

Study Komparasi Penambahan *Palm Oil Ash* Dengan Bantuan Semen Berdasarkan Nilai *California Bearing Ratio*

Comparative Study Of Addition Of Palm Oil Ash With Support Of Cement Based On California Bearing Ratio

Norseta Ajie Saputra¹, Noviyanthi Handayani², Beni Santoso³

^{1,2} Dosen Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palangka Raya

³ Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palangka Raya

Korespondensi: norseta.ajie@umpr.ac.id

ABSTRAK

Kandungan air yang tinggi, kejenuhan air, dan daya dukung yang rendah merupakan ciri-ciri tanah lempung. Badan jalan mungkin memiliki permukaan yang tidak rata. Di sisi lain, pada musim kemarau akan mengeras dan memiliki daya dukung yang tinggi sehingga banyak debu yang bertebaran di jalan dan menghalangi pandangan pengemudi. Akibatnya, lingkungan dapat mengalami kemacetan lalu lintas dan kecelakaan. Periksa nilai CBR dan PI untuk melihat apakah ada peningkatan lempung setelah stabilisasi menggunakan campuran Abu Bakar Kelapa Sawit dan semen dengan variasi (0% POFA + 2% Semen), (3% POFA + 2% Semen), (5% POFA + 2% Semen), dan (7% POFA + 2% Semen). Metode pengujian Analisis Saringan, Atterberg Limit, Berat Jenis, Kadar Air, Pemadatan dan CBR. Semen dan abu tandan sawit menghasilkan nilai CBR sebesar 7,4% dibandingkan dengan nilai CBR tanah alami sebesar 1,59%. Nilai CBR tanah akan naik, nilai berat satuan kering akan turun, dan nilai plastisitas akan menurun dengan semakin tingginya proporsi Abu Tandan Kelapa Sawit dan semen.

Kata Kunci: Stabilisasi Tanah Lempung, Abu Kelapa Sawit, Semen, CBR, pemadatan.

ABSTRACT

High water content, water saturation, and low carrying capacity are characteristics of clay soils. The road body may have an uneven surface. On the other hand, in the dry season it will harden and have a high carrying capacity so that a lot of dust is scattered on the road and blocks the driver's view. As a result, the neighborhood can experience traffic jams and accidents. Check the CBR and PI values to see if there is an increase in clay after stabilization using a mixture of Palm Oil Fuel Ash and cement with variations (0% POFA + 2% Cement), (3% POFA + 2% Cement), (5% POFA + 2% Cement), and (7% POFA + 2% Cement). Test method Sieve Analysis, Atterberg Limit, Specific Gravity, Moisture Content, Compaction and CBR. Cement and palm oil bunch ash produced a CBR value of 7.4% compared to a natural soil CBR value of 1.59%. The CBR value of the soil will increase, the dry unit weight value will decrease, and the plasticity value will decrease with the higher proportion of Oil Palm Bunch Ash and cement.

Keywords: Stabilization of Clay, Palm Ash, Cement, CBR, Compression.

PENDAHULUAN

Pada saat penghujan tanah lempung akan memiliki sifat jenuh air, kadar air tinggi serta memiliki daya dukung yang rendah. Pada struktur badan jalan dengan konstruksi tanah lempung, badan jalan akan terlihat bergelombang serta pada beberapa titik terdapat genangan air. Namun sebaliknya pada saat musim kemarau memiliki sifat kaku dan daya dukungnya tinggi, sehingga menimbulkan debu yang kuantitasnya banyak bertebaran di jalan membatasi pandangan pengguna jalan, dalam hal ini dapat memicu kemacetan dan kecelakaan lalu lintas di sekitar wilayah tersebut.

