



Tersedia Secara Online di
<http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/index>

<http://dx.doi.org/10.30737/jurmateks>

JURMATEKS

Pengaruh Penambahan Abu Kayu Dan Abu Bambu Terhadap Kepadatan Tanah Lempung

V. M. K. Putri^{1*}, A. I. Candra², A. Ridwan³

^{1*,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Kediri

Email : ^{1*} yellamaulina07@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Artikel masuk : 09-09-2020

Artikel revisi : 14-09-2020

Artikel diterima : 18-09-2020

Keywords :

Clay Soil, Wood Ash, Bamboo Ash, Soil Density

Style IEEE dalam mensitasi artikel ini:

[5]

A. Behnood, "Soil and clay stabilization with calcium- and non-calcium-based additives: A state-of-the-art review of challenges, approaches and techniques," *Transp. Geotech.*, vol. 17, no. July, pp. 14–32, 2018, doi: 10.1016/j.trgeo.2018.08.002.

ABSTRACT

The soil has an important role in construction, namely as the loading of soil on clay. It is necessary to improve the nature of the shrinkage. The authors conducted the study to increase the strength of clay by adding wood ashes and bamboo ashes. Wood ash and bamboo ash have pozzolan properties expected to add power to clay when weighted, would drop significantly. Material compares in this study using a mix of wood ash and bamboo ash with a variation of 0%, 4%, 8%, and 12%. Meanwhile, the clay soil is taken directly from the ravaged area, from bulging villages, from the grid district. The results showed that the soil is categorized as montmorillonite soil with properties that can damage light structures and road surface runoff. After adding wood and bamboo ash, it showed optimum results of 12% of the dry fixed test items showing a liquid limit's value at 41,00%, plastic limit at 28,43%, and the net value of plastic limit at 12,57%. When testing for solidification using native soil at a dry volume of 7,91, gr/cm rainfall can increase by 10,42 gr/cm additives after adding 12% of wood ash and bamboo ash.

ABSTRAK

Tanah memiliki peran penting dalam konstruksi yaitu sebagai pembebanan tanah pada tanah liat. Perlu untuk memperbaiki sifat penyusutan. Penulis melakukan penelitian untuk meningkatkan kekuatan tanah liat dengan cara menambahkan abu kayu dan abu bambu. Abu kayu dan abu bambu memiliki sifat pozzolan yang diharapkan dapat menambah kekuatan pada tanah liat saat tertimbang, akan turun secara signifikan. Perbandingan material dalam penelitian ini menggunakan campuran abu kayu dan abu bambu dengan variasi 0%, 4%, 8%, dan 12%. Sementara itu, tanah lempung diambil langsung dari area yang rusak, dari desa-desa yang menggembung, dari grid distrik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah tersebut dikategorikan sebagai tanah montmorillonite dengan sifat yang dapat merusak struktur ringan dan aliran permukaan jalan. Setelah dilakukan penambahan abu kayu dan bambu didapatkan hasil optimum dari 12% benda uji tetap kering yang menunjukkan nilai batas cair 41,00%, batas plastis 28,43%, dan nilai bersih batas plastis 12,57%. Pada

pengujian solidifikasi menggunakan tanah asli pada volume kering 7,91 gr / cm curah hujan dapat meningkat sebesar 10,42 gr / cm aditif setelah penambahan 12% abu kayu dan abu bambu.

1. Pendahuluan

Tanah sangat berperan penting dalam konstruksi bangunan, karena tanah memiliki fungsi sebagai penahan beban konstruksi bangunan yang berada di atasnya. Secara teknis tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat padat yang tidak terikat secara sempurna satu sama lain [1][2][3]. Tanah lempung mempunyai kandungan air yang tinggi. Kandungan air yang tinggi akan mempengaruhi kekuatan tanah dan kestabilan tanah jika menerima beban [4][5]. Tanah yang banyak mengandung lempung mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Dengan berubahnya kadar air akan mempengaruhi kembang susut tanah tersebut sehingga mengakibatkan penurunan pada struktur di atasnya [6][7]. Oleh karena itu perlu dilakukannya suatu perbaikan tanah agar bisa mendirikan bangunan di atasnya. Namun, tidak semua jenis tanah memiliki karakteristik yang baik sehingga perlu usaha perbaikan tanah agar pekerjaan konstruksi tetap dapat dilakukan [8].

Desa Berbek Kabupaten Nganjuk merupakan sebuah lokasi yang pada saat ini sering terjadi kerusakan struktur bangunan yang diakibatkan perilaku mekanik tanah. Dengan demikian menjadikan sebuah dasar bagi penulis untuk melakukan penelitian tanah yang berasal dari lokasi tersebut. Dalam kasus ini penulis mencoba melakukan penelitian dengan mengkombinasi abu kayu dan abu bambu yang unsur-unsur didalamnya berguna untuk memperbaiki kepadatan tanah lempung. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kombinasi abu kayu dan abu bambu dengan presentase 0%, 4%, 8% dan 12% terhadap kepadatan tanah lempung.

