

Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Dan Permeabilitas Tanah Lempung Yang Dicampur Dengan Semen Dan Abu Ampas Tebu

Bruno Rikardo Nahak Kosat, Fauzy Lebang, Amran Setiawan

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : kadalmsl45@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 20-02-2023

Direvisi: 16-08-2023

Disetujui: 30-09-2023

Abstract. *Soft clay has a relatively low subgrade bearing capacity and relatively large subgrade compression and lasts for a relatively long time so that it becomes a major problem in the development of transportation infrastructure. One of the efforts to improve soft clay soil is by adding bagasse ash and cement as a stabilizing agent on the soil. The research aims to determine the curing time on the value of unconfined compressive strength in clay soil after adding bagasse ash and cement, the permeability value of clay soil after adding bagasse ash and cement and the comparison value of unconfined compressive strength with curing time. This study used a variation of 0%,5%,10%,15% of palm bunch ash and cement by 5% of the dry weight of the soil. The test results of the free compressive strength value with a curing time of 0 days at 5% Cement + Sugar Bagasse Ash 0%, 5%, 10%, and 15% there was an increase and decrease in the value of the free compressive strength (Q_u), in this case the highest Q_u was in the variation cement 5% and bagasse ash 10% with a curing time of 14 days an increase in cohesion value of 0.716. The permeability coefficient increases with the increase in the percentage of bagasse ash with a fixed percentage of cement. With an average increase in the coefficient of permeability of 0.0149.*

Abstrak. Tanah lempung lunak (soft clay) memiliki daya dukung tanah dasar yang relatif rendah dan pemampatan tanah dasarnya yang relatif besar serta berlangsung relatif lama sehingga menjadi masalah utama pada pembangunan infrastruktur transportasi. Salah satu usaha perbaikan tanah lempung lunak dengan cara menambahkan abu ampas tebu dan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung setelah penambahan abu ampas tebu dan semen, nilai permeabilitas terhadap tanah lempung setelah penambahan abu ampas tebu dan semen dan nilai perbandingan kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman. Penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebanyak 0%,5%,10%,15% serta semen sebesar 5% dari berat tanah kering. Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman 0 hari pada Semen 5% + Abu Ampas Tebu 0%, 5%, 10%, dan 15% adanya kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan bebas (Q_u), dalam hal ini Q_u tertinggi pada variasi semen 5% dan abu ampas tebu 10% dengan waktu pemeraman 14 hari terjadi peningkatan nilai kohesi yaitu **0,716**. koefisien permeabilitas semakin meningkat seiring pertambahan persentase abu ampas tebu dengan persentase semen yang tetap. Dengan rata-rata peningkatan koefisien permeabilitasnya sebesar 0.0149.

Keywords:

Unconfined Compressive Strength; Permeability; Clay Soil; Cement; Sugarcane Bagasse Ash

Corresponden author:

Email: kadalmsl45@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Tanah dasar (subgrade) secara umum dapat didefinisikan sebagai lapisan tanah yang letaknya paling bawah atau permukaan tanah semula atau permukaan galian maupun timbunan yang kemudian dipadatkan dan diletakkan pada bagian bawah pada suatu konstruksi, bertujuan agar tanah timbunan tidak mengalami longsor. Tanah dasar dapat berupa, tanah asli yang dipadatkan dan memiliki katagori tanah asli yang tergolong baik, tanah urugan yang memiliki material tanah lebih baik dibandingkan dengan tanah aslinya, atau tanah asli yang dapat distabilisasi dengan menggunakan bahan tambah (additive), tanah dasar (subgrade) memiliki peran utama sebagai menerima tekanan akibat bebanyang berada diatasnya sehingga harus mampu menerima tekan akibat bebantampa mengalami perubahan dan kerusakan yang berarti dan juga tidak mengalami kelongsoran pada tanah timbunan.

Stabilisasi tanah merupakan suatu upaya yang digunakan untuk memperbaiki sifat tanah dasar sehingga mutunya dapat lebih baik dan dapat meningkatkan kemampuan daya dukung tanah. Stabilisasi dilakukan dengan cara mencampurkan beberapa bahan tambah ke dalam tanah lempung. Salah satu parameter yang dapat diketahui

apakah tanah tersebut daya dukungnya baik atau tidak bisa dilihat dari nilai kuat tekan tanah dan juga kuat geser tanah. Kuat tekan bebas tanah dapat diketahui dengan pengujian Unconfined Compression Test (UCT) serta kuat geser dapat diketahui dengan pengujian Direct Shear di laboratorium, sehingga dapat diketahui nilai kohesi, dan sudut geser.