Beberapa bahan rujukan yang berisi tentang usaha perbaikan tanah lempung diantaranya Diah H, dkk (2020) Pengaruh Penambahan Limbah Abu Cangkang Sawit (POFA) Terhadap Nilai *California Bearing Ratio (CBR)* untuk Stabilisasi Tanah Lempung. Anggraini. M dkk (2020) melakukan penelitian Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit dan Semen Terhadap Nilai *CBR (California Bearing Ratio)* Pada Tanah Lempung. Fitriamsya S. dkk (2022) meneliti Daya Dukung Tanah Lempung Terhadap Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit. Berdasarkan (tiga) rujukan tersebut menunjukkan bahwa tandan kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Penambahan semen dan *Palm Oil Fuel Ash* mengakibatkan penurunan jumlah air pada tanah lempung dan meningkatkan nilai berat isi kering tanah.

Palm Oil Fuel Ash atau disebut dengan abu tandan sawit / POFA termasuk limbah organik dari pabrik pengolahan kelapa sawit, Mengutip data Badan Pusat Statistik (2018) menerangkan total luas kebun sawit di Kota Palangkaraya mencapai kurang lebih 2517,15 hektar dan bahan semen yang memiliki kandungan pozolanik yang memiliki sifat bereaksi mengikat dan mengeras ketika tercampur air, bahan ini mudah di dapat di toko bahan bangunan di area Palangka Raya.

TINJAUAN PUSTAKA

Stabilisasi Tanah

Menurut Ruston P.C (Darwis, 2018) "stabilisasi tanah adalah perubahan fisik dan kimia permanen dari tanah dan agregat untuk meningkatkan sifat tekniknya sehingga meningkatkan daya dukung beban sub-grade atau sub-basis untuk mendukung perkerasan dan pondasi."

Perbaikan tanah dengan metode kimia

dibedakan menjadi 2 yaitu dengan menggunakan zat cair atau pelarut dan jenis bahan serbuk yaitu dengan bahan abu tandan sawit dan semen.

Usaha menstabilkan tanah bertujuan agar dapat menaikkan sudut geser tanah, membangun jaringan di dalamnya. Selain itu, penggunaan semen dan abu tandan sawit untuk memperbaiki tanah dengan harapan peningkatan berat satuan tanah dan kohesi, serta menurunkan tekanan pori, karena akan mengurangi porositas di dalam tanah.

Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan Pelapukan bahan kimia menyebabkan terbentuknya lempung yang terdiri dari partikel berukuran koloid dengan diameter butir lebih kecil dari 0,002 mm semuanya dalam struktur yang teratur. Tanah liat tersusun dalam lapisan-lapisan datar dan memiliki luas permukaan tertentu.

Abu Tandan Sawit / *Palm Oil Fuel Ash (POFA)*

Tandan kosong sawit dapat dibakar untuk menghasilkan abu tandan sebagai limbah padat. Selain itu, Menurut Avit Santoso (2013) abu tandan sawit mengandung mikronutrien berupa 1.200 ppm Fe, 1.000 ppm Mn, 400 ppm Zn, dan 100 PPM Cu, serta 30-40% K₂O, 7% p₂o₅, 9% CaO, dan 3% MgO. Abu hasil pembakaran sering dibuang di dekat pabrik pengolahan buah sawit sebagai limbah padat dan tidak pernah digunakan dan kemungkinan kecil digunakan sebagai pupuk kandang untuk perkebunan. Namun penelitian menunjukkan bahwa abu buah sawit mengandung senyawa silika dan kapur (CaO) yang dapat digunakan untuk menstabilkan tanah.

Semen

Semen berasal dari Kata "cementum", yang berarti perekat. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia semen merupakan bubuk yang terbuat dari batu, kapur, dan bahan lain yang digunakan sebagai bahan perekat bahan bangunan. Unsur yang terdapat dalam semen diantaranya: kalsium (Ca), silika (Si), aluminium (Al), besi (Fe), dan sejumlah kecil bahan lainnya, seperti gipsum, ditambahkan selama proses penggilingan akhir untuk

mengontrol waktu pengerasan beton.

