kestabilan tanah.

Abu Ampas Tebu

Ampas tebu merupakan hasil samping dari proses produksi gula yang dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, bahan pupuk, bahan baku pulp, dan untuk bahan bakar produksi gula itu sendiri. Menurut Haryono & Sudjatmiko (2011), abu ampas tebu mengandung lebih dari 86% silika (SiO_2). Silika memiliki sifat pozzolanik yaitu akan bertambah keras jika bereaksi dengan senyawa alumina (Al_2O_3 dan CaO) yang terkandung dalam lempung, sehingga bahan abu ampas tebu dapat meningkatkan kuat tekan bebas pada tanah sehingga dapat digunakan untuk bahan stabilisasi tanah. Selain itu, struktur butiran abu ampas tebu yang sangat lepas (*loose*) mudah bercampur secara merata dengan tanah lempung, serta dapat meningkatkan permeabilitas tanah.

Bubuk Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan salah satu limbah dari hasil industri makanan. Cangkang telur tersusun oleh kalsium karbonat (94%), kalsium fosfat (1%), material organik (4%), dan magnesium karbonat (1%) (Rivera et al, 1999). Langkah untuk mendapatkan bubuk cangkang telur adalah dengan cara membersihkan cangkang telur sampai bersih, mengeringkan dengan oven, dan kemudian menghaluskannya dengan grinder. Menurujuk pada penelitian yang dilakukan Schaafsma (2000), cangkang telur ayam negeri yang sudah dihaluskan (lolos saringan 200) mengandung kalsium sebesar $401 \pm 7,2$ gram atau sekitar 39% kalsium, dalam bentuk kalsium karbonat. Karena memiliki kandungan kalsium karbonat yang tinggi maka dapat dikatakan bubuk cangkang telur memiliki sifat seperti kapur, yaitu bahan yang sudah sering kita jumpai sebagai bahan stabilisasi tanah, sehingga bubuk cangkang telur juga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah.

METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah berbutir halus yang terdapat di Desa Jenggrik, Magetan, Jawa Timur pada kedalaman 1-2 m. Tanah sampel dikeringkan kemudian ditambahkan air dengan kadar tertentu untuk mencapai indeks likuiditas 0,5 dan 0,75. Setelah itu tanah dicampur dengan abu apas tebu dan bubuk cangkang telur lolos saringan nomor 200 dengan kadar 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat tanah kering oven. Setelah dilakukan pencampuran sampel dibungkus rapat menggunakan plastic untuk menjaga kondisinya untuk kemudian dilakukan pemeraman selama 3 hari. Setelah dilakukan pemeraman kemudian dilakukan pengujian *indeks properties* tanah berupa *atberg limit*, *grained size*, dan *specific gravity*.

HASIL DAN ANALISIS

Pengujian Pendahuluan

Hasil pengujian *indexs properties* dari sampel tanah asli diperoleh nilai seperti **Tabel 2** berikut :

Tabel 2 Hasil analisis gradasi butiran tanah asli dan tanah stabilisasi

No	Nama Pengujian	Satuan	Hasil	Keterangan	Syarat
1	Uji gradasi tanah			Tanah berbutir	
2	Uji batas konsistensi			Plastisitas tinggi	Nilai $LL > 50\%$
3	Klasifikasi	-	-	Tanah berbutir	<i>ASTM</i>

Dari **Tabel 2** dapat dilihat bahwa sampel tanah yang digunakan merupakan tanah berbutir halus karena kandungan lanau dan lempung lebih dari 90% (Hardiyatmo, 2014)