Berbagai macam bahan tambah digunakan untuk stabilisasi tanah, dalam hal ini untuk meningkatkan kuat tekan serta kuat geser tanah lempung. Salah satu yang akan saya teliti dalam tugas akhir iniyaitu bahan tambah campuran dengan semen dan abu ampas tebu. Abu ampas tebu merupakan limbah pabrik gula yang sangat melimpah yang dampak dari pengolahan limbah yang tidak sesuai dapat menyebabkan dampak negatif di lingkungan pabrik, salah satunya yaitu dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah pertanian warga di sekitar pabrik. Abu Ampas tebu sendiri memiliki sifat pozzolan (mengandung silika) yang memenuhi persyaratan sebagai bahan tambah dalam upaya stabilisasi tanah. Sedangkan Semen secara umum adalah zat perekat dari semua jenis, tetapi dalam arti yang lebih sempit bahan pengikat, yang mengandung pengatur dan pengerasan dari hidrasi, merupakan kombinasi kimiawi dari senyawa semen dengan air yang menghasilkan kristal submikroskopik atau bahan seperti gel dengan luas permukaan tinggi, pada umumnya semen digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk pengaruh campuran semen terhadap daya dukung tanah lempung yang telah distabilisasi.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung setelah penambahan abu ampas tebu dan semen, nilai permeabilitas terhadap tanah lempung setelah penambahan abu ampas tebu dan semen dan nilai perbandingan kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman.

2. METODE PENELITIAN

Uji fisis dan mekanis tanah, pembuatan benda uji, dan uji mekanis benda uji di Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Bosowa, di Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Adapun penelitian ini menggunakan tanah lempung dengan campuran limbah abu ampas tebu dan semen, sehingga waktu penelitian ini direncanakan dilaksanakan pada bulan April 2021- juni 2021. Pada penelitian ini digunakan Semen Portland Tipe I sebagai bahan stabilisasi dan melihat seberapa besar pengaruh campuran semen terhadap daya dukung tanah lempung yang telah distabilisasi. Berdasarkan hal tersebut, maka dalam tugas akhir ini memuat penelitian Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan bebas dan permeabilitas tanah lempung yang di campur dengan semen dan abu ampas tebu. Pada penelitian ini saya menggunakan 2 bahan tambah yaitu semen dan abu ampas tebu untuk mengetahui pengaruh dari perpaduan 2 bahan tambah tersebut dengan semen sebagai stabilisator. Adapun untuk pengujian terhadap kuat tekan bebas menggunakan uji *Unconfined Compression Test (UCT)* dan permeabilitas.

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah untuk

- a. Untuk mengetahui waktu pemeraman dan permeabilitas terhadap tanah lempung
- b. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran semen dan abu ampas tebu terhadap nilai kuat tekan bebas tanah lempung.

Variabel dalam penelitian ini yaitu :

- a. Variabel bebas (Abu ampas tebu dan Semen)
- b. Variabel terikat (Tanah Lempung)

Tabel 1. Notasi dan Jumlah Sampel

No	Variasi	Semen	Abu Ampas Tebu	Waktu Pemeramn	Notasi	Jumlah
1	Tanah Lempung	0 %	0%	0	TN	
2	Tanah Lempung + Abu Ampas Tebu+Semen	5 %	5 %	0	KSTS 5 A	1
				7	KSTS 5 B	1
				14	KSTS 5 C	1
3	Tanah Lempung + Abu Ampas Tebu+Semen	5 %	10 %	0	KSTS 10 A	1
				7	KSTS 10 B	1
				14	KSTS 10 C	1
4	Tanah Lempung + Abu Ampas Tebu+Semen	5 %	15 %	0	KSTS 15 A	1
				7	KSTS 15 B	1
				14	KSTS 15 C	1
Total Sampel						12