2. Studi Literatur

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat 3 penelitian mengenai stabilitas, konsistensi tanah, dan pemadatan tanah yang menjadi acuan bagi penulis untuk mencari informasi mengenai topik pembahasan penelitian yang akan dilakukan. Adapun penelitian yang menjadikan landasan dasar dilakukannya penelitian yang berjudul Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Campuran Larutan NaOH 7,5 % [9] yang menghasilkan perbaikan kekuatan tanah lempung dengan penambahan bahan kimia menunjukkan bahwa bahan stabilisasi NaOH belum dapat memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung. Penelitian selanjutnya berjudul Stabilisasi Tanah Dengan Menggunakan *Fly Ash* dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas [10] yang memperoleh peningkatan nilai pada batas plastis dan batas cair

serta menurunkan nilai berat jenis dari tanah tersebut. Penelitian yang terakhir berjudul Pengaruh Stabilisasi Tanah Menggunakan Kapur dan Matos Terhadap Kuat Geser Dan Konsolidasi Tanah Gambut [11] yang memperoleh klasifikasi tanah dan untuk mengetahui penambahan kapur dan matos terhadap sifat fisik tanah yang menunjukkan bahwa penambahan kapur dan matos meningkatkan nilai batas plastis dan batas cair serta menurunkan nilai berat jenis.

2.1 Dasar Teori

Tanah merupakan lapisan permukaan bumi yang berasal dari material induk yang telah mengalami proses perubahan alami dibawah pengaruh air, udara, dan macam-macam organisme baik yang masih hidup maupun yang telah mati [12][13]. Tanah pada umumnya disebut sebagai kerikil, pasir, lanau, atau lempung, pengklasifikasian tersebut tergantung pada ukuran partikel yang paling dominan pada tanah tersebut. Klasifikasi tanah adalah ilmu yang mempelajari tentang sifat tanah antara satu sama lain dan menggolongkan tanah kedalam kelas tertentu berdasarkan atas kesamaan sifat yang dimiliki [14]. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang yang tidak lolos air karena memiliki sifat permeabilitas rendah [15][16][17]. Tanah lempung bersifat plastis pada kadar air sedang dan dapat mengeras dalam keadaan kering [18]. Tanah lempung dengan plastisitas tinggi sering dijumpai pada pekerjaan konstruksi di lapangan mempunyai kuat dukung yang rendah dan perubahan volume yang besar. Tanah akan mengembang apabila pori terisi air dan akan menyusut dalam kondisi kering [19][20].

Tabel 1. Nilai Aktivitas Tanah.

Jenis Tanah Lempung	Nilai Aktivitas
Kaolinite	0,4 - 0,5
Illite	0,5 - 1,0
Montmorillonite	1,0 - 7,0

Sumber : Skempton, 1953.

Dari ketiga komponen diatas, kita dapat menentukan jenis mineral lempung dengan melihat nilai aktivitasnya. Mineral lempung inilah yang menghasilkan sifat lempung yang khusus, yaitu kohesi serta plastisitas [21]. Aktivitas ini dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{Aktivitas} = \frac{\text{Indeks Plastisitas}}{\text{Presentasi Lempung}}$$

2.2 Bahan

Menurut Soeharto 1999, Manajemen proyek merupakan proses perencanaan, pengorganisasian, pengarahan, dan pengendalian kegiatan anggota organisasi dan juga sumber daya lainnya sehingga dapat mencapai tujuan organisasi yang telah ditentukan sebelumnya, [22], [23].

1. Abu Kayu

Abu kayu merupakan material berbentuk bubuk dari sisa pembakaran kayu yang memiliki sifat pozzolan unsur silikat tinggi [24]. Kayu sendiri merupakan salah satu bahan bangunan yang sudah lama dikenal oleh masyarakat sebagai bahan konstruksi bangunan, yang berfungsi sebagai struktur dan non struktur bangunan [25]. Struktur kayu yang sudah tidak terpakai lagi akan menjadi limbah yang hanya dibuang atau dimanfaatkan sebagai bahan pembakaran. Abu kayu mengandung kalsium (Ca) ; kalium (K) ; Magnesium (Mg) ; silika (Si) ; Besi (Fe) ; Natrium (Na) ; mangan ((Mn) ; aluminium (Al) dan beberapa jenis logam berat.