California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR merupakan perbandingan antara dugaan kekuatan material dengan kekuatan standar material.

$$CBR_{0,1} = \frac{\text{Tekanan pada piston } 0,1 \text{ (psi)}}{1000 \text{ psi}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

atau

$$CBR_{0,2} = \frac{\text{Tekanan pada piston } 0,2 \text{ (psi)}}{1500 \text{ psi}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.2)$$

Pengujian CBR dapat dilakukan dalam dua cara yaitu kondisi kering dan basah atau rendaman.

Indeks Plastisitas (PI)

Umumnya tanah berbutir halus secara alamiah berada Rentang kadar air itu sendiri didefinisikan sebagai indeks plastisitas (PI), seperti pada persamaan

$$PI = LL - PL \dots\dots\dots (2.3)$$

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih batas cair (LL) dan batas plastis (PL) dan tanah masih bersifat plastis.

Kadar Air Tanah

Kadar Air Merupakan perbandingan antara berat isi dengan berat butiran padat dari volume yang diselidiki.

$$W = \frac{mw}{ms} \times 100\% \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

- w = kadar air (%)
- Mw = massa air (gram)
- Ms = massa butiran tanah (gram)

Berat Jenis Tanah

Berat jenis didalam mekanika tanah sering di sebut rasio berat inis zat padat dengan berat unit zat cair, seperti yang ditunjukkan dalam persamaan berikut:

$$GS = \frac{Vs}{Vw} \dots\dots\dots (2.5)$$

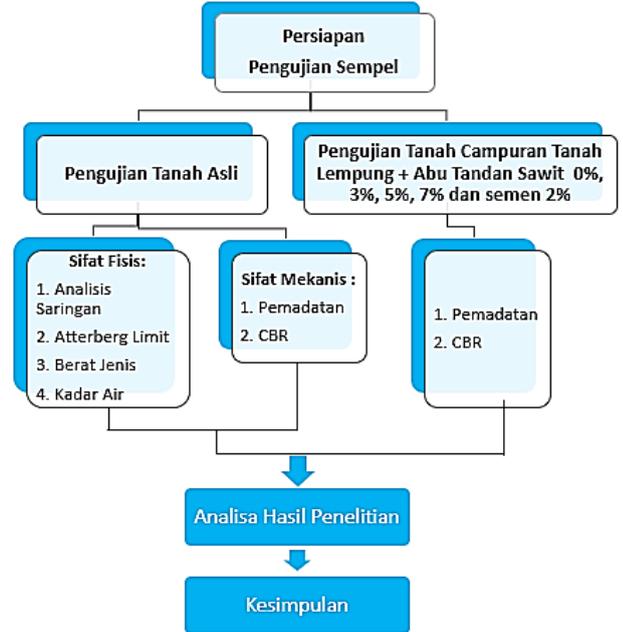
Dimana :

- GS = berat jenis (gram/cm³);
- Vs = berat volume butiran padat (gram)
- Vw = berat volume air.

METODE

Rancangan penelitian

Mengenai alur rancangan sebagai prosedur penelitian di deskripsikan melalui gambar bagan di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Rancangan Penelitian

Lokasi pengambilan sampel

Pengambilan sampel tanah lempung dari lokasi kelurahan Pahandut Seberang kecamatan Pahandut kota Palangka Raya, dengan sempel tanah yang akan diuji dari jenis tanah lempung yang diambil dari daerah danau lais. Dengan kriteria sampel tanah lempung ekspansif dengan variasi pengujian bahan (0% POFA + 2% Semen), (POFA 3% + Semen 2%), (POFA 5% + Semen 2%), dan (POFA 7% + Semen 2%)%, dari berat tanah Lempung dan berat total keseluruhan 100%.



