

Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Banjarmasin Dengan Bottom Ash Sebagai Lapisan Subgrade Pada Perkerasan Jalan

*Irwandy Muzaidi¹, Muhammad Fitriansyah², Elia Anggarini³, Gigih Tegar Setiawan⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Banjarmasin, Jl Gubernur Syarkawi Kabupaten Barito Kuala, 70582

*irwann.muzaidi@gmail.com; lia.teweh@gmail.com; fitriansyahm3@gmail.com

Abstract

The city of Banjarmasin is an area dominated by soft soil, which falls into the category of several types of clay that have low soil bearing capacity. In its natural condition, the soil in Banjarmasin is considered unsuitable for use in road pavement construction if used as fill material. The aim of this research is to improve the physical and mechanical properties of soft clay soil in Banjarmasin by using industrial waste from the coal-fired power plant in Pulang Pisau. The research method used involved mixing variations of bottom ash + natural soil at 5%, 10%, and 15% with curing periods of 3 days, 7 days, and 14 days. The results of the study indicate that the greater the addition of bottom ash, the higher the CBR value. The soaked CBR was obtained with natural soil + bottom ash 0% at 13.16%, natural soil + bottom ash 5% at 14.66% (cured for 3 days), 17.95% (cured for 7 days), and 18.55% (cured for 14 days). Natural soil + bottom ash 10% yielded 20.94% (cured for 3 days), 25.73% (cured for 7 days), and 26.33% (cured for 14 days). Natural soil + bottom ash 15% resulted in 23.46% (cured for 3 days), 27.52% (cured for 7 days), and 28.12% (peram 14 hari). Thus, the composition of the soft clay soil in Banjarmasin can be used as a preferred filling material.

Keywords: Soft Soil; Stabilization, Bottom Ash

Abstrak

Kota Banjarmasin merupakan daerah yang didominasi dengan tanah lunak, tanah lunak tersebut termasuk dalam golongan beberapa tanah lempung yang memiliki daya dukung tanah yang rendah. Pada kondisi alami, tanah di Banjarmasin dianggap tidak sesuai untuk digunakan dalam pekerjaan konstruksi perkerasan jalan jika digunakan sebagai timbunan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki sifat fisis dan sifat mekanis tanah lempung lunak di Banjarmasin dengan menggunakan bahan limbah industri batu bara dari PLTU Pulang Pisau. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan mencampur variasi bottom ash + tanah asli sebesar 5%, 10%, dan 15% dengan masa pemeraman 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar penambahan bottom ash maka akan menaikkan nilai CBR, adapun CBR soaked diperoleh dengan nilai tanah asli + bottom ash 0% sebesar 13,16%, tanah asli + bottom ash 5% sebesar 14,66% (peram 3 hari) 17,95% (peram 7 hari), 18,55% (peram 14 hari). Tanah asli + bottom ash 10% sebesar 20,94% (peram 3 hari), 25,73% (peram 7 hari), 26,33% (peram 14 hari). Tanah asli + bottom ash 15% sebesar 23,46% (peram 3 hari), 27,52% (peram 7 hari), 28,12% (peram 14 hari). Sehingga komposisi Tanah lempung lunak Banjarmasin dapat digunakan sebagai bahan timbunan pilihan.

Kata Kunci: tanah lempung lunak, stabilisasi, bottom ash

PENDAHULUAN

Tanah merupakan material dasar yang sangat berperan penting dalam sebuah konstruksi, karena pada dasarnya tanah berperan sebagai tumpuan semua jenis konstruksi. Tanah juga sebagai dasar berdirinya suatu struktur yang harus mempunyai sifat dan daya dukung yang baik terhadap tanah, demi kekuatan suatu bidang struktur, baik struktur bangunan gedung maupun jalan yang secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan dari daya dukung tanah dasarnya dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja di atasnya. Menurut pandangan teknik sipil, tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas. Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, maupun keduanya (Hardiyatmo, 2002).