2. Abu Bambu

Pohon bambu yang sering disebut rumput raksasa masih tergolong dalam keluarga rumput-rumputan karena proses pertumbuhan akarnya yang beruas dan berselang seling pada setiap ruasnya [26]. Bambu ori memiliki karakteristik yang baik, antara lain batangnya kuat, lurus, mudah dibentuk dan ulet. Jenis bambu ori dimanfaatkan sebagai bahan industry atau sebagai konstruksi rumah karena relatif murah [27]. Abu bambu adalah produk padat yang pembuatannya melalui proses karbonisasi dibawah suhu tinggi [26]. Abu bambu mengandung silika (SiO₂) ; alumina (Al₂O₃) ; Besi III (Fe₂O₃) ; kalsium oksida (CaO) ; magnesium oxide (MgO) ; kalium oksida (K₂O) ; Amu dan Adetuberu [29].

2.3 Stabilitas Tanah

Stabilisasi tanah adalah suatu usaha untuk memperbaiki sifat mekanis tanah untuk meningkatkan nilai stabilitas tanah secara kompeten sesuai keperuntukannya [30]. Salah satu usaha stabilisasi tanah adalah dengan cara mekanis untuk mengurangi atau menghilangkan sifat-sifat teknis tanah yang kurang menguntungkan [31] [32].

2.4 Biaya proyek

Crashing merupakan proses percepatan waktu penyelesaian proyek dengan sistematis dan analitis melalui pengujian dari semua kegiatan dalam proyek, tetapi difokuskan pada kegiatan yang berada di jalur kritis.[33] Proses crashing dilakukan melalui perkiraan dari variabel biaya dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan ekonomis dari

suatu kegiatan yang masih mungkin dipercepat untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan,.

1. Batas Konsistensi Tanah

Indeks plastisitas merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air yang dapat menunjukkan sifat keplastisan tanah guna menunjukkan tanah dalam keadaan tanah kurus atau tanah gemuk. Pengujian indeks plastisitas ini bertujuan untuk mengetahui parameter kadar air tanah pada keadaan plastis.

a. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Batas cair tingkat air tanah ketika tanah berada diantara keadaan cair dan keadaan plastis atau menyatakan kadar air minimum dimana tanah masih dapat mengalir dibawah beratnya.

b. Batas Plastisitas (*Plastic Limit*)

Batas plastis merupakan batas terendah dari tingkat keplastisan suatu tanah yang didefinisikan sebagai kadar air dan dinyatakan dalam persen, pengujian plastic limit dimaksudkan untuk mengetahui seberapa besar nilai batas plastis dari tanah [1].

2. Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah penyusunan partikel-partikel di dalam tanah karena adanya gaya tekan pada permukaan tanah sehingga ruang pori tanah berkurang. Pengujian pemadatan tanah (*proctor*) dimaksudkan untuk mengetahui nilai kepadatan tanah maksimum dan besarnya energi pemadatan tergantung pada tekanan dan berat alat pemadat yang digunakan [27].

3. Metodologi Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian berikut adalah struktur tanah asli dari Desa Berbek, Kecamatan Berbek, Kabupaten Nganjuk. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri meliputi pengujian dengan sebagai berikut :

Pengujian dilakukan dengan cara mekanis, yaitu sampel tanah diguncang dengan kecepatan tertentu di atas sebuah susunan ayakan, kemudian tanah yang tertahan di atas saringan ditimbang beratnya dan Digambar menjadi grafik logaritmik.

3.1 Konsistensi

Pengujian konsistensi tanah dilakukan guna menentukan kadar air suatu tanah pada keadaan batas cair dan tingkat plastis maksimal. Pada pengujian konsistensi tanah terdapat 2 pokok pengujian yaitu *Plastic limit* dan *Liquid limit* dengan metode pengujian sebagai berikut :

a. *Plastic Limit*

1. Menggunakan tanah lolos ayakan no. 40 dan variasi tanah lempung dengan abu kayu dan abu bambu dicampur jadi satu dalam wadah mangkok.
2. Membuat bola kelereng berdiameter 1 cm.
3. Giling dengan kecepatan 80 – 90 gilingan permenit menggunakan tangan diatas plat kaca sampai benda uji berbentuk lonjong dengan diameter 3 mm (pada saat penggilingan benda uji sudah menunjukkan keretakan sebelum diameter 3 mm, maka benda uji disatukan kembali untuk ditambahkan sedikit air dan diaduk sampai merata).
4. Buat 4 sampel pengujian dan masukan dalam container untuk menentukan kadar airnya.