Gambar 2. Pengambilan Sempel Tanah Lempung

Abu Tandan Kelapa Sawit / POFA

Tandan sawit yang digunakan dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit di jalan cilik riwut km 12 di kota palangka raya. Tandan sawit yang di dapat kemudian di bakar sampai menjadi abu dan diayak dengan menggunakan saringan 100 yang terkecil.

Semen

Semen yang digunakan adalah semen PPC di dapat dari Toko bangunan yang terdapat di sekitar Palangka Raya.

Tempat Penelitian

Tempat kegiatan Penelitian di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Muhammadiyah Palangka Raya.

Metode Pencampuran Tanah Lempung

Satu-satunya parameter mekanika tanah yang diuji dengan limbah abu bahan bakar kelapa sawit adalah pemadatan dan CBR. Untuk setiap pengujian, empat sampel dengan persentase semen bervariasi (POFA 0% + 2%, POFA 3% + 2%, POFA 5% + 2%, dan POFA 7% + 2%) diperiksa. Setiap sampel yang digunakan untuk pemadatan dan CBR ditimbang seberat 2000 gr untuk sampel pemadatan dan 4000 gr untuk sampel CBR. Untuk menghindari pengaruh jumlah air yang ditambahkan, semen dan abu bahan bakar diuji sebagai tambahan pada abu tandan kelapa sawit. Kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai airnya benar-benar hilang. Berikut perkiraan sampel dan kebutuhan lahan:

Tabel 1. Perkiraan Kebutuhan Sampel

No	Pengujian	Keperluan	Varian	Jumlah
1	Analisis Saringan	1	1	1
2	Batas Cair	1	5	5
3	Batas Plastis	1	5	5
4	Berat Jenis	1	5	5
5	Kadar Air	1	5	5
PEMADATAN				
6	a. Tanah Asli	1	5	5
	b. Tanah Campuran	4	5	20
CBR				
	a. Tanah asli	1	5	5
7	b. Tanah asli dicampur <i>Palm oil fuel ash</i> 0% + semen 2%	1	5	5
	c. Tanah asli dicampur <i>Palm oil fuel ash</i> 3% + semen 2%		5	5
	d. Tanah asli dicampur <i>Palm oil fuel ash</i> 5% + semen 2%	1	5	5
	e. Tanah asli dicampur <i>Palm oil fuel ash</i> 7% + semen 2%	1	5	5

HASIL PENELITIAN

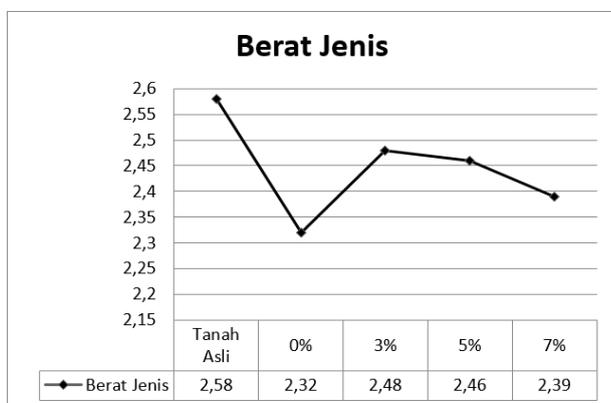
Berdasarkan hasil pengujian di Laboratorium Geoteknik Fakultas Teknik UM Palangkaraya, diperoleh karakteristik tanah lempung kota Palangka Raya berdasarkan masing-masing pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Pengujian

