



Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Arang Tempurung Kelapa Pada Tanah Dasar Perkerasan Jalan Ruas Ingei-Aruidas

Anthoneta Maitimu¹, Sjafrudin Latar², Hamkah³, Yani Selfi Lorensa Tabakwan⁴

^{1, 2, 3, 4} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

Yani Selfi Lorensa Tabakwan, E-mail: yanitabakwan04@gmail.com

Abstrak

Setiap ruas jalan di Indonesia memiliki karakteristik tanah dasar yang berbeda-beda sehingga dalam penanganannya juga memerlukan metode pelaksanaan yang juga spesifik sesuai kondisi wilayah dan sumber daya lokal. Tanah lempung merupakan jenis tanah yang kurang baik jika digunakan sebagai dasar untuk perkerasan jalan di atasnya, disebabkan tanah lempung memiliki sifat kohesif dan memiliki kembang susut yang tinggi sebagai karakteristik tanah dengan daya dukung rendah. Tanah yang mempunyai sifat ini umumnya mempunyai nilai CBR rendah dan indeks plastisitas tinggi, sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada struktur jalan dan tidak terpenuhinya umur rencana bangunan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap nilai CBR tanah dasar. Penelitian ini juga bertujuan mengidentifikasi karakteristik tanah lempung khususnya di ruas jalan Ingei-Aruidas setelah dilakukan stabilisasi dengan menggunakan 3 variasi tambahan arang tempurung kelapa masing-masing sebesar 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian diperoleh karakteristik jenis tanah kategori OH yaitu Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap tanah lempung dapat memperbaiki sifat fisik tanah dengan menurunnya nilai indeks plastisitas dan naiknya nilai CBR tanah dasar. Nilai CBR tertinggi diperoleh dengan tambahan 15% arang tempurung kelapa.