b. *Liquid Limit*

1. Letakkan 200 gram benda uji kering kedalam mangkok porselen lalu tambahkan air dan aduk hingga homogen.
2. Atur tinggi jatuhnya cawan pada alat cassagrande dengan memutar sekrup yang berada dibelakang alat Liquid limit.
3. Tanah dibagi menjadi 4 bagian dan dimasukan kedalam cawan monel cassagrande perbagian dan ratakan hingga sejajar.
4. Tekan *grooving tool* pada benda uji sepanjang diameternya dan *grooving tool* harus berkedudukan horizontal atau tegak lurus pada permukaan cawan cassagrande yang mana ujung *grooving* tersebut tebalnya tidak lebih dari 1,5 cm.
5. Putar handlenya 2 kali putaran perdetik sehingga kedua belahan benda uji akan Bersatu sepanjang 13 mm.
6. Catat jumlah ketukan (*number of blows*)
7. 4 pengujian mendekati 25 ketukan (bila berjumlah lebih dari 25 ketukan maka benda uji kurang air dan jika kurang dari 25 ketukan maka benda uji terlalu banyak air).
8. Ambil benda uji kemudian masukan kedalam container untuk dikeringkan menggunakan oven dan hitung kadar airnya.

3.2 Berat Jenis

Pemadatan (*proctor*)

Maksud dari uji *proctor* adalah untuk mengetahui nilai kepadatan tanah maksimum dan besarnya energi pemadatan tergantung pada tekanan dan berat alat pemadat yang digunakan dengan memperkecil jarak antar partikel [27]. Adapun Langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hitung nilai berat dan volume isi *mold proctor* menggunakan jangka sorong dan tentukan volume berat isinya.
2. Pasang alas dan lebar *mold proctor* kemudian masukan sedikit demi sedikit benda uji kedalam *mold proctor* hingga menjadi 3 layer (setiap layer dilakukan penumbukan) sebanyak 25x tumbukan.
3. Lepaskan alas dan leher *mold proctor* kemudian lakukan perataan permukaan pada benda uji menggunakan pisau.
4. Hitung berat *mold proctor* Ketika terisi benda uji.
5. Keluarkan benda uji dari *mold proctor* menggunakan dongkrak hidrolis dan tentukan kadar airnya.

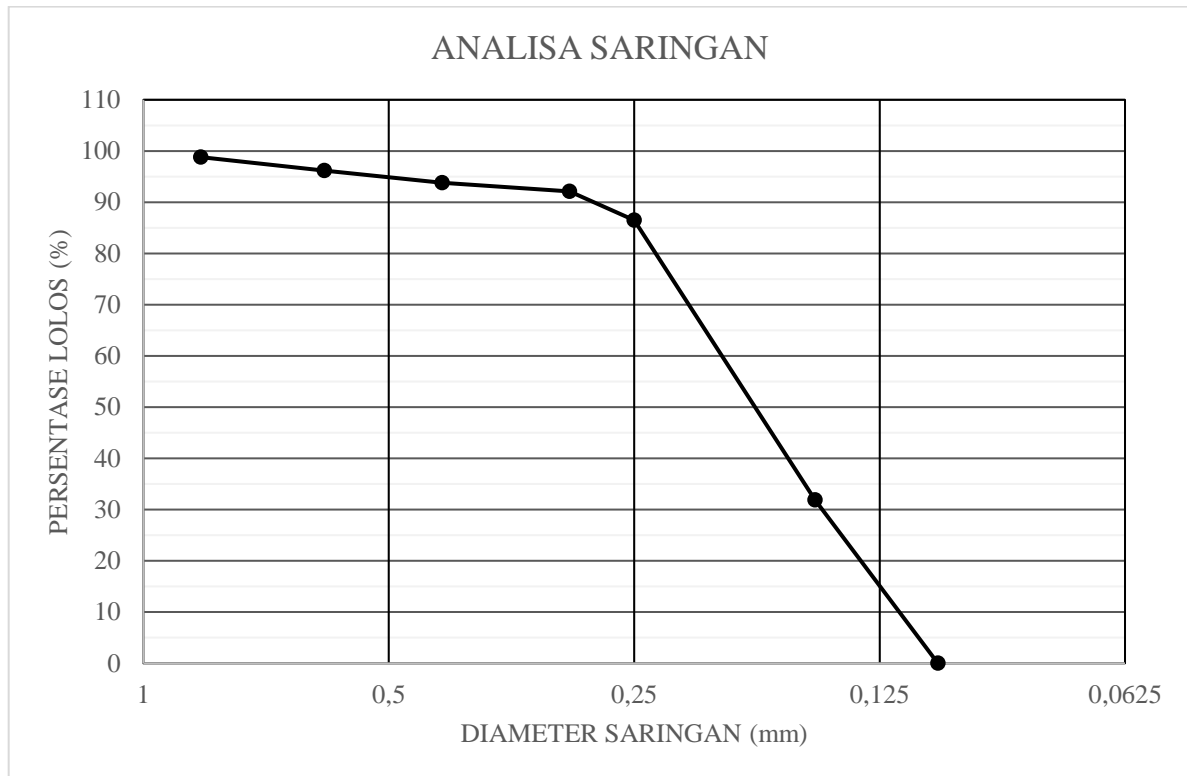
4. Hasil dan Diskusi

4.1 Analisa Gradasi

Tabel 2. Analisis Gradasi Butir Struktur Tanah Asli.

