

Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit Dan Variasi Fly Ash Terhadap Nilai CBR Dan Permeabilitas Tanah

Arkam Saputra, Fauzy Lebang, Tamrin Mallawangeng

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

E-mail : arkamsaputra04@gmail.com

Artikel info

Artikel history:

Diterima: 15-03-2023

Direvisi: 17-08-2023

Disetujui: 30-09-2023

Abstract. *Soft clay soil 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. The aim of the research is to determine the effect of a mixture of palm bunch ash and variations of fly ash on the CBR value of clay soil and to determine the effect of a mixture of palm bunch ash and variations of fly ash on the permeability of clay soil. One of the efforts to improve soft clay soil is by adding palm bunch ash as a stabilizing agent on the soil. This study uses a variation of ash of palm bunches as much as 7.5% and fly ash of 0%, 15%, 30%, 45% of dry soil weight. The result of CBR penetration of Original Soil is 6.9% and for the addition of 7.5% Palm Oil Bunches + 0% Fly Ash decreased by 4.8%, however the CBR value increases with the addition of Fly Ash percentage, 15% Fly Ash + 7.5% Palm Oil Bunches the CBR value is 5.3%, Fly Ash 30% + Oil Palm Bunches 7.5% CBR value of 5.8% and with the addition of Fly Ash 45% + Oil Palm Bunches 7.5% an increase in CBR value of 6.1%, while the results of the Permeability Coefficient of Original Soil are 0.000888 and for Original Soil with the added material of 7.5% Palm Bunches and 0% Fly Ash of 0.0013 with a difference of 0.000412, while the addition of fly ash variations for the variation of 7.5% Palm Bunches + 15% Fly Ash the permeability value of 0.0007 decreased permeability*

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. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap nilai CBR tanah lempung dan mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap permeabilitas tanah lempung. Salah satu usaha perbaikan tanah lempung lunak dengan cara menambahkan abu tandan sawit sebagai bahan stabilisasi pada tanah. Penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebanyak 7,5% serta fly ash sebesar 0%, 15%, 30%, 45% dari berat tanah kering. Hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 6.9% dan untuk penambahan Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 0% mengalami penurunan sebesar 4.8%, Namun nilai CBR meningkat seiring penambahan persenan Fly Ash, Fly Ash 15% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.3%, Fly Ash 30% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.8% dan pada penambahan Fly Ash 45% + Tandan Sawit 7.5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 6.1%, sedangkan hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,000888 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Tandan Sawit 7,5% dan Fly Ash 0% sebesar 0,0013 dengan selisih 0.000412, sedangkan pada penambahan variasi fly ash untuk variasi Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 15% nilai permeabilitasnya 0.0007 mengalami penurunan permeabilitas

Keywords:

Palm Bunch Ash; Fly Ash; CBR; Soil Permeability

Corresponden author:

Email: arkamsaputra04@gmail.com



artikel dengan akses terbuka dibawah lisensi CC BY -4.0

1. PENDAHULUAN

Tanah berguna sebagai bahan bangunan dalam pekerjaan teknik sipil, salah satunya pada konstruksi jalan raya. Stabilitas konstruksi perkerasan secara langsung akan dipengaruhi oleh kemampuan tanah dasar dalam menerima dan meneruskan beban yang bekerja. Namun, tidak semua lapisan tanah dasar mampu menahan beban di atasnya. Hanya tanah yang memiliki klasifikasi baik yang mampu berfungsi sebagai daya dukung. Tanah dasar (subgrade) merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Kekuatan dan keawetan maupun tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar ini.

Craig (1991) menyatakan tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan

ronggarongga diantara material tersebut berisi udara dan air. (Verhoef, 1994). Jadinya suatu perubahan kimiawi dengan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu pengaruh iklim, eksfoliasi, erosi oleh angin dan hujan, abrasi, serta kegiatan organik. Sedangkan pelapukan kimiawi meliputi perubahan mineral batuan menjadi senyawa mineral yang baru dengan proses yang terjadi antara lain seperti oksidasi, larutan (solution), pelarut (leaching).

Tanah merupakan material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Tanah berguna sebagai bahan bangunan pada berbagai macam pekerjaan teknik sipil, di samping itu tanah berfungsi juga sebagai pendukung pondasi dari bangunan (Das, 1995). Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan, tetapi istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat jenis tanah yang khusus. Lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis (Hardiyatmo, 1992).