Tabel 2. Notasi dan Jumlah Sampel

No	Variasi	Semen	Abu Ampas Tebu	Waktu Pemeramn	Notasi	Jumlah
1	Tanah Lempung	0%	0 %	0	TN	
2	Tanah Lempung + Semen+Abu Ampas Tebu	5 %	5 %	0	PST 5 A	1
				7	PST 5 B	1
				14	PST 5 C	1
3	Tanah Lempung + Semen+ Abu Ampas Tebu	5 %	10 %	0	PST 10 A	1
				7	PST 10 B	1
				14	PST 10 C	1
4	Tanah Lempung + Semen+Abu	5 %	15 %	0	PST 15 A	1

No	Variasi	Semen	Abu Ampas Tebu	Waktu Pemeramn	Notasi	Jumlah
	Ampas Tebu			7	PST15 B	1
				14	PST15 C	1
Total Sampel						12

Analisa data yang digunakan yaitu analisis terhadap data hasil uji di laboratorium sebagai berikut :

- a. Analisis Tanah Asli
 - 1) Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
 - 2) Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung
 - 3) Analisis data
 - 4) Pemadatan (Uji Proctor)
 - 5) Analisis batas-batas konsistensi untuk mengklasifikasikan hasil uji batas cair dan batas plastis golongan tanah lempung.
 - 6) Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.
- b. Analisis Tanah yang distabilisasi
 - 1) Pengaruh abu ampas tebu dan semen sebagai bahan stabilisasi terhadap nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung.
 - 2) Pengaruh waktu pemeraman terhadap nilai kuat tekan pada tanah lempung dengan campuran bahan variasi.
 - 3) Pengaruh tanah lempung dengan campuran bahan variasi terhadap nilai permeabilitas.

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	40.80	%
2	Pengujian berat jenis	2.640	g/cm ³
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	56.55	%
	2. Batas Plastis	34.35	%
	3. Batas Susut	17.56	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	22.20	%
	5. Activity	0.78	
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	99.88	%
	#20 (0,85 mm)	99.52	%
	#40 (0,43 mm)	99.02	%
	#60 (0,25 mm)	97.72	%
	#80 (0,180 mm)	95.67	%
	#100 (0,15 mm)	91.52	%
	#200 (0,075 mm)	85.43	%
5	Pasir		
	Lanau	56.89	%
	Lempung	28.27	%
6	Pengujian Kompaksi		
	Kadar Air Optimum	16.63	%
	γ dry	1.64	gr/cm ³

Sumber: Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas

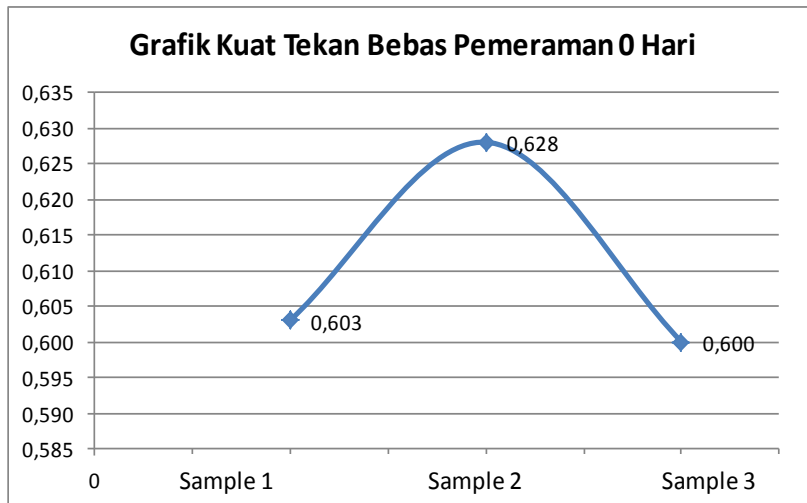
Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas pada tanah lempung + 5% semen yang divariasi dengan Abu Ampas Tebu 5%, 10%, dan 15% dapat dilihat pada Table 4 berikut.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas pada Pemeraman