Kota Banjarmasin merupakan daerah yang didominasi dengan tanah lunak, tanah lunak tersebut termasuk dalam golongan tanah lempung yang memiliki daya dukung dan stabilitas tanah yang rendah. Pada kondisi alami, tanah di Banjarmasin dianggap tidak

sesuai untuk digunakan dalam pekerjaan konstruksi perkerasan jalan jika digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*). Oleh karena itu diperlukan stabilisasi tanah untuk meningkatkan kapasitas dukung pada tanah agar dapat digunakan untuk memenuhi suatu kebutuhan konstruksi. Stabilisasi tanah dapat dilakukan dengan cara mekanis, fisis dan kimiawi (*modification of admixture*). Stabilisasi dengan menggunakan bahan tambah sering disebut juga stabilisasi kimia yang bertujuan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah, dengan cara mencampur tanah menggunakan bahan sesuai perbandingan tertentu.

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa penulis seperti (Windia Prahesti, Sholeh, & riyanto, 2021), melakukan penilaian "pengaruh penambahan bottom ash terhadap nilai cbr sebagai bahan stabilisasi tanah lempung dibandean". sangat berpengaruh terhadap perbaikan sifat - sifat tanah yang akan digunakan untuk bahan stabilisasi tanah lempung ataupun (Witri Meidilla, 2017) yang membahas tentang pengaruh penambahan abu dasar (bottom ash) pada tanah lempung ekspansif terhadap nilai *california bearing ratio* (CBR) test diketahui bahwa bahan stabilisasi menggunakan berbagai campuran terutama

bottom ash memiliki efek dan pengaruh perubahan yang cukup baik.

Berdasarkan (Purnama, 2018) Melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan *Bottom Ash* Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Lakarsantri Surabaya Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal”. Pada penelitian ini diperoleh pengaruh penambahan *bottom ash* terhadap nilai daya dukung pondasi dangkal optimum pada persentase penambahan *bottom ash* sebesar 37,5% dengan nilai daya dukung pondasi dangkal sebesar 49,575 t/m² yaitu mencapai peningkatan sebesar 91,67%. Jadi dapat disimpulkan penambahan *bottom ash* sampai dengan 37,5% pada tanah lempung ekspansif maka nilai daya dukung pondasi dangkal meningkat, sedangkan pada penambahan *bottom ash* sebesar 50% dan 62,5% nilai daya dukung pondasi dangkal mengalami penurunan yaitu sebesar 39,366 t/m² dan 29,666 t/m² atau mengalami peningkatan sebesar 52,20% dan 14,70% dari keadaan tanah ekspansif tanpa penambahan *bottom ash*.

Bottom ash adalah limbah abu yang ukurannya lebih besar dari pada *fly ash*, sehingga *bottom ash* akan jatuh pada dasar tungku pembakaran (*boiler*). Menurut ukurannya limbah debu di bagi menjadi dua yaitu abu terbang (*fly ash*) dan abu dasar (*bottom ash*). Pada pembakaran batubara di dalam boiler akan menghasilkan limbah berupa debu (*ash*). Pada penelitian kali ini dilakukan stabilisasi menggunakan limbah industri batu bara yang biasa disebut *Bottom ash* dari PLTU Pulang Pisau, dengan campuran 0%, 5%, 10%, dan 15%. Dengan pemanfaatan limbah abu dasar (*Bottom ash*) untuk stabilisasi tanah ini diharapkan dapat menghasilkan kualitas tanah yang kuat. Setelah dilakukan penelitian nantinya akan diketahui karakteristik sifat fisis dan mekanis tanah lempung lunak yang sudah distabilisasi menggunakan campuran limbah abu dasar (*bottom ash*) agar menjadi pondasi pendukung sebuah konstruksi seperti subgrade jalan raya.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah yang muncul dalam penelitian ini adalah bagaimana sifat fisis dan mekanis tanah lempung lunak sebelum dan sesudah dicampur dengan *bottom ash* 0%, 5%, 10, 15%? dan Bagaimana komposisi tanah lempung lunak dengan *bottom ash* yang dapat digunakan untuk perencanaan *subgrade* sesuai spesifikasi Bina Marga.