Umumnya tanah lempung memiliki sifat plastisitas tinggi, volume akan berubah bila kadar air berubah. Sifat inilah yang dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi perkerasan seperti retaknya jalan, terangkatnya lapisan perkerasan, jalan bergelombang dan sebagainya. Oleh sebab itu, sifat tanah lempung yang kurang baik harus diperbaiki sebelum melaksanakan suatu konstruksi. Usaha perbaikan sifat-sifat tanah dasar lempung lunak dilakukan dengan cara distabilisasi. Metode stabilisasi dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan tambahan (additive) untuk memperbaiki mutu tanah dasar tersebut. Pemanfaatan bahan limbah yang ramah lingkungan juga perlu dipertimbangkan sebagai bahan perkuatan tanah. Untuk memperbaiki mutu tanah digunakan bahan pencampur yang salah satunya adalah Abu Tandan Sawit.

Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap nilai CBR tanah lempung dan mengetahui pengaruh campuran abu tandan sawit dan variasi fly ash terhadap permeabilitas tanah lempung.

2. METODE PENELITIAN

Pemeriksaan, pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Pada bulan Maret 2021 – Mei 2021. Penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebanyak 7,5% serta fly ash sebesar 0%, 15%, 30%, 45% dari berat tanah kering. Hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 6.9% dan untuk penambahan Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 0% mengalami penurunan sebesar 4.8%, Namun nilai CBR meningkat seiring penambahan persenan Fly Ash, Fly Ash 15% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.3%, Fly Ash 30% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.8% dan pada penambahan Fly Ash 45% + Tandan Sawit 7.5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 6.1%, sedangkan hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,000888 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Tandan Sawit 7,5% dan Fly Ash 0% sebesar 0,0013 dengan selisih 0.000412, sedangkan pada penambahan variasi fly ash untuk variasi Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 15% nilai permeabilitasnya 0.0007 mengalami penurunan permeabilitas.

Sebagaimana judul penelitian ini adalah “Analisis Stabilitas Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit dan Fly Ash Terhadap Nilai CBR dan Rembesan”. Maka variabel yang digunakan adalah :

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi Abu Tandan Sawit dan Fly Ash
- Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai CBR dan Rembesan (Permeabilitas).

Jenis pengujian material dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Pengujian Karakteristik Tanah

No	Jenis Pengujian	Referensi
1.	Kadar air	ASTM D 2216-(71)
2.	Berat Jenis tanah	SNI 03-1964-2008/ ASTM D854-88(72)
3.	Batas cair (liquid limit, LL)	SNI 03-1967-1990
4.	Batas Plastis (plastic limit, PL)	SNI 03-1966-1990
5.	Batas Susut	SNI 3422 2008
6.	Indeks plastisitas (plasticity index, PI)	SNI 03-1966-1990
7.	Analisa saringan	SNI 03-1968-1990
8.	Analisis hydrometer	SNI 03-3423-1994

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

a) Analisis Tanah Asli

- Analisis distribusi butiran terhadap tanah yaitu melakukan analisis hasil pengujian tanah di laboratorium dan klasifikasinya menurut klasifikasi tanah serta menggolongkannya menurut jenis mineral tanah.
- Analisis kadar air dan berat jenis tanah lempung lunak terhadap penggunaan lapisan tanah dasar.
- Analisis hasil pemadatan (Uji Proctor)

- Analisis hasil pemadatan tanah asli dilakukan guna mengetahui nilai kadar air optimum terhadap peningkatan kepadatan tanah.
- b) Analisis Tanah yang distabilisasi
 - Nilai CBR terhadap variasi Abu Tandan Sawit.
 - Nilai koefisien rembesan terhadap variasi Abu Tandan Sawit.