Kata kunci: tanah lempung, stabilisasi tanah, arang tempurung kelapa, CBR

1. Pendahuluan

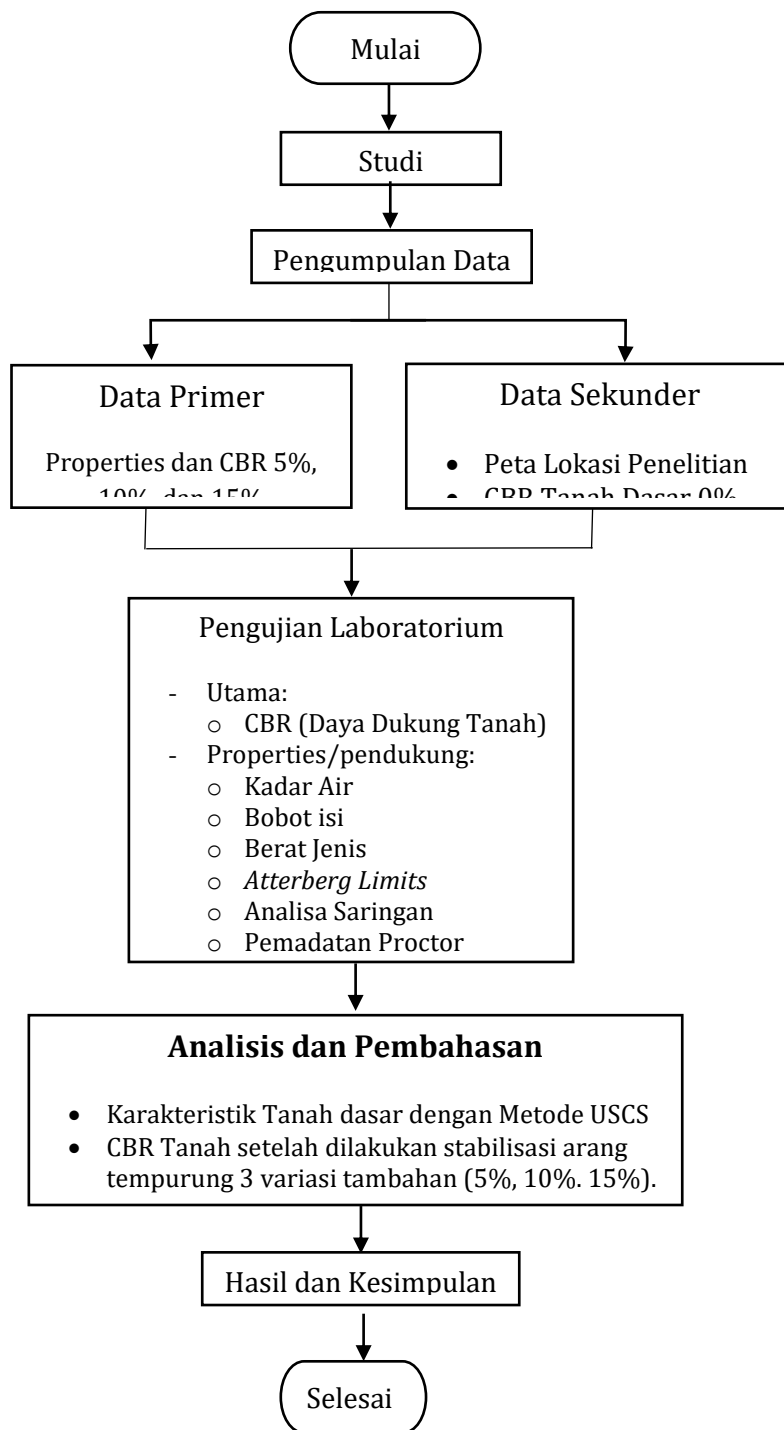
Tanah Lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah. Istilah "gumbo" digunakan, khususnya di Amerika bagian barat, untuk lempung yang keadaan plastisnya ditandai dengan wujudnya yang bersabun atau seperti terbuat dari lilin, serta amat keras. Pada kadar air yang lebih tinggi (basah) lempung tersebut bersifat lengket (Terzaghi, 1967:5). Lempung (clays) sebagian besar terdiri dari partikel mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas bila hanya dengan mikroskopis biasa) yang berbentuk lempengan-lempengan pipih dan merupakan partikel partikel dari mika, mineral-mineral lempung (clay minerals), dan mineral-mineral yang sangat halus lain (Das, 1995 :9. Tempurung yang memiliki prosentase sebesar 12% terhadap berat buah kelapa, merupakan hasil dari pengolahan buah kelapa (Grimwood, 1975) yang sudah banyak dimanfaatkan untuk bahan baku arang aktif dan bahan bakar pada perusahaan makanan. Menurut Djafar (1996) dalam Lay dan Novariant (2006) komposisi tempurung kelapa terdiri dari 10,43%, abu 8,94%, lignin 27,39%, selulosa 51,55% dan protein 0,85%. Cara yang dapat dilakukan untuk mendapatkan arang tempurung kelapa, adalah dengan membakar tempurung tersebut.

Menurut Zulfa Hadiiyah (2014) pemanfaatan kelapa selama ini belum optimal, hanya sebatas tempurung kelapa, dibakar bahkan dibuang begitu saja. Mengingat ketersediaannya yang cukup banyak, mudah di dapat dan nilai jualnya rendah mendorong untuk mengoptimalkan nilai tempurung kelapa tersebut. Selain itu, kandungan lignin, selulosa dan senyawa organik yang terkandung di dalam tempurung kelapa memberikan nilai kalor bakar yang cukup baik. Dengan demikian, tempurung kelapa sangat cocok untuk distabilisasi tanah lempung. Variasi campuran yang digunakan 0%, 5%, dan 10%, terhadap berat isi tanah. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Karaseran (2015) dengan menggunakan arang tempurung sebagai bahan stabilisasi tanah lempung ekspansif, arang tempurung dapat memperbaiki sirkulasi air dan udara, sebagai media yang dapat mengikat karbon, dan dapat mengurangi swelling pada tanah karena mereduksi indeks plastis tanah. Seperti pada Ruas Jalan Desa Ingei Aruidas STA 39+950 dengan Panjang kerusakan 30 Meter Saat ini ruas jalan tersebut merupakan sarana transportasi darat satu-satunya yang menghubungkan jalur selatan dengan utara pada lintas Yamdena dan Larat. kondisi geologi, geografi, hidrologi dan karakteristik tanah menjadi faktor utama terjadinya retakan jalan, kondisi ini sangat berpengaruh terhadap suatu struktur dengan nilai CBR tanah dasar yang rendah. Pulau Yamdena Kabupaten Kepulauan Tanimbar merupakan wilayah dengan jenis tanah yang dimiliki adalah Tanah lempung dengan nilai CBR yang rendah. Sehingga jalan yang baru dibangun mengalami kerusakan dan tidak mencapai umur perencanaan akibat dari konsistensi tanah yang tidak stabil. Dengan demikian pada penelitian ini dapat diketahui pengaruh penambahan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambah serta hubungan/korelasinya terhadap nilai CBR yang dihasilkan.