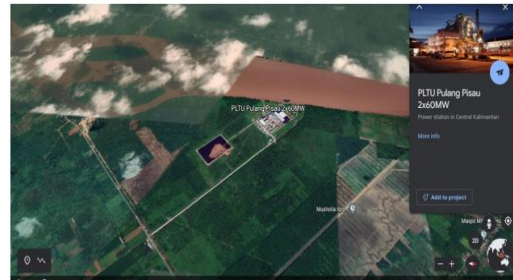
METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu tahap persiapan, pekerjaan lapangan, pekerjaan laboratorium dan analisis hasil penelitian. Kegiatan persiapan meliputi, mengurus perizinan pemakaian Laboratorium Mekanika Tanah, mempersiapkan bahan berupa tanah dan *bottom ash*, serta persiapan alat-alat yang dipakai. Pekerjaan lapangan adalah pengambilan sampel tanah di lokasi berupa sampel tanah *disturbed*. Selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium, yaitu pengujian sifat fisis dan mekanis tanah yang sudah distabilisasi. Hasil pengujian laboratorium kemudian akan dianalisis sehingga

diperoleh beberapa kesimpulan. Pada penelitian ini dilaksanakan dua variasi percobaan, yaitu pemeraman selama 3 hari, 7 hari, dan 14 hari.

Lokasi Penelitian

Adapun lokasi pengambilan benda uji tanah yang dilakukan pada penelitian ini adalah didaerah kota Banjarmasin provinsi Kalimantan Selatan, sedangkan untuk benda uji *bottom ash* akan diambil di PLTU Pulang Pisau Provinsi Kalimantan Tengah. Selanjutnya akan dilakukan pengujian benda uji yang akan dilaksanakan di laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan *bottom ash*

Tahapan Pengumpulan Data

Data-data yang diperlukan pada penelitian ini yaitu sifat fisis tanah dan sifat mekanis tanah diantaranya adalah sifat fisis tanah meliputi kadar air, berat jenis, analisa saringan, berat volume, atterberg. Selain itu juga sifat mekanis tanah meliputi, pemadatan, *California Bearing Ratio* (CBR), dan *Unconfined Compression Strengh* (UCS).

Pembuatan Benda Uji

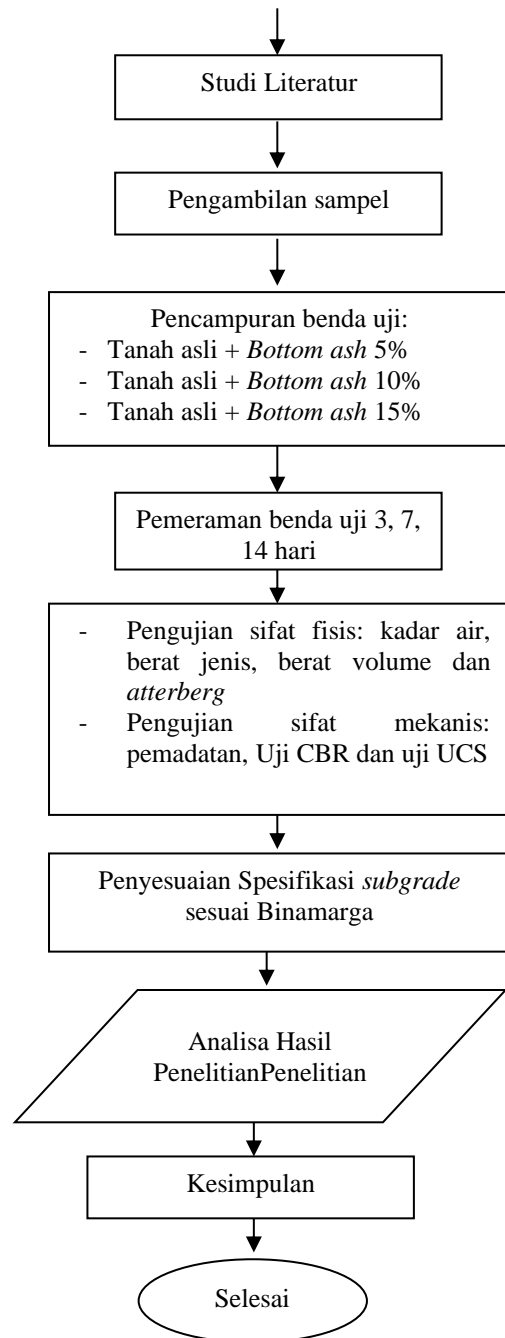
Siklus pembuatan benda uji pada penelitian ini terbagi menjadi tiga yaitu, benda uji yang di peram selama 3 hari, benda uji yang diperam selama 7 hari dan benda uji diperam selama 14 hari. Benda uji pada penelitian ini terbagi menjadi empat yaitu, 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat sampel tanah asli yang akan dicampur. Berikut tabel komposisi campuran yang akan digunakan pada pembuatan benda uji:

Tabel 1. Komposisi campuran benda uji

No.	Variasi	Waktu Peram	Benda Uji
1.	Tanah asli	-	1
2.	Tanah asli + 5 % Bottom ash	3 Hari	2
3.	Tanah asli + 5% bottom ash	7 Hari	2
4.	Tanah asli + 5% bottom ash	14 Hari	2
5.	Tanah asli + 10% bottom ash	3 Hari	2
6.	Tanah asli + 10% bottom ash	7 Hari	2
7.	Tanah asli + 10% bottom ash	14 Hari	2
8.	Tanah asli + 15% bottom ash	3 Hari	2
9.	Tanah asli + 15% bottom ash	7 Hari	2
10.	Tanah asli + 15% bottom ash	14 Hari	2

Tabel 2. Pembuatan campuran tanah asli dengan *bottom ash*

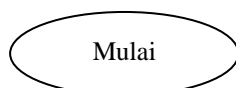
No.	Tanah Asli		Bottom Ash		Berat Total Campuran (Gr)	Peram
	Persentase (%)	Berat (Gr)	Persentase (%)	Berat (Gr)		
1.	95%	4750	5%	250	5000	
2.	90%	4500	10%	500	5000	3 Hari
3.	85%	4250	15%	750	5000	
4.	95%	4750	5%	250	5000	
5.	90%	4500	10%	500	5000	7 Hari
6.	85%	4250	15%	750	5000	
7.	95%	4750	5%	250	5000	
8.	90%	4500	10%	500	5000	14 Hari
9.	85%	4250	15%	750	5000	
Jumlah		40500		4500	45000	



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Diagram Alir Penelitian

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini merupakan hasil dari sebuah penelitian yang dilakukan di laboratorium langsung. Adapun penelitian yang dilakukan meliputi uji sifat fisis dan sifat mekanis.

Pengujian kadar air

Pengujian kadar air ini dimaksudkan untuk menentukan kadar air contoh tanah yaitu perbandingan berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat kering tanah tersebut. Pengujian kadar air ini berdasarkan (SNI 1965:2008) Pengujian kadar air berhubungan dengan Atterberg, Pemadatan, dan CBR.

Hasil pengujian kadar air (w_c) menunjukkan bahwa nilai kadar air yaitu tanah lempung lunak adalah sebesar 90,00% Hasil pengujian kadar air tanah asli dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar air tanah asli

Langkah Pengujian		Hasil Perhitungan		
		1	2	3
Nomor Cawan		1	2	3
Berat Cawan	W1	9,8	11,3	11,99
Berat Cawan + Tanah Basah	W2	29,82	34,29	28,23
Berat Cawan + Tanah Kering	W3	20,32	23,88	20,18
Berat Air	$W_w = W_2 - W_3$	9,5	10,41	8,05
Berat Tanah Kering	$W_s = W_3 - W_1$	10,49	11,89	8,76
Kadar Air	$\omega = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$	90,56%	87,55%	91,89%
Rata-rata Kadar Air	ω	90,00%		

Dapat disimpulkan dalam perhitungan pada pengujian kadar air tanah asli, bahwa didapatkan nilai kadar air dari tanah asli yang terkandung dalam cawan I adalah 90,56%, cawan II adalah 87,55% dan cawan III adalah 91,89% Sehingga didapat kadar air rata-rata sebesar 90,00%

Kadar air tanah asli + limbah bottom ash

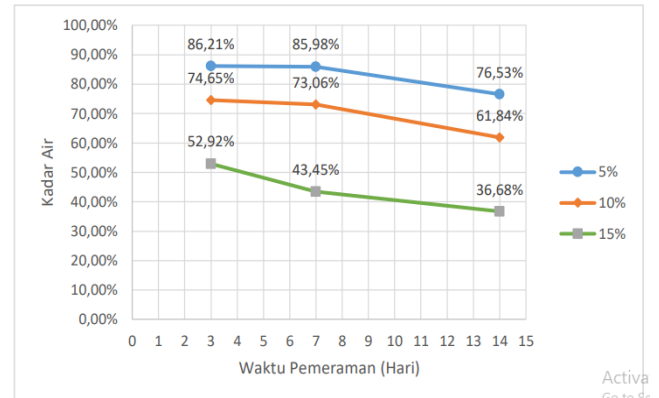
Nilai hasil pengujian rata-rata kadar air Tanah Asli + Limbah bottom ash 5%, 10% dan 15% dengan waktu pemeraman 7 hari dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 4. Kadar Air Tanah Asli + Bottom Ash 5%, 10%, dan 15%