Hasil pengujian karakteristik tanah dan notifikasi dan jumlah sampek dapat dilihat pada Tabel 2 samapai dengan Tabel5. dibawah ini

Tabel 2. Notifikasi dan Jumlah Sampel

NO	JENIS PERCOBAAN	MATERIAL DAN KOMPOSISI CAMPURAN	KODE SAMPEL	JUMLAH SAMPEL	TOTAL SAMPEL
1	Pemadatan Tanah (Compaction)	Tanah Asli 100% (2000 gram)	TA	5	20
		Tanah 93% (1850 gram)+ 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	K1	5	
		Tanah 78% (1550 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 15%(300) fly ash	K2	5	
		Tanah 63% (1250 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 30% (600gram) fly ash	K3	5	
		Tanah 48% (950 gram) + 7,5% (150 gram) Abu tandan sawit + 45% (900gram) fly ash			
2	CBR	Tanah Asli 100% (5000 gram)	CT	3	15
		Tanah 93% (4625 gram)+ 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	CT0	3	
		Tanah 78% (3875 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 15%(750) fly ash	CT15	3	
		Tanah 63% (3125 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 30% (1500gram) fly ash	CT30	3	
		Tanah 48% (2375 gram) + 7,5% (375 gram) Abu tandan sawit + 45% (2250gram) fly ash	CT45	3	
3	Permeabilitas	Tanah Asli 100% (500 gram)	PT	1	5
		Tanah 93% (462.5 gram)+ 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 0% (0gram)fly ash	PT0	1	
		Tanah 78% (387.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 15%(75) fly ash	PT15	1	
		Tanah 63% (312.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 30% (150gram) fly ash	PT30	1	
		Tanah 48% (237.5 gram) + 7,5% (37.5 gram) Abu tandan sawit + 45% (225gram) fly ash	PT45	1	
TOTAL SAMPEL					40

Tabel 3. Hasil Pengujian Kompaksi Tanah

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	2000	0%	0	0%	0	2000
2	93%	1850	7.5%	150	0%	0	2000
3	78%	1550	7.5%	150	15%	300	2000
4	63%	1250	7.5%	150	30%	600	2000
5	48%	950	7.5%	150	45%	900	2000

Tabel 4. Hasil Pengujian CBR Tanah

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	5000	0%	0	0%	0	5000
2	93%	4625	7.5%	375	0%	0	5000
3	78%	3875	7.5%	375	15%	750	5000
4	63%	3125	7.5%	375	30%	1500	5000
5	48%	2375	7.5%	375	45%	2250	5000

Tabel 5. Hasil Pengujian Permeabilitas Tanah

NO	Tanah Lempung		Abu Tandan		Fly Ash		Berat Total Sampel
	Persentasi	Berat	Persentasi	Berat (g)	Persentasi	Berat (g)	
1	100%	500	0%	0	0%	0	500
2	93%	462.5	7.5%	37.5	0%	0	500
3	78%	387.5	7.5%	37.5	15%	75	500
4	63%	312.5	7.5%	37.5	30%	150	500
5	48%	237.5	7.5%	37.5	45%	225	500

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil dari pengujian karakteristik tanah tanpa bahan tambah di laboratorium diperoleh data sebagaimana pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah

No	Parameter	Hasil	Satuan
		Tanah Asli	
1	Pemeriksaan kadar air mula-mula	47.49	%
2	Pengujian berat jenis	2.591	-
3	pengujian batas-batas atterberg		
	1. Batas Cair (LL)	32.59	%
	2. Batas Plastis	15.49	%
	3. Batas Susut	8.64	%
	4. Indeks Plastisitas (PI)	17.10	%
	5. Activity	0.49	%
4	Pengujian analisa saringan dan Hidrometer		
	#4 (4,75 mm)	100.00	%
	#10 (2,00 mm)	99.48	%
	#20 (0,85 mm)	98.30	%
	#40 (0,43 mm)	95.80	%
	#60 (0,25 mm)	92.04	%
	#80 (0,180 mm)	89.94	%
	#100 (0,15 mm)	86.24	%
	#200 (0,075 mm)	81.69	%
5	Pasir		
	Lanau	18.31	%
	Lempung	47.01	%
		34.68	%

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021

Hasil pengujian sifat Mekanis pengujian setelah dicampur Fly ash dan variasi Tandan Sawit diperoleh data sebagaimana pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7 Sifat Mekanik Tanah Setelah Dicampur Tandan Kelapa Sawit dan Fly Ash