Diameter Ayakan (mm)	Jumlah Tertahan		Lolos
	(gr)	%	%
0,85	12	1,2	98,8
0,6	26	2,6	96,2
0,43	24	5	93,8
0,3	17	6,7	92,1
0,25	56	12,3	86,5
0,15	546	66,9	31,9
0,106	319	98,8	0
Jumlah	1000		

Sumber : Analisa Perhitungan Data Gradasi Tanah.



Sumber : Analisa Perhitungan Data Gradasi Tanah.

Gambar 1. Grafik Uji Analisa Gradasi Ayakan Tanah Asli.

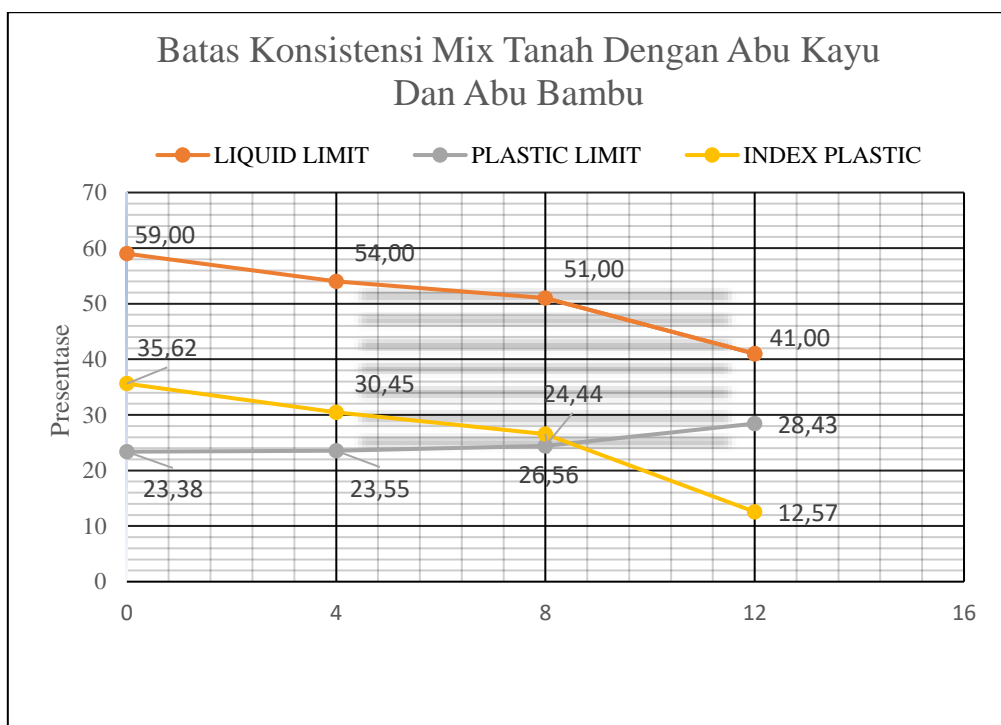
Berdasarkan perhitungan analisis gradasi butir struktur tanah asli Tabel 3 dan Analisa saringan Grafik 1 menunjukkan golongan tanah yang penulis teliti termasuk dalam golongan jenis tanah yang dikembangkan oleh organisasi *American Association of State Ihighway and Transportation Official (AASHTO)* yang memperoleh hasil $D_{60} = 0,21$ mm ; $D_{30} = 0,15$ mm ; $D_{10} = 0,11$ mm dan memiliki keseragaman $C_u = 2,90$ mm ; $C_c = 0,974$ mm.

4.2 Uji Batas Konsistensi

Tabel 3. Batas-batas Konsistensi Benda Uji.

Kadar Abu Kayu Dan Abu Bambu (%)	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Index Plastic (%)
0	59	23,38	35,62
4	54	23,55	30,45
8	51	24,44	26,56
12	41	28,43	12,57

Sumber : Analisa Perhitungan Data Uji Batas Konsistensi.



Sumber : Analisa Perhitungan Data Uji Batas Konsistensi.

Gambar 2. Grafik Batas Konsistensi.