Variasi Campuran	Waktu Pemeraman		
	3 hari	7 hari	14 hari
Tanah asli + bottom ash 5%	86,21%	85,98%	76,53%
Tanah asli + bottom ash 10%	74,65%	73,06%	61,84%
Tanah asli + bottom ash 15%	59,92%	43,45%	36,68%

Dapat disimpulkan dari Tabel 4, didapatkan nilai kadar air tanah asli + 5% bottom ash (peram 3 hari) yaitu 86,21%, (peram 7 hari) yaitu 85,98%, (peram 14 hari) yaitu 76,53%, tanah asli + 10% bottom ash (peram 3 hari) yaitu 74,65%, (peram 7 hari) yaitu 73,06%, (peram 14 hari) yaitu 61,84% dan tanah asli + bottom ash 15%

(peram 3 hari) yaitu 52,92%, (peram 7 hari) yaitu 43,45%, (peram 14 hari) yaitu 36,68%. Dari percobaan pemeriksaan kadar air bahwa pada penambahan bottom ash 15% dengan waktu pemeraman 14 hari didapat hasil 36,68% sudah memenuhi persyaratan kadar air Tanah Lempung yaitu antara 30%–50%.



Gambar 3. Grafik Hubungan Nilai Kadar Air dan Waktu Pemeraman Tanah Asli + Bottom Ash

Pada Gambar 3 menampilkan persentase perubahan kadar air tanah asli + bottom ash 5%, tanah asli + bottom ash 10%, dan tanah asli + bottom ash 15% dengan waktu pemeraman 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Tanah asli + bottom ash 5% pemeraman 3 hari mengalami penurunan sebesar 0,23% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami penurunan sebesar 9,45% terhadap pemeraman 14 hari. Tanah asli + bottom ash 10% pemeraman 3 hari mengalami penurunan sebesar 1,59% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami penurunan sebesar 11,22% terhadap pemeraman 14 hari. Tanah asli + bottom ash 15% pemeraman 3 hari mengalami penurunan sebesar 8,98% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami penurunan sebesar 6,77% terhadap pemeraman 14 hari. Sehingga dari grafik hubungan dapat diketahui bahwa semakin tinggi kadar bottom ash dan lama masa pemeraman maka akan menurunkan nilai kadar air tanah tersebut.

Berat Jenis tanah asli + bottom ash

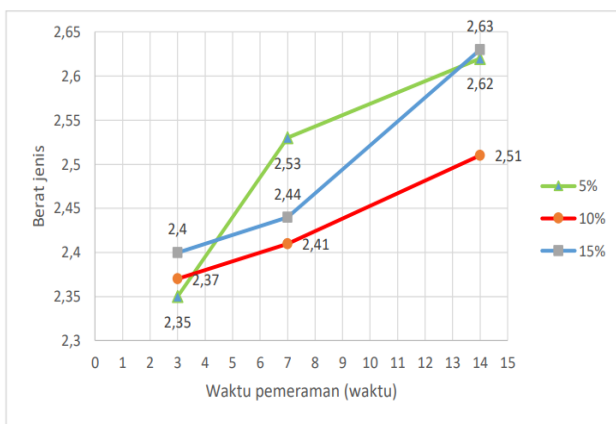
Hasil pengujian berat jenis tanah asli + Bottom ash 5%, 10%, dan 15% pemeraman 3 hari, 7 hari, dan 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5 berikut

Tabel 5. Berat jenis tanah asli + bottom ash

Variasi Campuran	Waktu Pemeraman		
	3 hari	7 hari	14 hari
Tanah asli + bottom ash 5%	2,35	2,53	2,62
Tanah asli + bottom ash 10%	2,37	2,41	2,51

Tanah asli + bottom ash 15%	2,40	2,44	2,63
-----------------------------	------	------	------