No	Persentase Campuran	Nama Sampel	Berat Sampel (gr)		Berat Air (gram)		Kadar Air (%)		qu (kg/cm ²)	qu Rata - Rata (kg/cm ²)
			Basah	Kering	Sampel	Rata-rata	Sampel	Rata-rata		
1	TANAH ASLI	S1	262,40	194,70	67,700	69,333	34,771	35,723	0,452	0,452
		S2	263,50	194,30	69,200		35,615		0,490	
		S3	264,40	193,30	71,100		36,782		0,415	
2	TANAH + 5% SEMEN+5%AAT	S1	283,30	210,30	73,000	75,633	36,282	36,697	0,566	0,603
		S2	283,30	207,40	75,900		36,596		0,603	
		S3	287,60	209,60	78,000		37,214		0,641	
	TANAH + 5% SEMEN+5%AAT PEMERAMAN 7 HARI	S1	286,60	210,30	76,300	76,733	36,282	36,697	0,675	0,665
		S2	283,30	207,40	75,900		36,596		0,716	
		S3	287,60	209,60	78,000		37,214		0,603	
	TANAH + 5% SEMEN+5%AAT PEMERAMAN 14 HARI	S1	286,60	210,30	76,300	76,733	36,282	36,697	0,641	0,705
		S2	283,30	207,40	75,900		36,596		0,716	
		S3	287,60	209,60	78,000		37,214		0,758	
3	TANAH + 5% SEMEN +10%AAT	S1	274,10	202,80	71,300	69,867	35,158	35,337	0,641	0,628
		S2	263,50	195,60	67,900		34,714		0,679	
		S3	265,20	194,80	70,400		36,140		0,566	
	TANAH + 5% SEMEN +10%AAT PEMERAMAN 7 HARI	S1	274,10	202,80	71,300	69,867	35,158	35,337	0,716	0,666
		S2	263,50	195,60	67,900		34,714		0,679	
		S3	265,20	194,80	70,400		36,140		0,603	
	TANAH + 5% SEMEN +10%AAT PEMERAMAN 14 HARI	S1	274,10	202,80	71,300	69,867	35,158	35,337	0,754	0,716
		S2	263,50	195,60	67,900		34,714		0,716	
		S3	265,20	194,80	70,400		36,140		0,679	
4	TANAH + 5% SEMEN +15%AAT	S1	236,50	171,10	65,400	63,000	38,223	36,098	0,600	0,600
		S2	232,10	171,80	60,300		35,099		0,638	
		S3	244,30	181,00	63,300		34,972		0,563	
	TANAH + 5% SEMEN +15%AAT PEMERAMAN 7 HARI	S1	236,50	202,80	33,700	39,900	16,617	20,230	0,638	0,650
		S2	232,10	195,60	36,500		18,661		0,675	
		S3	244,30	194,80	49,500		25,411		0,638	
	TANAH + 5% SEMEN +15%AAT PEMERAMAN 14 HARI	S1	236,50	171,10	65,400	63,000	38,223	36,098	0,675	0,688
		S2	232,10	171,80	60,300		35,099		0,713	
		S3	244,30	181,00	63,300		34,972		0,675	

a. Pemeraman 0 Hari

Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman Semen 5% + Abu Ampas Tebu 0%, 5%, 10%, dan 15%.

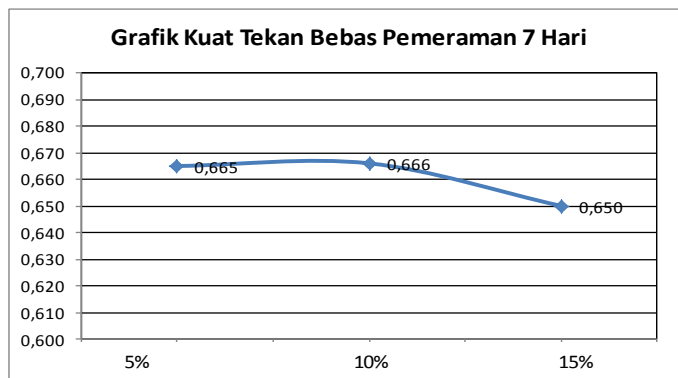


Gambar 1. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas 0 Hari Pemeraman

Pada pengujian kuat tekan bebas tanah lempung yang dicampur dengan semen dan abu ampas tebu dengan waktu pemeraman 0 hari, dapat dilihat adanya kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan bebas (Qu). Pada sampel tanah lempung dengan campuran semen dan abu ampas tebu 10% adanya kenaikan pada nilai kuat tekan bebas yang paling baik yaitu **0,628 kg/cm²**.

b. Pemeraman 7 Hari

Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman Semen 5% + Abu Ampas Tebu 0%, 5%, 10%, dan 15%.