2. Metodologi

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon, Uji sifat fisik tanah terdiri dari: Kadar air (SNI1965:2008), Bobot isi (SNI , Berat jenis (SNI 03-4804-1998), Batas Atterberg (SNI 1966;2008), Analisa saringan (SNI 03-1968-1990), Pemadatan Proctor (SNI 1742;2008). Uji CBR Lab (SNI 1744:2012) dilakukan menurut variasi prosentase arang yang ditambahkan yaitu 5%, 10%, dan 15%. Analisis terhadap hasil uji selanjutnya disajikan dalam tabel dan model grafik. Sampel tanah dan arang berasal dari tanah dasar pada ruas Jalan Ingei-Aruidas Sta. 39+950 di Kabupaten Kepulauan Tanimbar.

Diagram penelitian disajikan urutannya dalam bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisa Besar Butir

Tabel 1 menunjukkan hasil uji analisa saringan, didapat bahwa tanah dasar pada ruas jalan Ilngai-Aruidas Kabupaten Kepulauan Tanimbar mempunyai ukuran lolos saringan No. 200 lebih dari 50% yaitu sebanyak 76,2%,

Tabel 1. Hasil Pengujian Analisa Besar Butir Pada Tanah Jalan Ilngai-Aruidas

Nomor Saringan	Diameter Lubang saringan (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan	% berat tanah tertahan saringan	% kumulatif dari tanah tertahan	% tanah yang lolos saringan
4	4,75	0	0	0	100
10	2	0	0	0	100
30	0,6	2	0,4	0,4	99,6
40	0,425	4	0,8	1,2	98,8
50	0,3	86,4	16,4	17,6	82,4
200	0,075	32,7	6,2	23,8	76,2
Pan	-	401	76,2	100	0

Sumber : Analisa data, 2023

Nilai ini menunjukkan bahwa tanah eksisting di ruas Jalan Ilngai-Aruidas, Kabupaten Kepulauan Tanimbar termasuk dalam tanah berbutir halus.

3.2 Berat Jenis Butir

Hasil uji berat jenis butir pada tanah ruas Jalan Ilngai-Aruidas, Kabupaten Kepulauan Tanimbar, termasuk dalam tanah berbutir halus.

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Jenis Butir

No	Item	Symbol	Unit	Sieve No. 4	Sieve No. 10
1	Picnometer No.			1	2
2	Temperature		°C	28	28
3	Mass Picnometer + soil	M ₂	Gram	91	85,5
4	Mass Picnometer	M ₁	Gram	53,8	51
5	Mass Picnometer + Water Temp Test	M ₄	Gram	144	139,5

6	Factor Correction	k		0,998	0,998
7	Mass Picnometer into temp 25 °C	M ₄	Gram	143,71	139,22
8	Mass Picnometer + Soil + Water	M ₃	Gram	165	161,5
9	Specific Gravity		Gs	2,336	2,822
10	Specific Gravity Average		Average		2,580

Sumber : Analisa data, 2023

Pada Tabel 2 nilai factor correction ditentukan dari suhu pada saat pengujian dimana untuk suhu 20°C nilainya adalah 1 dan selain itu, hasil pengujian berat jenis tanah ruas jalan Ilngai-Aruidas Kabupaten Kepulauan Tanimbar. Diperoleh nilai G_s sebesar 2.336 untuk saringan No. 4 dan 2,822 untuk saringan No. 10. Nilai G_s rata-rata sebesar 2,58 tergolong jenis tanah lempung organik.

Tabel 3. Klasifikasi Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	Berat Jenis Tanah
Kerikil	2,65 - 2,68
Pasir	2,65 - 2,68
Lanau Tak Organik	2,62 - 2,68
Lempung Organik	2,58 - 2,65
Lempung Tak Organik	2,68 - 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 - 1,80

Sumber : Hardiyatmo, 1992

Dari Tabel 3 dapat ditentukan jenis tanahnya dan dari hasil pengujian yang dilakukan nilai G_s yang didapat bahwa tanah dari ruas jalan Ilngai-Aruidas, Kabupaten Kepulauan Tanimbar tergolong dalam jenis tanah lempung organik.