Dapat disimpulkan dari Tabel 5, didapatkan nilai berat jenis tanah asli + *bottom ash* 5% (peram 3 hari) yaitu 2,35, (peram 7 hari) yaitu 2,53 dan (peram 14 hari) yaitu 2,62. tanah asli + *Bottom Ash* 10% (peram 3 hari) yaitu 2,37, (peram 7 hari) yaitu 2,41, dan (peram 14 hari) yaitu 2,51. tanah asli + *bottom ash* 15% (peram 3 hari) yaitu 2,40, (peram 7 hari) yaitu 2,44, dan (peram 14 hari) yaitu 2,63. Dari Hasil percobaan pemeriksaan berat jenis tersebut yang masuk dalam persyaratan Berat Jenis Tanah (*Specific gravity*) lempung organik antara 2,58-2,65 berada pada tanah asli + *bottom ash* 5% peram 14 hari dengan nilai 2,62 dan tanah asli + *bottom ash* 15% peram 14 hari dengan nilai 2,63.



Gambar 4. Grafik Hubungan Nilai berat Jenis dan Waktu pemeraman Tanah Asli dan *Bottom Ash*

Gambar 4. menampilkan persentase perubahan berat jenis tanah asli + bottom ash 5%,10%, dan 15% terhadap waktu pemeraman 3 hari, 7 hari, dan 14 hari. Tanah asli + bottom ash 5% pemeraman 3 hari mengalami peningkatan sebesar 0,18% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami peningkatan sebesar 0,09% terhadap pemeraman 14 hari. Tanah asli + bottom ash 10% pemeraman 3 hari mengalami peningkatan sebesar 0,04% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami peningkatan sebesar 0,1% terhadap pemeraman 14 hari. Tanah asli + bottom ash 15% pemeraman 3 hari mengalami peningkatan sebesar 0,04% terhadap pemeraman 7 hari, pemeraman 7 hari mengalami peningkatan sebesar 0,19% terhadap pemeraman 14 hari. Semakin lama waktu pemeraman maka berat butir tanah dan berat air bersih dengan isi volume semakin tinggi sehingga berat jenis sampel uji diperoleh semakin tinggi.

Unconfined Compression Strength Test (UCST) ASTM 2166

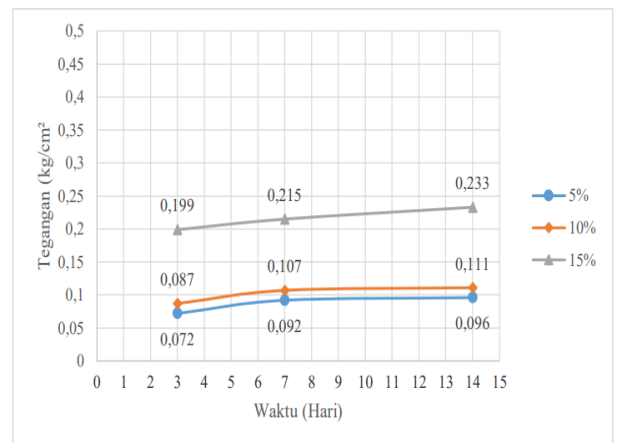
Pengujian *Unconfined Compression Strength Test* ini untuk bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tekanan bebas tanah yang bersifat kohesif dalam keadaan asli maupun buatan. Pengujian ini berhubungan dengan pengujian kadar air.

Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli + Bottom Ash 5%, 10%, dan 15% (peram 3 hari dan 7 hari) menunjukkan bahwa nilai regangan dan tegangan tanah campuran bervariasi. Hasil pengujian dapat dilihat Tabel 6 dan gambar 4 berikut.