REKAP DATA PENGUJIAN						
NO	PENGUJIAN	VARIASI				
		LEMPUNG	SEMEN 2%	POFA 3%	POFA 5%	POFA 7%
1	KADAR AIR	5,51	-	-	-	-
2	A.SARINGAN					
	Kerikil	0	-	-	-	-
	Pasir	38,09	-	-	-	-
	Lanau	20,38	-	-	-	-
3	BERAT JENIS	2,58	2,32	2,48	2,46	2,39
4	ATTERBER LIMIT					
	LL	56,90	55,00	54,30	53,50	47,50
	PL	18,71	35,92	35,39	34,70	34,74
	PI	38,19	19,08	18,91	18,80	12,76
6	PEMADATAN					
	yd maks	1,32	1,35	1,365	1,38	1,39
	Wopt	27,60	25,50	27,60	26,90	27,00
7	CBR					
	100%	1,59	2,23	3,10	6,50	7,40
	95%	1,51	2,12	2,95	6,18	7,03
8	Klasifikasi Tanah					
	Menurut USCS	CH/OH				
	Menurut ASSTHO	A-7-6				

Berat jenis (*Specific Gravity*)

Menurut Hardiyatmo (2006) berat jenis tanah dapat digunakan untuk melakukan klasifikasi tanah lempung yang ada. Hasil pengujian berat jenis sampel tanah merupakan hasil pengujian sampel tanah asli dan hasil pengujian tanah dengancampuran POFA dan semen 2%. dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



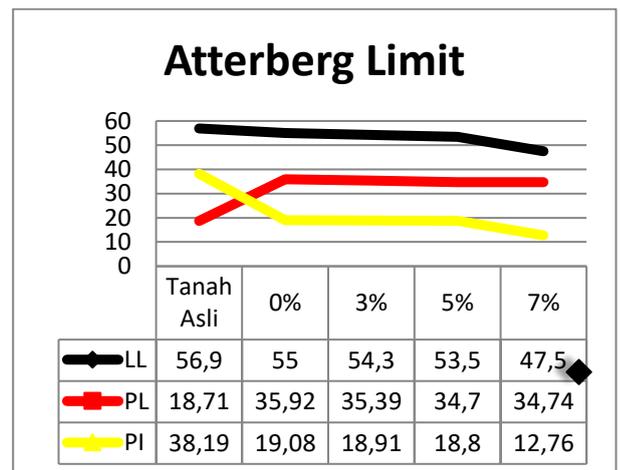
Gambar 3. Grafik Nilai Berat Jenis

Berdasarkan gambar grafik diatas diketahui terdapat perubahan pada nilai Berat Jenis berdasarkan

penambahan POFA. Terlihat pada penambahan POFA 0% + semen 2% nilai berat jenis langsung mengalami penurunan dari kondisi tanah aslinya. Tetapi pada penambahan POFA 3% + Semen 2% mulai meningkat namun pada penambahan POFA 5% + Semen 2% dan POFA 7% + Semen 2% nilai Berat jenis mengalami penurunan walaupun tidak lebih kecil dari penambahan POFA 0% + Semen 2%

Batas-batas *Atterberg*

Batas-batas *Atteberg* merukan sebuah metode untuk menjelaskan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi. Adapun pada penelitian ini dilakukan pengujian paramameter batas-batas *Atterberg* pada beberapa perlakuan tanah lempung yaitu tanah asli dan tanah yang telah dicampurkan dengan POFA dan semen. Hasil pengujian tersebut sebagaimana gambar grafik dibawah ini.



Gambar 4. Grafik Nilai Batas-batas *Atterberg*

Berdasarkan nilai grafik pada gambar 4 diatas diketahui sampel tanah Asli dan tanah yang telah dicampurkan dengan variasi POFA dan semen 2% memiliki kecenderungan menurun. Walaupun pada nilai PL (plastis Limit) terjadi peningkatan nilai dari tanah asli ke tanah yang telah dicampur dengan POFA dan semen 2%, tetapi tetap cenderung menurun seiring penambahan variasi POFA. Hal tersebut menunjukkan bahwa penambahan POFA pada tanah dapat mempengaruhi batas-batas *Atterber* tanah asli cukup signifikan.