Pengujian Kompaksi	K1	K2	K3	K4	K5
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Kadar Air Optimum g dry	21.67	22.57	21.52	21.40	21.36
Pengujian CBR	C1	C2	C3	C4	C5
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
Nilai CBR	6.9%	4.8%	5.3%	5.8%	6.1%
Rembesan (Permeabilitas)	P1	P2	P3	P4	P4
Fly Ash	0%	0%	15%	30%	45%
Tandan	0%	7.5%	7.5%	7.5%	7.5%
K	0.000888	0.0013	0.0007	0.0007	0.0006

Sumber : Hasil Pengujian Laboratorium Universitas Bosowa, 2021

AASHTO (American Association Of State Highway and Transportation Officials)

Sistem klasifikasi tanah yang menggunakan klasifikasi AASHTO dengan berdasarkan uji analisa distribusi butiran serta hasil uji batas-batas Atterberg, yaitu :

- Tanah lolos saringan No.200 = 81.69%
- Batas Cair (LL) = 32.59

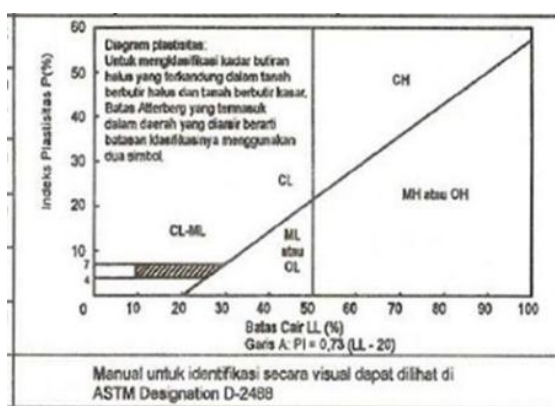
- Batas Plastis (PL) = 15.49
- Batas Susut = 8.64
- Indeks Plastisitas (IP) = 17.10

Berdasarkan analisa basah, persentase bagian tanah yang lolos saringan no. 200 adalah 81,69 (>30%). Sehingga tanah di klasifikasikan dalam kelompok : (A-4,A-5 ; A-6,A7)

Batas cair (LL) = 32,59%. Untuk tanah yang batas cairnya lebih kecil dari 41% maka tanah tersebut masuk dalam kelompok A-6 Indeks Plastisitas (IP) = 17.10%. Untuk kelompok A-6 nilai PI minimumnya sebesar 11% maka tanah dikelompokkan kedalam kelompok A-6 (Tanah Berlempung)

USCS (Unified Soil Classification System)

Dari analisis saringan basah didapatkan tanah lolos saringan no. 200 lebih besar dari 50% sehingga masuk kedalam klasifikasi tanah lempung. Batas cair (LL) = 32.59% dan indeks plastisitas (PI) = 17.10%. Dari bagian plastisitas, klasifikasi tanah masuk dalam kategori CL, Karena nilai LL 32.59% (Lebih kecil dari 50%) maka termaksud CL, selanjutnya PI = LL – PL atau PI = 32.59% - 15.49= 24,83%,CL adalah symbol lempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang. Dari karakteristik material diatas (yaitu plastisitas dan distribusi ukuran partikel) dapat disimpulkan bahwa tanah tersebut adalah : Tanah Lempung (clay) dengan sifat plastisitas sedang.



Gambar 1. Sistem Klasifikasi Tanah USCS (Unified Soil Classification System)

Berat Jenis (Gs)

Berat Jenis tanah adalah perbandingan antara berat butir-butir dengan berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada tempratur tertentu. Pengujian ini dimaksud untuk menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No.40 dengan menggunakan labu ukur. Dari hasil pemeriksaan berat jenis diperoleh berat jenis 2,591. Dari nilai berat jenis tersebut, tanah tersebut termasuk kategori lempung organik yang mempunyai nilai berat jenis antara 2,68-2,75