Tabel 6. *Unconfined Compression Strength Test* Tanah Asli + *Bottom Ash*

Variasi Campuran	Waktu Pemeraman		
	3 hari	7 hari	14 hari
Tanah asli + bottom ash 5%	0,071 kg/m ²	0,092 kg/m ²	0,078 kg/m ²
Tanah asli + bottom ash 10%	0,087 kg/m ²	0,107 kg/m ²	0,094 kg/m ²
Tanah asli + bottom ash 15%	0,215 kg/m ²	0,233 kg/m ²	0,199 kg/m ²

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 nilai kuat tekan tanah asli + Bottom Ash 5%, 10% dan 15% (peram 3 hari, 7 hari dan 14 Hari) berikut



Gambar 5. Grafik Hubungan Tegangan dan Waktu Pemeraman Tanah Asli + *Bottom Ash* 5%, 10% dan 15%

Dapat disimpulkan dari Gambar 5 dan Tabel 6 bahwa nilai kuat tekan bebas mengalami peningkatan tertinggi pada persentase penambahan bottom ash 15% kondisi pemeraman 14 hari dengan nilai 0,233 kg/cm². Hal ini disebabkan oleh adanya ikatan Antara butir tanah dan bottom ash yang menyebabkan tanah menjadi lebih kuat dibandingkan dengan kondisi tanah asli.

California Bearing Ratio (CBR)

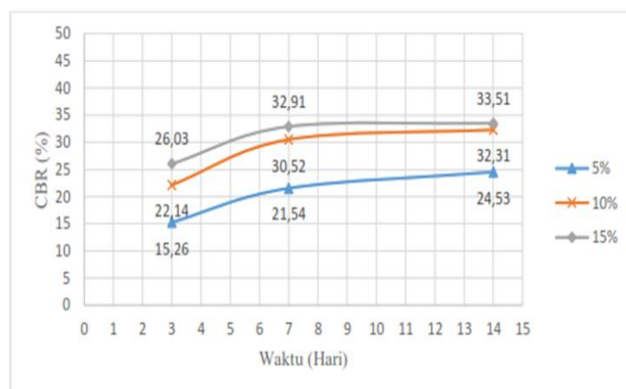
Pengujian ini bertujuan untuk menentukan suatu kualitas tanah pada suatu konstruksi jalan baik pada timbunan biasa maupun timbunan pilihan. Pengujian ini memiliki hubungan dengan analisa saringan dan kadar air. Hasil Pengujian CBR Tanah Asli dan Tanah Asli + Bottom Ash 5%,10%, dan 15% dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. *California Bearing Ratio (CBR)* Tanah Asli + *Bottom Ash*

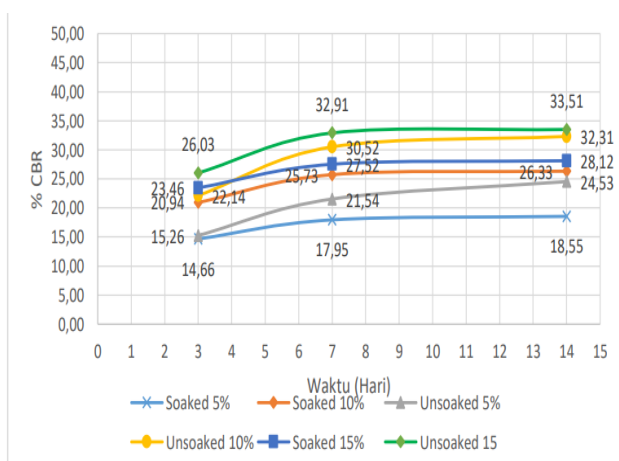
Variasi Campuran	Waktu Pemeraman		
	3 hari	7 hari	14 hari

Tanah Asli		13,16%		
Tanah asli + bottom ash 5%		14,66%	17,95%	18,55%
Tanah asli + bottom ash 10%	Soaked	20,95%	25,73%	26,33%
Tanah asli + bottom ash 15%		23,46%	27,52%	28,12%
Tanah asli		13,46%		
Tanah asli + bottom ash 5%		15,26%	21,54%	24,53%
Tanah asli + bottom ash 10%	Unsoaked	22,14%	30,52%	32,31%
Tanah asli + bottom ash 15%		26,03%	32,91%	33,51%

Dapat disimpulkan dari Tabel 7 di atas nilai CBR Unsoaked lebih besar dibandingkan nilai CBR soaked. Nilai tertinggi terdapat pada tanah asli + Bottom Ash 15% peram 14 hari yaitu 33,51%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 5 dan 6 berikut.