Pengujian Utama

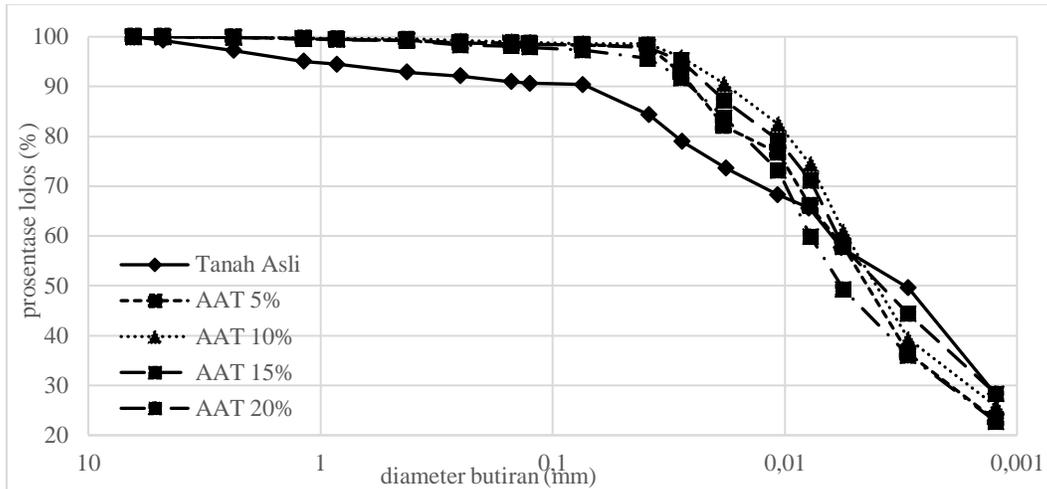
1) Analisis gradasi butiran

Hasil analisis gradasi butiran dari tanah asli dan tanah dengan bahan dapat dilihat pada **Tabel 3** berikut:

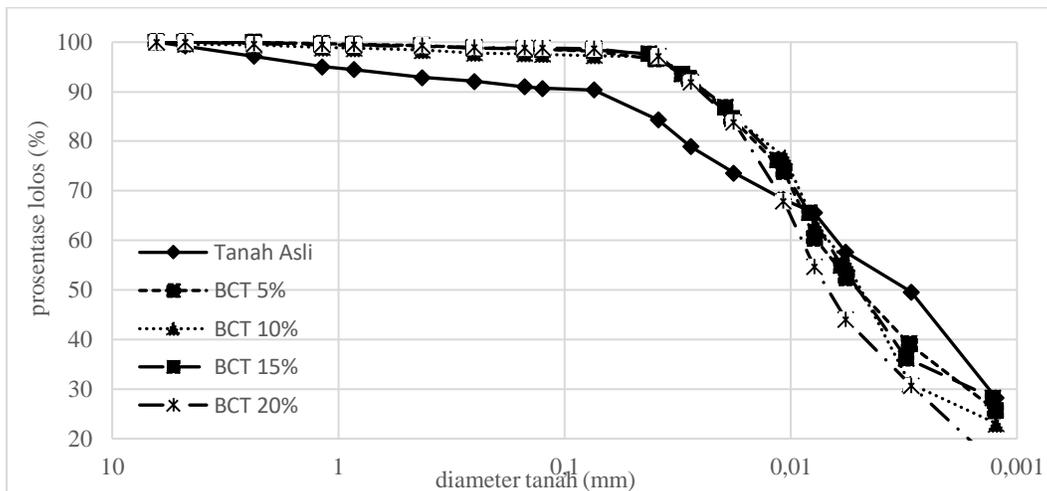
Tabel 3 Hasil analisis gradasi butiran tanah asli dan tanah stabilisasi

Gradasi (%)	Tanah Asli	Tanah Asli + AAT (%)				Tanah Asli + BCT (%)			
		5	10	15	20	5	10	15	20
<i>Gravel</i>	0,75	0	0	0	0	0	0,37	0	0
<i>Sand</i>	8,87	1,67	1,35	1,68	2,72	1,83	2,35	1,62	1,32
<i>Silt</i>	36,44	47,13	40,66	43,05	51,66	48,68	45,56	47,01	57,34
<i>Clay</i>	53,95	51,21	57,99	55,27	45,63	49,49	51,73	51,37	41,35

Data hasil pengujian analisis saringan semua sampel menunjukkan bahwa tanah masih tergolong berbutir halus karena tanah yang lolos saringan nomor 200 (*silt dan clay*) > 90% (Hardiyatmo, 2014). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**



Gambar 2 Grafik distribusi butiran tanah dengan bahan tambah AAT



Gambar 3 Grafik distribusi butiran tanah dengan bahan tambah BCT

Karena ukuran bahan tambah yang halus (lolos saringan nomor 200) menyebabkan persentase lolos saringan nomor 200 (*silt dan clay*) juga meningkat.