Pemadatan (Proctor)

Pada pengujian pemadatan (*proctor*) standar dilakukan pengujian sampel tanah untuk menentukan nilai kepadatan maksimum pada kondisi tanah memiliki nilai kadar air optimum. Hasil pemadatan ini kan menjadi acuan pada penentuan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) Tanah. Hal tersebut sesuai sebagaimana peraturan penentuan nilai CBR berdasarkan perbandingan nilai kepadatan maksimum tanah dengan regresi nilai CBR hasil variasi pembebanan tanah. Adapun hasil pengujian proctor tertuang sebagaimana pada tabel dibawah ini:

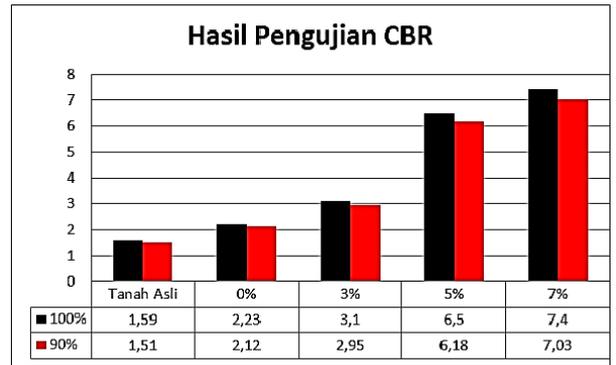
Tabel 3. Hasil pengujian *Proctor*

No	Jenis Tanah	Parameter Pemadatan	
		Berat Isi Kering Maks. (g/cm ³)	Wopt (%)
1	Tanah Asli	1,32	27,6
2	Tanah Asli + Semen 2% + POFA 0%	1,35	25,5
3	Tanah Asli + Semen 2% + POFA 3%	1,37	25,5
4	Tanah Asli + Semen 2% + POFA 5%	1,38	26,9
5	Tanah Asli + Semen 2% + POFA 7%	1,39	27

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa penambahan variasi POFA dan semen 2% meningkatkan nilai kepadatan tanah berdasarkan nilai berat isi kering tanah. Demikian pula pada nilai Kadar Air Optimum mengalami kenaikan seiring dengan penambahan POFA.

California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR laboratorium yang dilakukan adalah pengujian CBR yang bersifat rendaman (*soaked*). Adapun sampel uji CBR kondisi harus direndam peram selama 1 hari dan dilakukan perendaman selama 5 hari. Pada pengujian ini akan dibandingkan kembali nilai CBR tanah asli dengan penambahan variasi POFA dan semen 2%. Hasil pengujian tertuang sebagaimana gambar diagram dibawah ini.

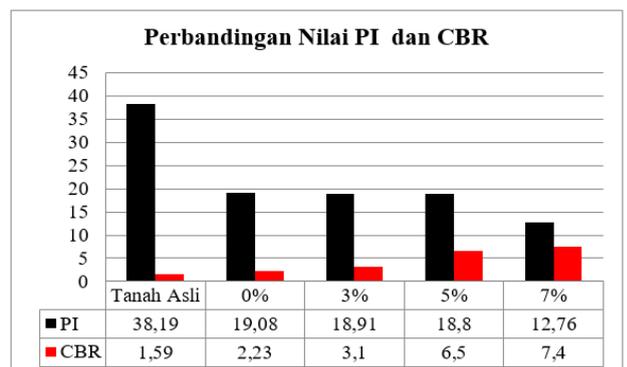


Gambar 5. Diagram hasil pengujian CBR

Dari hasil pengujian CBR diketahui bahwa nilai CBR memiliki kecenderungan meningkat seiring dengan penambahan variasi POFA dan semen 2%. Nilai CBR tertinggi sebesar 7,4% dihasilkan pada penggunaan POFA 7% dan semen 2%. Mengacu pada Spesifikasi umum Jalan Raya mensyaratkan nilai CBR tanah untuk subgrade minimum sebesar 6%. sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang ditambahkan POFA 5% dan 7% dan semen 2% telah memenuhi persyaratan material untuk subgrade.