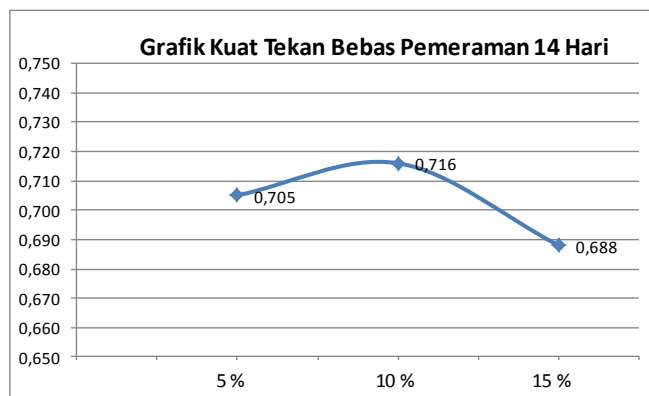


Gambar 2. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas 7 Hari Pemeraman

Pada Waktu Pemeraman 7 hari, Nilai kuat tekan bebas seperti pada gambar di atas. Terjadi kenaikan setiap sampel dari campuran semen dan abu ampas tebu Hal itu menunjukkan bahwa penambahan kadar abu ampas tebu 10%, memberikan pengaruh yang baik pada sampel tanah lempung yaitu **0.666**.

c. Pemeraman 14 Hari

Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman Semen 5% + Abu Ampas Tebu 0%, 5%, 10%, dan 15%.



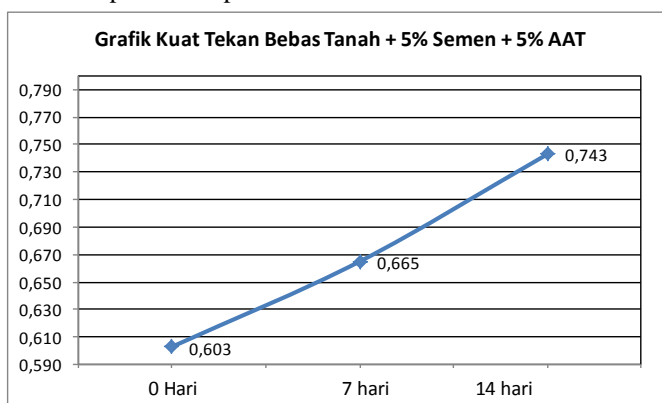
Gambar 3. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas 14 Hari Pemeraman

Pada pemeraman 14 hari, Nilai kuat tekan bebas Terjadi kenaikan setiap sampel dari campuran semen dan abu ampas tebu, menunjukkan bahwa pada penambahan abu ampas tebu 5% maka terjadi adanya kenaikan pada nilai kuat tekan bebas yaitu 0.716.

Hasil Pengujian pada Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas

a. Pengaruh Variasi Pada Penambahan Semen 5% + Abu Ampas Tebu 5%

Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan Abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.

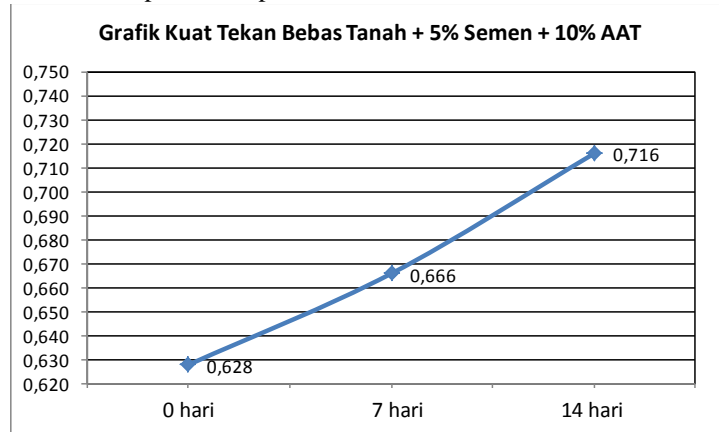


Gambar 4. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan Abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari.