2) Pengujian Batas Konsistensi Atterberg

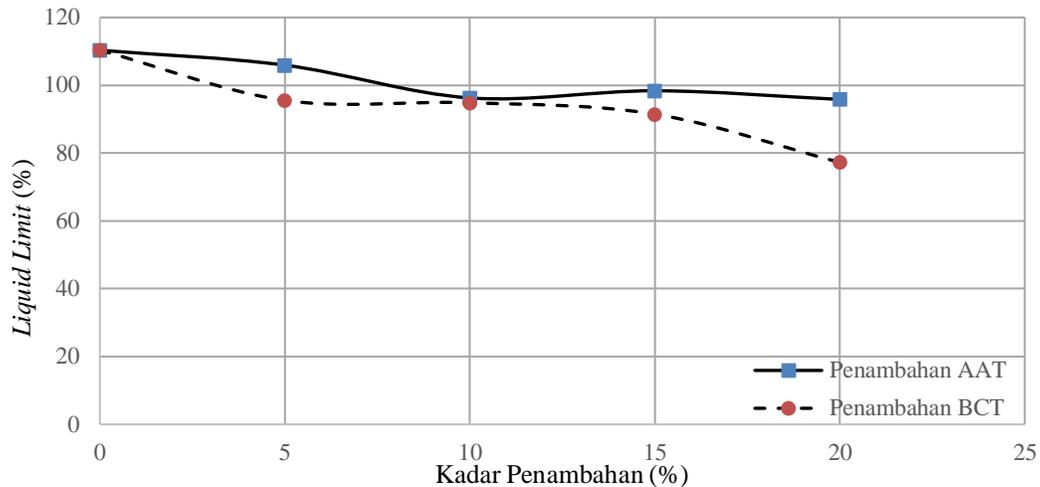
Hasil pengujian batas konsistensi *atterberg* dari tanah asli dan tanah dengan bahan dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut:

Tabel 4 Hasil Pengujian *Atterberg Limit* tanah asli dan tanah stabilisasi

Parameter	Tanah Asli	Tanah Asli + AAT (%)				Tanah Asli + BCT (%)			
		5	10	15	20	5	10	15	20
<i>LL</i>	110,33	105,92	96,26	98,38	95,83	95,52	94,86	91,49	77,25
<i>PL</i>	43,06	59,94	69,23	56,04	55,01	57,32	72,38	60,75	47,61
<i>PI</i>	67,28	45,99	27,03	42,33	40,82	38,20	22,48	30,74	29,69

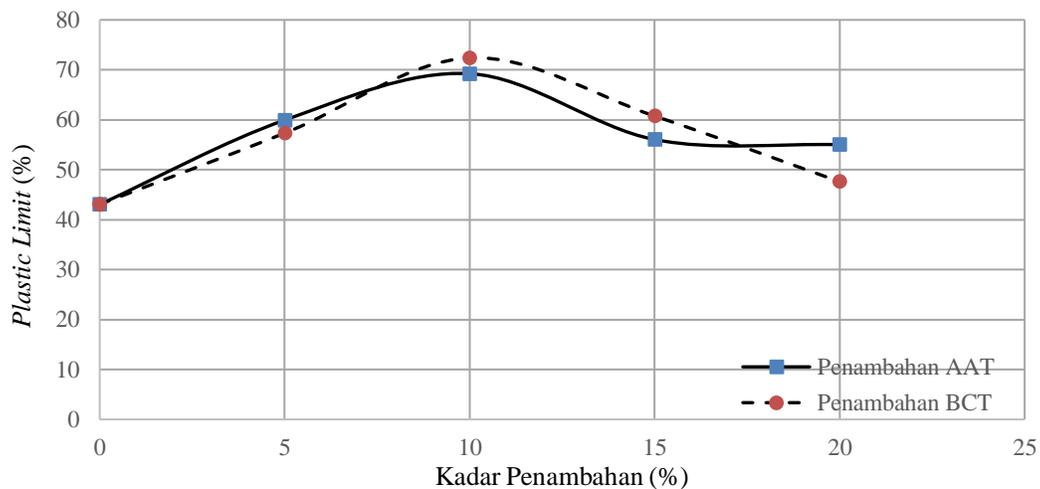
Data hasil pengujian batas konsistensi *atterberg* menunjukkan nilai *LL* sebelum dan setelah stabilisasi mengalami penurunan sedangkan nilai *PL* mengalami kenaikan sehingga mengakibatkan nilai *PI* menjadi semakin kecil. Akan tetapi nilai *PI* setelah stabilisasi masih diatas 22,48% sehingga tingkat plastisitasnya masih tinggi. Tanah dengan $PI > 17\%$ tergolong tanah dengan plastisitas tinggi (Hardiyatmo, 2002)

Untuk perbandingan kenaikan *LL*, *PL*, dan *PI* sebelum dan sesudah stabilisasi dapat dilihat pada **Gambar 4**, **Gambar 5**, dan **Gambar 6** berikut