Perbandingan Nilai PI dan CBR

Dari hasil pengujian diketahui bahwa adanya perbandingan nilai CBR terhadap nilai PI tanah. Dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CBR naik berbanding terbalik dengan nilai PI. Nilai perbandingan tersebut tertuang sebagaimana pada gambar diagram dibawah ini.



Gambar 6. Perbandingan nilai PI dan CBR

Dari hasil tersebut dapat pula disimpulkan bahwa semakin besar nilai CBR maka nilai PI yang dimiliki akan semakin kecil, demikian pula sebaliknya.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Spesifikasi tanah lempung hasil pengujian menunjukkan termasuk dalam kategori Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi menurut AASTHO A-7-6 dan menurut USCS tanah lempung tersebut masuk kategori CH atau lempung non organic dengan plastisitas tinggi.
2. Dari hasil pengujian CBR diketahui bahwa nilai CBR memiliki kecenderungan meningkat seiring dengan penambahan variasi POFA dan semen 2%. Nilai CBR tertinggi sebesar 7,4% dihasilkan pada penggunaan POFA 7% dan semen 2%.
3. Mengacu pada Spesifikasi umum Jalan Raya mensyaratkan nilai CBR tanah untuk subgrade minimum sebesar 6%. sehingga dapat disimpulkan bahwa tanah lempung yang ditambahkan POFA 5% dan 7% dan semen 2% telah memenuhi persyaratan material untuk subgrade.
4. Dimana hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CBR naik berbanding terbalik dengan nilai PI atau semakin besar nilai CBR maka nilai PI yang dimiliki akan semakin kecil, demikian pula sebaliknya

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini M. dkk. (2022) Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Tandan Sawit Dan Semen Terhadap Tingkat Kepadatan Tanah. Universitas Lancang Kuning (Universitas Abdurrah). Jurnal Rab Contruction Research. ISSN 2527-7073 Vol 7 Juni 2022
- Bowles, Joseph E (1991). Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah, Edisi Kedua. Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Das, Baraja M.(1995). Mekanika Tanah. Jilid I. Penerbit Erlangga. Surabaya.
- Das, Baraja M.(1991). Mekanika Tanah Jilid I & II cetakan kedua. Penerbit Erlangga: Jakarta
- Darwis, (2017). Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah:Terbitan pertama: Penerbit Pustaka AQ.Yogyakarta.
- Fadillah, Y. dkk (2021) Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Abu Cangkang Kelapa Sawit. SNITT-Politeknik Negeri Balikpapan. ISBN :978-602-51450-3-2.Vol. P-19. 20 Oktober 2021.
- Fitramsyah, S. dkk (2022) Pengaruh Penambahan Abu Tandan Kelapa Sawit Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung. Universitas Prof.

- Dr. Hazairin, SH Bengkulu Majalah Teknik Simes Vol 16 No. 01 Januari 2022
- Hardiyatmo, H.C. (2010). “Mekanika Tanah I” edisi ke II. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C. (2010). “Mekanika Tanah II ” edisi ke V. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Irawan R.R (2013). Semen Portland di Indonesia Untuk Aplikasi Beton Kinerja Tinggi.cetakan pertama hak cipta Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan. Penerbit Kementerian Pekerjaan Umum: Bandung.
- Kusumastuti P.D. dkk (2022) Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Cangkang Sawit Terhadap Kuat Geser Langsung Pada Tanah Lempung. Institut Teknologi PLN. Jurnal Konstruksia. Vol 14 No. 01 Desember 2022.
- Ninggrum P. dkk. (2022) Pengaruh Penambahan Abu Tandan Sawit pada Tanah Lempung berdasarkan Nilai Kuat Geser. Artikel Ilmiah Aplikasi Teknologi.Jurnal APTEK Vol. 14 No. 1 (2022) 46-52.18 Januari 2022