Gambar 6. Grafik hubungan nilai CBR soaked tanah asli + bottom ash terhadap waktu pemeraman



Gambar 7. Grafik hubungan Nilai CBR Soaked dan Unsoaked Tanah Asli + Bottom Ash Terhadap Waktu Pemeraman

Gambar 6 dan 7 dapat diketahui bahwa semakin banyak penambahan persentase bottom ash dan waktu pemeraman dapat mempengaruhi peningkatan nilai CBR soaked dan unsoaked menjadi semakin tinggi. Berdasarkan gambar di atas nilai CBR tertinggi berada pada penambahan bottom ash unsoaked sebesar 15% dengan nilai 33,51%. Hal ini disebabkan oleh adanya ikatan Antara butiran tanah dan bottom ash yang menyebabkan tanah menjadi lebih kuat dibandingkan dengan kondisi tanah asli. Berdasarkan Hasil pengujian CBR tanah asli dan tanah asli + bottom ash kedua kondisi tersebut sudah memenuhi syarat standar Bina Marga dengan nilai CBR minimal 10%. Namun dari hasil pengujian tanah asli dan tanah asli + bottom ash disetiap campuran mengalami peningkatan nilai CBR.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini dan analisa yang telah peneliti lakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Semakin besar penambahan bottom ash pada tanah lempung lunak maka dapat memperbaiki nilai-nilai parameter tanah dilihat dari pengujian sifat fisis dan mekanis tanah.
2. Komposisi tanah lempung lunak Banjarmasin untuk perencanaan timbunan sesuai spesifikasi Bina Marga, masuk ke dalam kategori timbunan pilihan dengan nilai yang lebih efisien digunakan dalam timbunan pilihan adalah pada penambahan bottom ash 15% peram 14 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrean, A. P., Iswan., & Muhammad, J. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Uji Kuat Tekan Bebas pada Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Kapur pada Kondisi Rendaman. *Eksperimental*, 4(2), 236–255.
- Bina Marga, D. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan perumahan rakyat.
- Bowles, J. (1997). Analisis dan Desain Pondasi. Jakarta: Erlangga
- Damanik, W. (2019). Pengaruh Bottom Ash Pada Subbase Lapisan Perkerasan Jalan Dengan Tambahan Semen. Sumatra Uatar: Universitas Sumatra Uatar

- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis). *Erlangga*, 1–291.
- Fahriana, N., Ismida, Y., Novita Lydia, E., & Ariesta, H. (2019). Analisa Klasifikasi Tanah Dengan Metode USCS (Meurandeh Kota Langsa). *Jurnal Ilmiah JURUTERA*, 005-013.
- Firman Hakim Wasis, H., Setia Utami, H., Purwanto, D., & Hario Setiadji, B. (2012). Penggunaan Terasil Sebagai Material Modifier Untuk Perbaikan Daya Dukung Subgrade. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro*, 1-10.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah 1* (3rd ed.). GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS.
- Hendarsin, S. L. T. (2000). *Penuntun Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya* (P. N. B.-J. T. Sipil (ed.); 1st ed.). Politeknik Negeri Bandung - Jurusan Teknik Sipil.
- . Purnama, Y. (2018). Pengaruh Penambahan Bottom Ash Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Daerah Lakarsantri Surabaya Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal. *Prodi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya*, 1-9
- Setiawan, I., Muzaidi, I., & Fitriansyah, M. (2020). Laterite Soil Behavior - Geotextile (Study of Laterite Soil, Tanah Laut District). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 821(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/821/1/012017>
- Syafri, E., Jafri, M., & Afriani, L. (2012). Studi Daya Dukung Tanah Lempung Plastisitas Rendah Yang Distabilisasi Menggunakan Tx-300 Sebagai Lapisan Subgrade. *Jurnal Teknik Sipil UBL*, 289-297.
- Syahdi, S., & Suhaimi, M. (2017). Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Pasir Putih Untuk Stabilisasi Tanah Desa Bangkuang. *GRADASI TEKNIK SIPIL*, 53(2), 21–25. ejurnal.poliban.ac.id
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa. *Penerbit Erlangga*, 2, 1–373.
- Widia Parahesti, M., Sholeh, m., & Riyanto, s. (2021). pengaruh penambahan bottom ash terhadap nilai cbr sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. *manajemen rekayasa konstruksi*, 1-4.
- Witri Meidilla, D. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Dasar (Bottom Ash) Pada Tanah Lempung Ekspansif. *Rekayasa Teknik Sipil Vol 3 Nomor 03/rekat/17* (2017), 310 - 318, 1-8.