Gambar 4. diperoleh nilai kuat tekan bebas pada waktu pemeraman penambahan semen 5% dan abu ampas tebu 5% dengan waktu pemeraman 14 hari terjadi peningkatan nilai kohesi sebanyak 0,743 dari tanah asli dengan nilai yang diperoleh sebanyak 0,34.

b. Pengaruh variasi pada penambahan semen 5% + abu ampas tebu 10 %

Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari,7 hari,14 hari dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

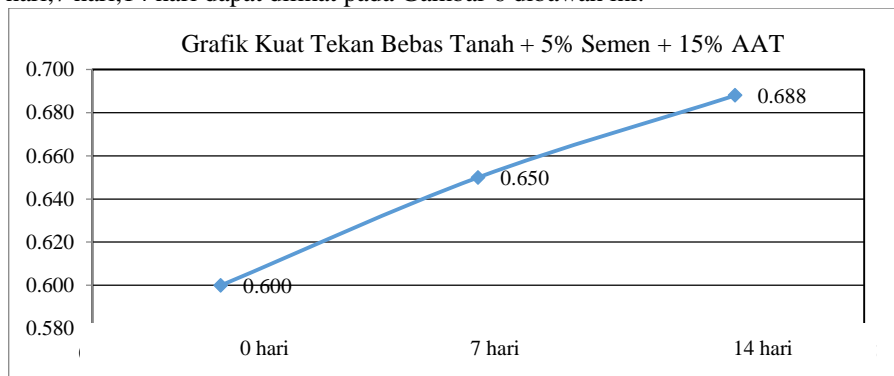


Gambar 5. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari,7 hari,14 hari

Gambar 5. diperoleh nilai kuat tekan bebas pada waktu pemeraman penambahan semen 5% dan abu ampas tebu 10% dengan waktu pemeraman 14 hari terjadi peningkatan nilai kohesi yaitu 0,716.

c. Pengaruh variasi pada penambahan semen 5% + abu ampas tebu 15%

Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan Abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari,7 hari,14 hari dapat dilihat pada Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Hasil Pengujian Nilai Kuat Tekan Bebas pada Variasi Semen dan Abu ampas tebu dengan Waktu Pemeraman 0 hari,7 hari,14 hari

Gambar 6. berdasarkan gambar di atas dapat dilakukan penambahan semen 5% dan abu ampas tebu 15 dengan pemeraman 14 hari terjadi peningkatan nilai kuat tekan bebas sebanyak 0,14 dari tanah asli dengan nilai yang diperoleh sebanyak 0,688.

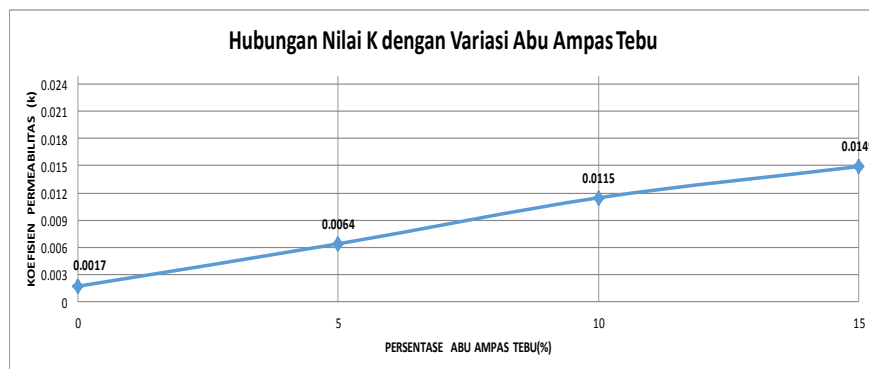
Hasil Pengujian Permaebilitas

Hasil dari pengujian permeabilitas dengan variasi semen dan abu ampas tebu dapat dilihat pada Tabel 5 dan Gambar 7. berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian Permaebilitas dengan Variasi Semen dan Abu Ampas Tebu

Komposisi Campuran	Koefisien Permeabilitas K (cm/Menit)
Tanah Asli	0.0017
Tanah Asli + 5% Semen + 5% AAT	0.0064
Tanah Asli + 5% Semen + 10% AAT	0.0115
Tanah Asli + 5% Semen + 15% AAT	0.0149

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021



Gambar 7. Hubungan Nilai K dengan Variasi Permeabilitas pada Semen dan Abu Ampas Tebu