Tabel 8. Pembagian Jenis tanah berdasarkan berat jenis

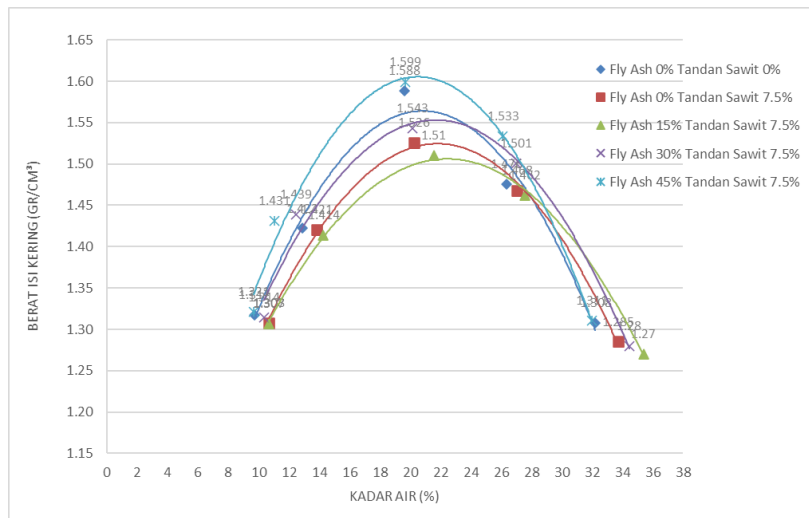
Macam Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,65 – 2,68
Lempung Anorganik	2,58 – 2,65
Humus	2,68 – 2,75
Gambut	1,37

Pengujian Kompaksi (Pemadatan)

Hasil pengujian kompaksi atau pemadatan kering tanah lempung atau tanah dengan campuran variasi Tras diperoleh :

- untuk variasi Fly Ash 0% dan Penambahan Tandan Sawit 0% kepadatan kering sebesar 1,55 gr/cm³ gr/cm³ dan kadar air sebesar 21,67% .
- untuk variasi Fly Ash 0% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi penurunan kepadatan kering sebesar 1,51 gr/cm³ dengan selisih 0,04 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 22.57% dengan selisih 1,10%.
- untuk variasi Fly Ash 15% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,53 gr/cm³ dengan selisih 0,02 gr/cm³ dan mengalami penurunan kadar air sebesar 21.52% dengan selisih 1.05%.

- untuk variasi Fly Ash 30% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,56 gr/cm³ dengan selisih 0,03 gr/cm³ dan mengalami penurunan kadar air sebesar 21.40% dengan selisih 0,12%.
- untuk variasi Fly Ash 45% dan penambahan Tandan Sawit 7.5%, terjadi kenaikan kepadatan kering sebesar 1,59 gr/cm³ dengan selisih 0,03 gr/cm³ dan mengalami kenaikan kadar air sebesar 21.36% dengan selisih 0.04%.



Gambar 2. Grafik Hubungan Penambahan Variasi Tandan Sawit

Dari Gambar 2. diatas dapat dilihat bahwa tanah asli tanpa dengan Variasi Fly Ash 0% dan Tandan Sawit 7.5 % mengalami penurunan Berat Kering tanah karena Tandan Sawit memiliki berat jenis yang lebih ringan dibandingkan berat jenis tanah, tetapi untuk kadar air optimumnya mengalami kenaikan karena penyerapan tandan sawit lebih besar , sedangkan pada penambahan Fly Ash seiring bertambahnya Variasi Fly ash Kepadatan Kering tanah mengalami kenaikan karena Fly Ash memiliki berat jenis lebih ringan dari tanah, tetapi untuk kadar airnya menurun seiring penambahan variasi dikarenakan Fly ash menyerap air lebih sedikit dibandingkan dengan tanah.

Pengujian CBR Tanpa Rendaman (Unsoaked)

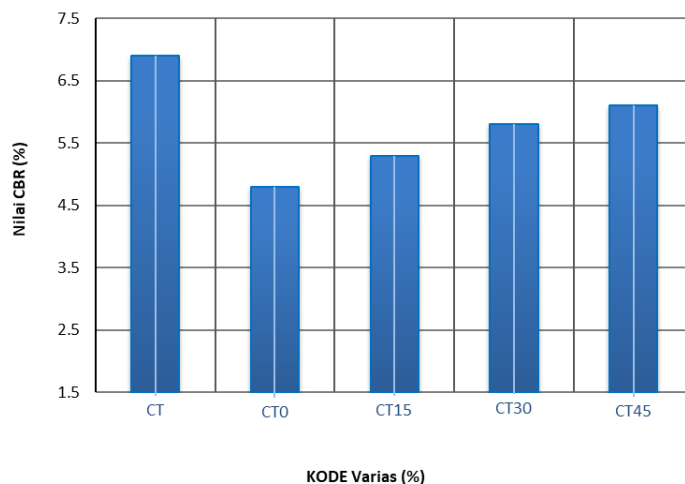
Hasil pengujian CBR Fly Ash dan variasi tras tanah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6. Hasil Pengujian CBR Fly Ash dan Variasi Tras