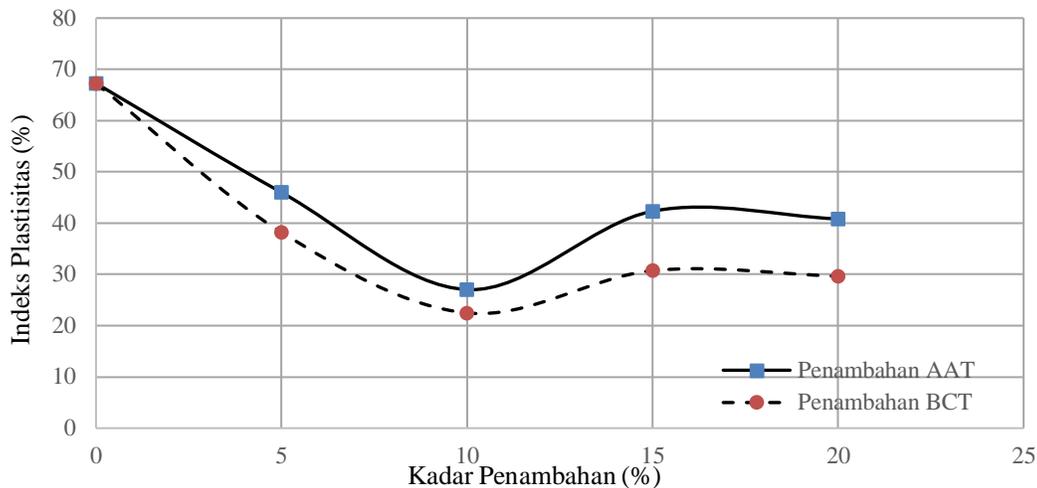
Gambar 4 *LL* sebelum dan sesudah stabilisasi

Secara umum nilai *LL* mengalami penurunan setelah dilakukan stabilisasi. Penambahan AAT menyebabkan penurunan nilai *LL* maksimum sebesar 95,83% sedangkan BCT menyebabkan penurunan nilai *LL* maksimum sebesar 77,25%. Hal ini disebabkan volume AAT yang lebih besar (berat jenis kecil) sehingga campuran lebih jenuh dan menjadi padat.



Gambar 5 *PL* sebelum dan sesudah stabilisasi

Penambahan AAT dan BCT mengalami kenaikan sampai pada kadar 10% dengan nilai *PL* pada AAT sebesar 26,17% dan BCT sebesar 29,32%. Kemudian nilai *PL* kembali mengalami penurunan pada kadar 15% dan 20%.



Gambar 6 *PI* sebelum dan sesudah stabilisasi

Nilai *PI* mengalami penurunan hingga kadar 10% dengan nilai *PI* untuk tanah dengan stabilisasi AAT sebesar 27,03% dan 22,48% untuk tanah dengan stabilisasi BCT dari nilai *PI* awal 67,28%. Kemudian nilai *PI* mengalami kenaikan lagi pada kadar 15% dan 20%. Tanah yang sudah distabilisasi dengan AAT dan BCT masih tergolong kedalam tanah dengan plastisitas tinggi karena nilai $PI > 17\%$ (Hardiyatmo, 2002) dan $LL > 50\%$. Nilai penurunan *PI* yang lebih tinggi pada BCT menunjukkan bahwa BCT lebih efektif digunakan untuk menurunkan *PI* pada tanah berbutir halus. Kandungan CaO pada BCT yang cukup tinggi dibandingkan dengan AAT mengakibatkan pertukaran ion Al^{3+} pada tanah oleh ion Ca^{2+} pada BCT lebih besar. Pertukaran ion tersebut menurunkan indeks plastisitas tanah (Hatmoko dkk, 2007).