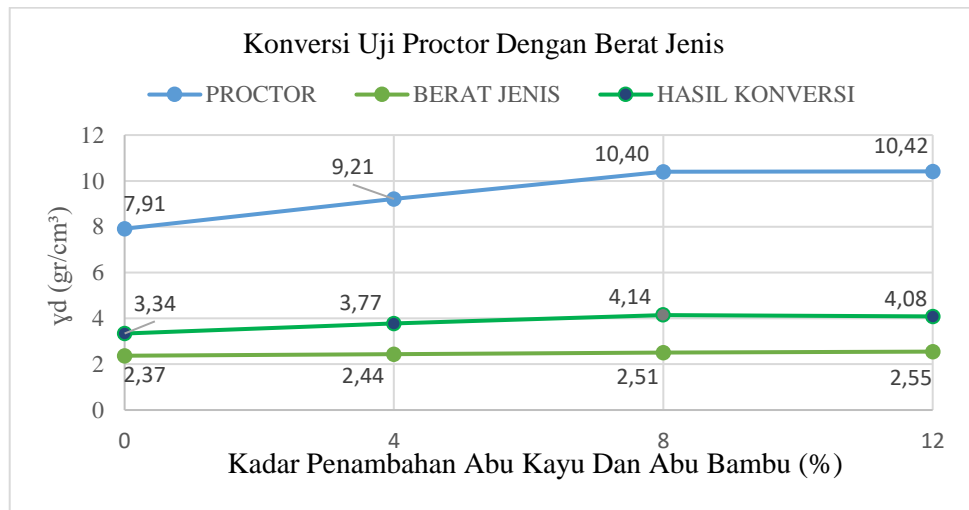
Berdasarkan dari perhitungan batas-batas konsistensi benda uji Tabel 4 dan grafik 2 memperoleh hasil *indeks plastis* benda uji tanah asli yang diambil dari Desa Berbek, Kecamatan Berbek, Kabupaten Nganjuk memiliki presentase sejumlah 35,62% dan persentase fraksi gradasi tanah kurang dari 0,002mm sebesar 31,90% maka sampel tanah tanah yang diambil langsung dari Desa Berbek, Kecamatan Berbek, Kabupaten Nganjuk memiliki nilai aktivitas 35,62 : 31,90 : 1,11 yang disimpulkan masuk kedalam kategori jenis mineral lempung *Montmorillonite*.

4.3 Uji Proktor

Tabel 4. Berat Isi Mix Tanah Lempung Dengan Abu Kayu Dan Abu Bambu

Kadar Abu Kayu Dan Abu Bambu (%)	Berat Jenis (Gr/Cm ³)
0	2,37
4	2,44
8	2,51
12	2,55

Sumber : Analisa Perhitungan Data Uji Proktor.



Sumber : Analisa Perhitungan Data Uji Proktor

Gambar 3. Grafik Konversi Uji Proctor Dengan Berat Jenis

Berdasarkan perhitungan berat isi mix tanah lempung dengan abu kayu dan abu bambu Tabel 4 dan Gambar 3 memperoleh hasil penambahan abu kayu dan abu bambu sebanyak 0% (Struktur Tanah Asli) menunjukkan berat volume kering benda uji setelah dilakukan pemadatan sebesar 7,91 gr/cm³, pada penambahan abu kayu dan abu bambu terhadap tanah lempung sebanyak 4% berat volume kering sebesar 9,21 gr/cm³, pada penambahan abu kayu dan abu bambu terhadap tanah lempung sebanyak 8% berat volume kering sebesar gr/cm³, dan pada penambahan abu kayu dan abu bambu terhadap tanah lempung sebanyak 12% berat volume keringnya sebesar 10,42 gr/cm³. Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase penambahan abu kayu dan abu bambu terhadap tanah lempung maka berat volume kering suatu benda uji mengalami peningkatan secara beruntut. Tetapi jika penambahan abu kayu dan abu bambu terlalu banyak dapat menyebabkan penurunan kepadatan tanah.

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian ini maka hasil penelitian mix tanah lempung dengan abu kayu dan abu bambu dapat disimpulkan bahwa :

1. Tanah yang diambil pada area jalan Desa Berbek, Kecamatan Berbek, Kabupaten Nganjuk memperoleh hasil D₆₀ = 0,21 mm ; D₃₀ = 0,15 mm ; D₁₀ = 0,11 mm dan memiliki keseragaman Cu = 2,90 mm ; Cc = 0,974 mm dan termasuk dalam golongan jenis tanah *montmorillonite* (AASHTO).
2. Pada pengujian batas konsistensi struktur tanah asli dengan penambahan abu kayu dan abu bambu dapat disimpulkan bahwa hasil optimum uji *Liquid Limit* (LL) sebanyak 0%

- sebesar 59,00%, sedangkan hasil optimum dari uji *Plastic Limit* (PL) sebanyak 12% sebesar 28,43%, dan hasil optimum *Indeks Plastic* (IP) sebanyak 0% sebesar 35,62%.
3. Pada uji pemadatan *proctor* benda uji struktur tanah asli dengan penambahan abu kayu dan abu bambu dapat disimpulkan bahwa struktur tanah asli (0%) setelah dilakukan pengujian menunjukkan berat volume sebesar 7,91 gr/cm³. sedangkan benda uji mix tanah dengan penambahan 12% abu kayu dan abu bambu mencapai berat volume kering sebesar 10,42 gr/cm³.