No	VARIASI CAMPURAN	KODE	NILAI CBR
1	FLY ASH 0%+TANDAN SAWIT 0%	CT	6.9
2	FLY ASH 0%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT0	4.8
3	FLY ASH 15%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT15	5.3
4	FLY ASH 30%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT30	5.8
5	FLY ASH 45%+TANDAN SAWIT 7.5%	CT45	6.1

Adapun Perbandingan Nilai CBR Tanah Asli dan Fly ash serta Variasi Tandan Sawit dapat dilihat pada grafik berikut :

GRAFIK NILAI CBR



Gambar 3. Nilai CBR Tanah Asli

Berdasarkan data diatas diperoleh hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 6.9% dan untuk penambahan *Tandan Sawit* 7.5%+ Fly Ash 0% mengalami penurunan sebesar 4.8%.

Namun nilai CBR meningkat seiring penambahan persenan Fly Ash, Fly Ash 15% + *Tandan Sawit* 7.5% nilai CBR sebesar 5.3%, Fly Ash 30% + *Tandan Sawit* 7.5% nilai CBR sebesar 5.8% dan pada peambahan Fly Ash 45% + *Tandan Sawit* 7.5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 6.1%

Berdasarkan tabel dan grafik hubungan tiap presentasi pencampuran *Fly Ash* dan *Tandan Sawit*, untuk penambahan *Tandan Sawit* mengalami penurunan nilai CBR dikarenakan berat isi kering pada pengujian kompaksi menurun sehingga mengalami penurunan pada nilai CBR nya, namun pada tiap penambahan variasi Fly Ash mengalami kenaikan nilai CBR karena nilai berat isi kering tanah pada pengujian kompaksi mengalami kenaikan sehingga mempengaruhi nilai CBRnya.

Pengujian Rembesan / Permeabilitas

Hasil penelitian terkait dengan Permeabilitas Tanah Asli selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Pengujian Permeabilitas

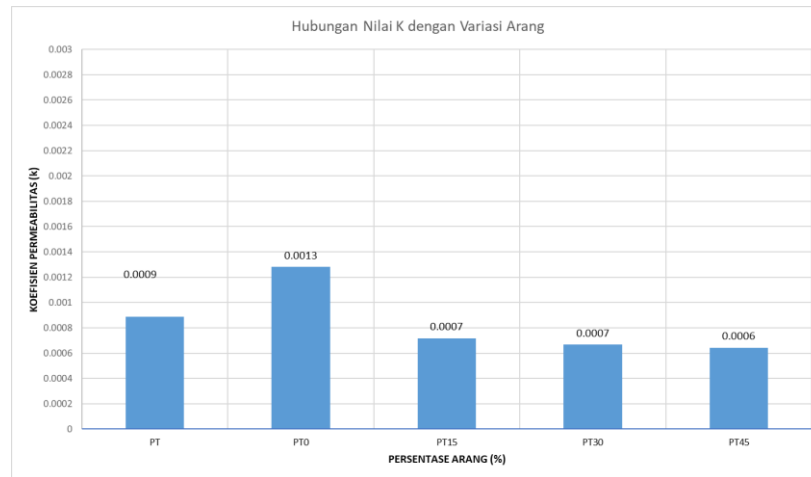
Falling Head

Diameter buret : 0.5 cm

Diameter sampel : 6.5 cm

Sampel			PT	PT0	PT15	PT30	PT45
Luas potongan melintang buret (A= $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$)	a	cm ²	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Luas potongan melintang sampel (A= $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2$)	A	cm ²	33.18	33.18	33.18	33.18	33.18
Beda tinggi Head	h	cm	10.90	16.50	8.90	8.30	8.00
Tinggi Head mula-mula	h1	cm	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Tinggi Head akhir	h2	cm	89.10	83.50	91.10	91.70	92.00
Tinggi sampel	L	cm	6.50	6.00	6.50	6.50	6.50
Waktu pengujian	t	menit	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Temperatur	T	°C	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00
Koefisien Permeabilitas (K= $2,303 \cdot (aL/At) \cdot \text{Log}(h1/h2)$)	K	cm/menit	0.000888	0.0013	0.0007	0.0007	0.0006
Gradien hidraulik (i=A/L)	i	cm/menit	5.11	5.53	5.11	5.11	5.11
Volume aliran air persatuan waktu (q= A*K*t)	q	cm ³	0.15	0.24	0.12	0.11	0.11
Kecepatan aliran (v=K*t)	v	cm/menit	0.00	0.0071	0.0037	0.0034	0.0033