3.3 Pemadatan

Hasil uji pemadatan pada tanah dasar ruas Jalan Ilngai-Aruidas Kabupaten Kepulauan Tanimbar terlihat pada Tabel 4., dan Gambar 1

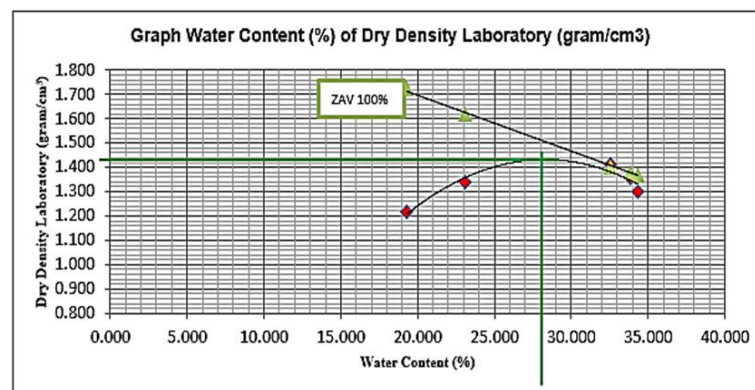
Tabel 4. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah

No	Sampel	1	2	3	4	5
----	--------	---	---	---	---	---

1	Adding Water (ml)	400	500	600	700	800
2	Volume Mold (V)	785	785	785	785	785
3	Mass of Soil + Mold (W2)	5625	5779	5955	5911	5855
4	Mass of Mold (W mold)	4485	4485	4485	4485	4485
5	Mass of Wet Soil (W3 = W2-W)	1140	1294	1470	1426	1370
6	Density (gram/cm ³) ($\rho_e = W2 - W \text{ mold} / V$)	1.452	1.648	1.873	1.817	1.745
7	Dry Density (gram/cm ³) ($\rho_{dn} = (\rho \cdot 100) / (100 + \omega n)$)	1.217	1.339	1.413	1.357	1.299
8	ZAV80%(gram/cm ³)($80\% * (G_s \cdot g_w) / 1 + (G_s \cdot w_n)$)	1.378	1.071	0.951	0.937	0.932
9	ZAV 100%(gram/cm ³) ($G_s \cdot g_w) / 1 + (G_s \cdot w_n)$)	1.723	1.617	1.402	1.378	1.369
10	Bry Density Laboratory (ρ_{dn}) gram/cm ³			1.430		

Sumber : Analisa data, 2023

Dilihat pada Tabel 4 maka dapat ditentukan nilai *dry density* dan nilai kadar air tiap variasi penambahan air pada uji pemadatan ini sehingga data tersebut dapat digunakan untuk membuat grafik hubungan berat isi kering dengan kadar air yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Berat Isi Kering dengan Kadar Air

Sumber : Analisa data, 2023

Dari Gambar 1 dapat diketahui hasil pengujian Lab. Analisa Pemadatan dari grafik dan hitungan dapat disimpulkan bahwa didapat nilai kadar air optimum sebesar 28 % dan d maksimum sebesar 1.430gr/cm³. Kadar air optimum dan berat kering yang didapat akan dipakai untuk perhitungan bahan campuran.

3.4 Pengujian Batas Cair

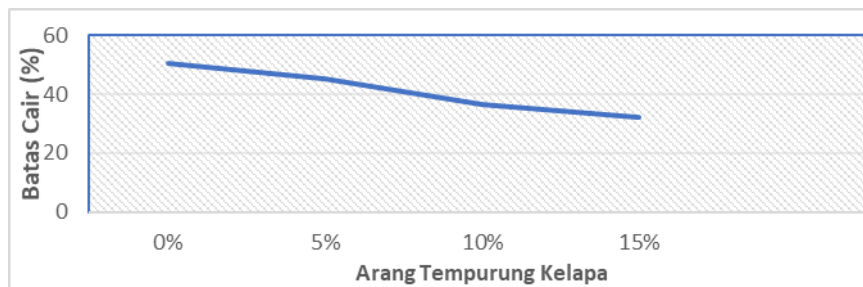
Hasil uji batas cair dan analisis nilai penurunan terhadap prosentase kadar arang tempurung kelapa (ATK) seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Batas Cair Setiap Prosentase Atk

Tambahan ATK	Batas Cair (%)	Prosentase Penurunan (%)
0	50,6	0
5	45,2	10,7
10	36,5	27,9
15	32,3	36,2

Sumber : Analisa data, 2023

Tabel 1 disajikan data penambahan prosentase ATK terhadap hasil uji batas cair. Penambahan prosentase ATK dapat memberikan pengaruh terhadap nilai batas cair.