5.2 Saran

Dari hasil pengujian pengaruh penambahan abu kayu dan abu bambu terhadap kepadatan tanah lempung dapat ditarik kesimpulan pada saat pelaksanaan kegiatan dalam penelitian berikut guna menanggulangi kasus permasalahan kerusakan lapisan tanah disuatu titik lokasi lain harus melewati beberapa perhitungan dan pengklasifikasian jenis tanah lebih lanjut sesuai dengan konteks kebutuhan lapangan. Hal tersebut dikarenakan pada setiap titik area maupun lokasi struktur tanah dan kebutuhan lapangan berbeda-beda. Pada pengujian batas konsistensi tidak melanjutkan perhitungan pada penambahan abu kayu dan abu bambu dikarenakan akan mempengaruhi sifat keaslian dari tanah karena penambahan maksimal adalah sebanyak 12% dari berat kering benda uji apabila terlalu banyak abu kayu dan abu bambu bisa menyebabkan penurunan kepadatan tanah.

Daftar Pustaka

- [1] B. M. Das, N. Endah, and I. B. Mochtar, *MEKANIKA TANAH(Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknik)*. 1995.
- [2] A. T. Putri, S. Winarto, and A. Ridwan, “Pengaruh penambahan abu ampas tebu & arang batok kelapa terhadap stabilisasi daya dukung tanah,” *Jurmateks*, vol. 3, no. 1, pp. 119–129, 2020.
- [3] M. S. Deepak, S. Rohini, B. S. Harini, and G. B. G. Ananthi, “Influence of fly-ash on the engineering characteristics of stabilised clay soil,” *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.497.
- [4] L. Afriani and I. Herman, “Study Analisis Penurunan Tanah Lempung Lunak dan Lempung Organik Menggunakan Pemodelan Matras Beton Bambu dengan Tiang.”
- [5] A. Behnood, “Soil and clay stabilization with calcium- and non-calcium-based additives: A state-of-the-art review of challenges, approaches and techniques,” *Transp. Geotech.*, vol. 17, no. July, pp. 14–32, 2018, doi: 10.1016/j.trgeo.2018.08.002.
- [6] C. Makki, “Pengaruh Kejenuhan Air Tanah Lempung Organik dengan Kuat Geser Tanah Menggunakan Alat Vane Shear dan Direct Shear Tanah Organik adalah merupakan tanah yang mengandung banyak komponen organik , ketebalannya dari beberapa meter hingga puluhan meter di bawah,” *J. Unila*, vol. 6, no. 1, 2018.
- [7] D. S. Vijayan and D. Parthiban, “Effect of Solid waste based stabilizing material for strengthening of Expansive soil- A review,” *Environ. Technol. Innov.*, vol. 20, p. 101108, 2020, doi: 10.1016/j.eti.2020.101108.
- [8] L. Bruno, “PENGARUH PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU TERHADAP KARAKTERISTIK TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DI BOJONEGORO,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2019, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- [9] A. Gunarso and R. Nuprayogi, “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif dengan Campuran Larutan NaOH 7,5%,” *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 2, pp. 238–245, 2017.
- [10] R. Indera K, E. Mina, and T. Rahman, “STABILISASI TANAH DENGAN MENGGUNAKAN FLY ASH DAN PENGARUHNYA TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang),” *J. Fondasi*, vol. 5, no. 1, 2016.
- [11] A. Prabowo, “PENGARUH STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN KAPUR DAN MATOS TERHADAP KUAT GESER DAN KONSOLIDASI TANAH GAMBUT,” *Dsp. UII*, 2018.
- [12] G. MAULANA and I. N. HAMDHAN, “Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif

- Menggunakan Campuran Renolith dan Kapur,” *Reka Racana J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 2, no. 4, pp. 11–21, 2016.
- [13] H. Santoso, Y. Cahyo, and A. Ridwan, “Penelitian stabilitas struktur tanah lempung bersifat monmorillonite menggunakan limbah ampas kopi,” *Jurmateks*, vol. 3, no. 1, pp. 108–118, 2020.
- [14] D. Fiantis, *MORFOLOGI DAN KLASIFIKASI TANAH*. 2015.
- [15] R. I. Kurniawan, A. Ridwan, S. Winarto, and A. I. Candra, “PERENCANAAN PONDASI TIANG (Studi Kasus HOTEL MERDEKA TULUNGAGUNG),” *Jurmateks*, vol. 2, no. 1, pp. 144–153, 2019.
- [16] N. Sembiring and M. Jafri, “Studi Perbandingan Uji Pemadatan Standar dan Uji Pemadatan Modified Terhadap Nilai Koefisien Permeabilitas Tanah Lempung Berpasir,” vol. 4, no. 3, pp. 371–380, 2016.
- [17] S. Andavan and V. K. Pagadala, “A study on soil stabilization by addition of fly ash and lime,” *Mater. Today Proc.*, no. xxxx, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2019.11.323.
- [18] A. I. Candra, S. Anam, Z. B. Mahardana, and A. D. Cahyono, “STUDI KASUS STABILITAS STRUKTUR TANAH LEMPUNG PADA JALAN TOTOK KEROT KEDIRI MENGGUNAKAN LIMBAH KERTAS,” *Ukarst J. Univ. Kadiri Ris. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 88–97, 2018.
- [19] M. I. Hermawan, L. Afriani, and Iswan, “Korelasi Kuat Tekan Bebas dengan Kuat Geser Langsung pad Tanah Lempung yang dicampur dengan Zeolit,” *J. Unila*, vol. 3, no. 1, pp. 103–116, 2015.
- [20] C. C. Ikeagwuani, I. N. Obeta, and J. C. Agunwamba, “Stabilization of black cotton soil subgrade using sawdust ash and lime,” *Soils Found.*, vol. 59, no. 1, pp. 162–175, 2019, doi: 10.1016/j.sandf.2018.10.004.
- [21] L. D. Wesley, “Mekanika Tanah (untuk Tanah Endapan dan Residu),” *Andi Bandung*, p. 580, 2010.
- [22] G. P. Arianie and N. B. Puspitasari, “PERENCANAAN MANAJEMEN PROYEK DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI DAN EFEKTIFITAS SUMBER DAYA PERUSAHAAN (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd),” *J@ti Undip J. Tek. Ind.*, 2017, doi: 10.14710/jati.12.3.189-196.
- [23] A. R. Ekanugraha, “Evaluasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode CPM dan PERT (Studi Kasus Pembangunan Terminal Binuang Baru Kec. Binuang),” *Dsp. Univ. Islam Indones.*, 2016.

- [24] F. N. W, E. A. S, Y. Zaika, A. Munawir, and A. Rachmansyah, “Perbaikan Tanah Ekspansif Dengan Penambahan Serbuk Gypsum dan Abu Sekam Padi untuk Mengurangi Kerusakan Struktur Perkerasan,” *Rekayasa Sipil*, 2015.
- [25] H. Cahyadi, “Pengertian Kayu Menurut Para Ahli,” 2017.
- [26] I. Al Hadi, “Identifikasi Jenis Bambu (*Bambusa Sp*) di Desa Sidoharjo Kecamatan Tugumulyo Kabupaten Musi Rawas,” *MIPA Repos.*, 2017.
- [27] K. Widnyana, “Bambu Dengan Berbagai Manfaatnya,” *Bumi Lestari*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2008.
- [28] I. Santosa and E. Sulistiawati, “Ekstraksi Abu Kayu Dengan Pelarut Air Menggunakan Sistem Bertahap Banyak Beraliran Silang,” *Chem. J. Tek. Kim.*, vol. 1, no. 1, p. 33, 2014, doi: 10.26555/chemica.v1i1.504.
- [29] D. Suheryanto, “Penelitian Pembuatan Arang Bambu (Bamboo Charcoal) pda Suhu Rendah untuk Produk Kerajinan,” *Din. Kerajinan dan Batik Maj. Ilm.*, vol. 32, no. 2, pp. 33–48, 2016, doi: 10.22322/DKB.V32I2.1032.
- [30] R. I. Kusuma, E. Mina, and A. P. Utomo, “STABILISASI TANAH MENGGUNAKAN FLY ASH TERHADAP NILAI KUAT TEKAN BEBAS BERDASARKAN VARIASI KADAR AIR OPTIMUM (Studi Kasus Jalan Raya Bojonegara, Kab. Serang),” *J. Fondasi*, vol. 6, no. 1, pp. 1–10, 2017.
- [31] A. Gunarti, “Dukung Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Spent Catalyst Rcc 15 Dan Kapur,” *J. BENTANG*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2014.
- [32] A. D. Huri, K. Yulianto, S. P. R W, and S. Hardiyati, “Stabilisasi Tanah dengan Fly Ash dan Semen untuk Badan Jalan PLTU Asam-Asam,” *J. Karya*, vol. 2, no. 1, pp. 1–8, 2013.
- [33] D. Elisabeth Riska Anggraeni, “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja dan Shift Kerja (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta),” *J. Eng. Res. Appl.*, p. 605, 2017.
- [34] Nenny and H. Al Imran, “Uji Pemadatan Tanah Samaya Sebagai Bahan Timbunan Pada Bendungan Urugan,” *Prosding SNTT FGDT*, 2015.