Berdasarkan Tabel 7. diatas didapat hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,000888 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah *Tandan Sawit* 7,5% dan Fly Ash 0% sebesar 0,0013 dengan selisih 0.000412 mengalami kenaikan permeabilitas karena tandan sawit menyerab air lebih banyak, sedangkan pada penambahan variasi fly ash untuk variasi *Tandan Sawit* 7.5%+Fly Ash 15% nilai permeabilitasnya 0.0007 mengalami penurunan permeabilitas dikarenakan adanya fly ash yang menyerab air lebih sedikit, dan tiap penambahan Fly Ash nya nilai Permeabilitasnya semakin menurun Dilihat pada grafik sebagai berikut:



Gambar 4. Grafik Nilai Koefisien Permeabilitas

Berdasarkan Gambar 4. diatas didapat bahwa dengan penambahan tandan sawit dapat menekan permeabilitas tanah karena menyerab air lebih banyak sedangkan Variasi Fly Ash tiap penambahan menurunkan Permeabilitas Tanah.

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 tandan sawit sebagai bahan stabilisasi pada tanah. Penelitian ini menggunakan variasi abu tandan sawit sebanyak 7,5% serta fly ash sebesar 0%, 15%, 30%, 45% dari berat tanah kering. Hasil penetrasi CBR Tanah Asli sebesar 6.9% dan untuk penambahan Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 0% mengalami penurunan sebesar 4.8%, Namun nilai CBR meningkat seiring penambahan persenan Fly Ash, Fly Ash 15% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.3%, Fly Ash 30% + Tandan Sawit 7.5% nilai CBR sebesar 5.8% dan pada penambahan Fly Ash 45% + Tandan Sawit 7.5% mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 6.1%, sedangkan hasil Koefisien Permeabilitas Tanah Asli sebesar 0,000888 dan untuk Tanah Asli dengan bahan tambah Tandan Sawit 7,5% dan Fly Ash 0% sebesar 0,0013 dengan selisih 0.000412, sedangkan pada penambahan variasi fly ash untuk variasi Tandan Sawit 7.5% + Fly Ash 15% nilai permeabilitasnya 0.0007 mengalami penurunan permeabilitas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Azzyzaro Junior Karaseran Oktovian B. A. Sompie, Sjachrul Balamba; Pengaruh Bahan Campuran Arang Tempurung Terhadap Kosolidasi Skunder Pada Lempung Ekspansif; Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- 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.
- Ahmad Balla, 2016 ., Pengaruh Kadar Abu Ampas Tebu Terhadap Pengembangan Dan Nilai CBR Tanah Ekspansif. Jurusan Teknik Sipil – Universitas Bosowa
- Meiriza Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta 2016; pemanfaatan bubuk arang kayu sebagai bahan stabilisasi terhadap kuat dukung tanah lempung sukodono dengan variasi perawatan (studi kasus tanah lempung sukodono, sragen).
- Bowles, Joseph E, 1986, Sifat-Sifat Fisis Geoteknis Tanah edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Buku Bahan Ajar Darwis Panguriseng. Materi Pokok Mekanika Tanah – 1 dan Geologi Rekayasa. Jurusan Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar
- Wesley, L. D. Edisi Baru . Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu, Penerbit: Andi, Jakarta
- Casagrande. 1942. Sistem Klssifikasi Unifed Soil & Clasification System (USCS).
- Das, Braja M, Endah Noor, Mochtar, Indrasurya B, 1998, Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis), Jilid 2, Penerbit: Erlangga, Jakarta.

- 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.
- Mekanika Tanah, Laboratorium. 2014. Buku Panduan Praktikum Mekanika Tanah. Universitas Bosowa. Makassar.
- 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