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian mengenai “Pengaruh Variasi Abu Ampas Tebu dan Bubuk Cangkang Telur Terhadap Indeks Properties pada Tanah Berbutir Halus dengan Indeks Likuiditas 0,5 dan 0,75” dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Abu ampas tebu dan bubuk cangkang telur dapat merubah sifat-sifat fisik dan mekanik tanah.
- 2) Penambahan bahan tambah berupa bubuk cangkang telur dan abu ampas tebu menyebabkan bertambahnya prosentase *silt* dan *clay* pada tanah dari yang semula 90% menjadi rata-rata sebesar 98%
- 3) Nilai *LL* mengalami penurunan setelah dilakukan stabilisasi. Penambahan AAT menyebabkan penurunan nilai *LL* maksimum sebesar 95,83% sedangkan BCT menyebabkan penurunan nilai *LL* maksimum sebesar 77,25%.
- 4) Nilai *PL* mengalami kenaikan maksimum pada AAT 10% sebesar 26,17% dan BCT 10% sebesar 29,32%.
- 5) Nilai *PI* mengalami penurunan sampai kadar 10% yaitu sebesar 40,25% (*PI* awal 67,28% menjadi 27,03%) pada AAT dan 44,8% pada BCT (awal 67,28% menjadi 22,48%) kemudian kembali naik pada kadar 15% dan sedikit mengalami penurunan pada kadar 20%. Sedangkan hasil analisis butiran tanah pada penambahan AAT maupun BCT masih tergolong tanah berbutir halus.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, B. dkk. 2015. “Improvement of Subgrade CBR Value by using Bagasse Ash and Eggshell Powder”. *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*, Vol 4. ISSN 2319-5347.
- Amu, O.O. dkk. 2005. “Effect of Eggshell Powder on the Stabilizing Potential of Lime on an Expansive Clay Soil”. *Journal of Applied Sciences* 5 (8). Pp. 1474 – 1478.

- Andrean, P.A., dan Muhammad Jafri Iswan. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Rendaman. *Jurnal teknik Sipil*. Vol. 4, No. 2, Hal 236-255 ISSN:2303-0011
- Barasa, P.K. dkk 2015. "Stabilization of Expansive Clay using Lime and Sugarcane Baggase Ash". *Mathematical Theory and Modeling*. Vol.5. ISSN 2224804.
- Bowles, J.E. 1986. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Diterjemahkan oleh Johan K. Hainin. Jakarta: Erlangga.
- Budiman, N.A. 2013. Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Lempung Ekspansif. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 17. Pp.1
- Chakraborty, A. dkk. 2016. "Stabilization of Expansive Soil using Sugarcane Straw Ash (SCSA)" *ADBUC Journal of Engineering Technology*. Volume 4(1). ISSN: 2348-7305.
- Chen, F.H. 1975. *Foundation on Expansive Soils*, Elsevier Scientific Publishing Company, New York
- Das, B.M. 1995. *Mekanika Tanah 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Diterjemahkan oleh Noor Endah, dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta: Erlangga.
- Eades, J.L., dan R.E. Grim. 1960. *Reaction of Hydrate Lime with Pure Clay Minerals in Soil Stabilization*: Highway research Board Bulletin 262
- Gandhi, K.S. 2012. *Expansive Soil Stabilization Using Bagasse Ash*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT). Vol.1. ISSN: 2278-0181.
- Hardiyatmo, H.C. 2010. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hatmoko, J.T., dan Y. Lulie. 2007. UCS Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu dan Kapur. *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.8, pp. 64 – 77.
- Ingles, O.G. dan J.B. Metcalf. 1972. *Soil Stabilization : Principles and Practice*. Sidney : Butterworths.
- Jitno, H. 2001. *Tanah Ekspansif : Masalah dan Solusinya*, Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Liet C.D., dkk. 2016. "Enhancing The Engineering Properties of Expansive Soil Using Bagasse Ash and Hydrated Lime". International Journal of GEOMATE. Vol. 11, Issue 25, pp. 2447-2454. UNS-F. Teknik Jur. Teknik Sipil-I0113040-2017
- Murdani, F.X.W. 2017. Kuat Tekan Bebas Tanah Campuran Bubuk Cangkang Telur dan Abu Ampas Tebu pada Liquidity Index (Li) 1 dan 1,25. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta
- Sa'adah, E.J. 2017. Stabilisasi tanah berbutir halus dengan campuran abu ampas tebu dan bubuk cangkang telur pada liquidity index (LI) 0 dan 0,25. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta
- Sabat, A.K. 2012. *Utilization of Bagasse Ash and Lime Sludge for Construction of Flexible Pavement in Expansive Soil Area*. EJGE. Vol 17, Bund H. No 1038
- Sadeeq, J.A. dkk. 2016. *Effect of Used Oil Contamination and Bagasse Ash on Some Geotechnical Properties of lateritic Soil*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies. P 119-136.
- Sudjianto, A.T. 2007. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Garam Dapur (NaCl). *Jurnal Teknik Sipil*. Vol.8. pp. 53-65.
- Venkaramuthyalu, P. dkk. 2012." *Study on performance of chemically stabilized expansive soil*". International Journal of Advances in Engineering & Technology (IJAET), pp. 139-148.