Gambar 3. Grafik Hubungan Batas Cair Dengan Bahan Tambah

Sumber : Analisa data, 2023

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara hasil uji batas cair akibat penambahan ATK. Semakin tinggi prosentase penambahan akan semakin kecil nilai batas cairnya. Tanah dasar memiliki nilai batas cair 50,6 % dengan kategori plastisitas tinggi dan setelah penambahan bahan stabilisasi ATK sebanyak 20% maka nilai batas Batas cair menjadi 32,3 % dengan kategori plastisitas rendah.

3.5 Pengujian Batas Plastis

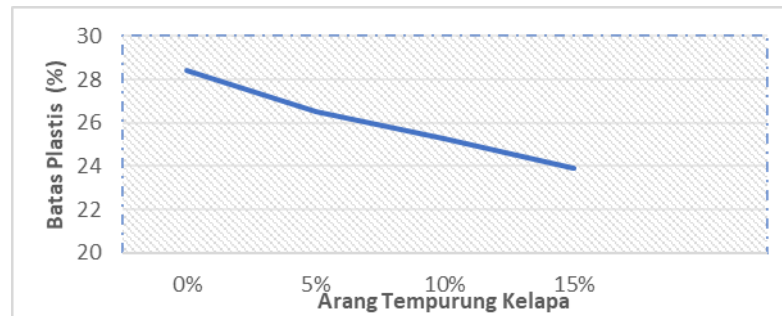
Hasil pengujian batas plastis terhadap prosentase kadar arang tempurung kelapa (ATK) seperti pada Tabel 2.

Tabel 5. Hasil Uji Batas Plastis Menurut Prosentase Atk.

Tambahan ATK (%)	Batas Plastis %	Prosentase Penurunan (%)
0	28.4	0
5	26.5	6.7
10	25.3	10.9
15	23.9	15.8

Sumber : Analisa data, 2023

Tabel 5 ditunjukkan nilai Batas plastis hasil pengujian taanah dasar sebelum dan setelah ditambahkan ATK masing-masing sebanyak 5%, 10%, dan 15%. Penambahan prosentase ATK dapat memberikan pengaruh terhadap penurunan nilai batas plastis seperti ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 4. Grafik hubungan Batas Plastis dengan Kadar ATK

Sumber : Analisa data, 2023

Gambar 4 menunjukkan nilai batas plastis akibat penambahan ATK mengalami penurunan. Semakin besar prosentase penambahan akan semakin kecil nilai batas plastisnya. Tanah dasar tanpa tambahan ATK memiliki nilai batas plastis 28,4 %, setelah penambahan ATK 5 % maka nilai Batas Plastis turun menjadi 26,5 %, penambahan ATK 10 % maka nilai Batas Plastis juga turun menjadi 25,3 %, dan penambahan ATK 15 % maka nilai Batas Plastis turun menjadi 23,9 %.

Setelah diperoleh data batas cair dan batas plastis maka dapat ditentukan nilai indeks plastisitasnya terhadap prosentase dari penambahan ATK.

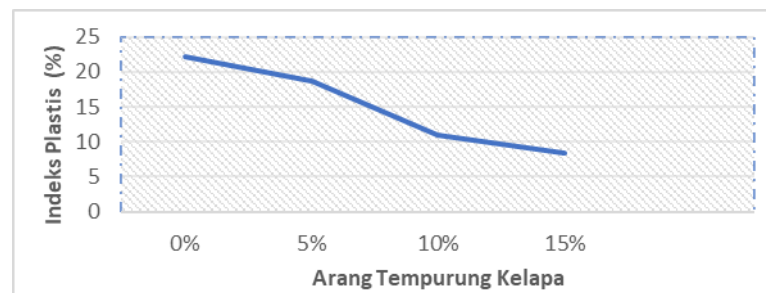
Hasil perhitungan indeks plastisitas dari tanah dasar tanpa dan dengan tambahan ATK 5%, 10%, dan 15% adalah seperti Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Batas-Batas Atterberg