Tabel 5. dan Gambar 7. dapat dilihat bahwa seiring penambahan variasi abu ampas tebu maka nilai koefisien permaeabilitasnya juga semakin besar, hal ini terjadi karena abu ampas tebu merupakan bahan berpori. Sehingga air mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut karena sifatnya yang higroskopik atau mudah menyerap air. Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa koefisien permeabilitas semakin meningkat seiring pertambahan persentase abu ampas tebu dengan persentase semen yang tetap. Dengan rata-rata peningkatan koefisien permeabilitasnya sebesar 0.0149. Hal ini terjadi karena abu ampas tebu merupakan bahan berpori. Sehingga air mudah terserap dan mengisi pori-pori tersebut karena sifatnya yang higroskopik atau mudah menyerap air.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa tanah lempung lunak (soft clay) memiliki daya dukung tanah dasar yang relatif rendah dan pemampatan tanah dasarnya yang relatif besar serta berlangsung relatif lama sehingga menjadi masalah utama pada pembangunan infrastruktur transportasi . Salah satu usaha perbaikan tanah lempung lunak dengan cara menambahkan abu ampas tebu dan semen sebagai bahan stabilisasi pada tanah. Penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebanyak 0%,5%,10%,15% serta semen sebesar 5% dari berat tanah kering. Hasil pengujian nilai kuat tekan bebas dengan waktu pemeraman 0 hari pada Semen 5% + Abu Ampas Tebu 0%, 5%, 10%, dan 15% adanya kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan bebas (Qu), dalam hal ini Qu tertinggi pada variasi semen 5% dan abu ampas tebu 10% dengan waktu pemeraman 14 hari terjadi peningkatan nilai kohesi yaitu **0,716**. koefisien permeabilitas semakin meningkat seiring pertambahan persentase abu ampas tebu dengan persentase semen yang tetap. Dengan rata-rata peningkatan koefisien permeabilitasnya sebesar 0.0149.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Atina Rezki. 2013. Kajian Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Yang Distabilisasi Dengan Abu Ampas Tebu Dan Semen. Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Andi Anisah Nurul Zahra., 2017.: “Analisis Kuat Geser dan Permeabilitas Tanah Lempung Lunak yang Dicampur dengan Fly Ash dan Abu Sekam Padi” (Skripsi), Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa.
- Bowles, Joseph E, 1986, Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Casagrande. 1942. Sistem Klssifikasi Unifed Soil & Clasification System (USCS).
- Dzulfadli Rauf, 2018, “Uji Karakteristik Kuat Tekan Tanah Stabilisasi Semen dengan Bahan Aditif Alkalin”, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin ,Makassar
- Hardiyatmo, H.C, 2006, Mekanika Tanah I & Mekanika Tanah II Edisi Kelima, Gadjah Mada University Prees, Jakarta
- Herman,2017 “Pengaruh Waktu Pemeraman Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Serbuk Kayu” Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Padang Jalan Gajah Mada Kandis Nanggalo, Padang,25143, Sumatera Barat
- Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan. Yogyakarta: Gadjah Mada University
- Hardiyatmo, H. C. 1992. Mekanika Tanah I. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christiady 2010. Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan. Yogyakarta: Gadjah Mada University

- Hardiyatmo. 2006, "Mekanika Tanah 1" Edisi Keempat: Yogyakarta.
- Irwhan Jaya Susanto, 2014, "Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu Terhadap Penurunan Konsolidasi Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Kapur" Fakultas Teknik, Universitas Muhamadiyah Surakarta Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102
- John Tri Hatmoko, 2008 "Kuat Tekan Bebas Tanah Lempung Ekspansif yang Distabilisasi dengan Abu Ampas Tebu Dan Kapur" Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- Sri Wahyuni Hutagalung, 2013 "Kajian Kuat Tekan Bebas Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Stabiziing Agents Serbuk Kaca dan Semen" Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara, Medan
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. Mekanika Tanah I. Yogyakarta : Kanisius.
- Soedarmo, G. D. & Purnomo, S. J. E. 1997. Mekanika Tanah II. Yogyakarta : Kanisius.
- Sutarman, E. Konsep dan Aplikasi Mekanika Tanah, Penerbit: Andi, Jakarta.
- Terzaghi, K., Peck, R. B. 1987. Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Verhoef, PNW. 1994. Geologi Untuk Teknik Sipil. Erlangga. Jakarta.
- Wesley, L. D. 1977. Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu, Penerbit: Andi, Jakarta