Tambahan ATK (%)	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastis (%)	Kategori
0	50,6	28,4	22,2	Plastisitas Tinggi
5	45,2	26,5	18,7	Plastisitas Tinggi
10	36,2	25,3	10,9	Plastisitas Sedang
15	32,3	23,9	8,4	Plastisitas Sedang

Sumber : Analisa data, 2023

Kategori Plastisitas tergantung pada nilai Indeks Plastisitas dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis, tidak terikat pada bahan tambahannya asalkan diketahui nilai Indeks Plastis maka dapat diketahui pula kategorinya.



Gambar 5. Grafik Hubungan Indeks Plastis Dengan Prosentase ATK.

Sumber : Analisa data, 2023

Gambar 5 menunjukkan nilai Indeks Plastisitas (IP) tanah akibat penambahan ATK. Tanah dasar tanpa tambahan ATK memiliki IP 22,2 % sehingga dikategorikan tanah berplastisitas tinggi. Penambahan ATK 5 % maka nilai IP menjadi 18,7 % sehingga dikategorikan tanah berplastisitas tinggi. Penambahan ATK 10 % maka nilai IP menjadi 10,9 % sehingga dikategorikan juga tanah berplastisitas tinggi. Penambahan ATK 15% maka nilai IP menjadi 8,4 % sehingga dikategorikan tanah berplastisitas sedang. Hasil analisis menunjukkan semakin tinggi prosentase penambahan ATK akan semakin menurunkan nilai Indeks Plastisitas

3.6 Karakteristik Tanah

Hasil uji analisa besar butir, berat jenis butir, dan Atterberg limits dapat disimpulkan bahwa menurut sistem klasifikasi USCS tanah dari ruas jalan Ilngai-Aruidas Kabupaten Kepulauan Tanimbar.

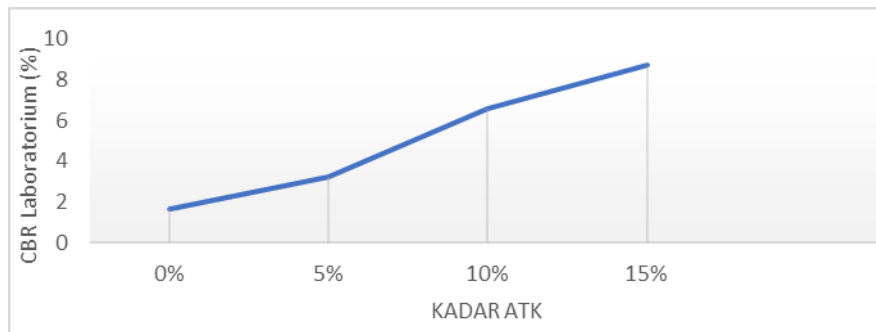
Tabel 7. Plotting Tanah Berbutir Halus Menurut USCS

Prosedur Klasifikasi Tanah Berbutir Halus (Lebih dari 50% lolos pada saringan No.200)	Klasifikasi	Symbol	Nama Jenis
Lanau Bercampur lempung dengan batas cair (<i>Liquid Limit</i>) kurang dari 50%	ML	Lanau tak organik dengan sedikit pasir halus, bubuk-batu atau pasir halus berlempung dengan sedikit plastis	
Lanau Bercampur lempung dengan batas cair (<i>Liquid Limit</i>) lebih dari 50%	CL	Lanau berlempung tak organik dengan plastisitas rendah sampai sedang, lanau bercampur lempung, pasir halus	
	OL	Lanau organik atau lanau berlempung organik dengan plastisitas rendah-sedang	
Lanau Bercampur dengan batas cair (<i>Liquid Limit</i>) lebih dari 50%	MH	Lempung tak organik, lempung bercampur lanau, pasir halus	
	CH	Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk	
	OH	Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi	
	PT	Humus dan tanah dengan kadar organik tinggi	

Sumber: Hardiyatmo, 2017

Berdasarkan Tabel 7, tergolong dalam jenis tanah OH, yaitu tanah Lempung organik plastisitas sedang hingga tinggi.

3.7 CBR Laboratorium



Gambar 6. Grafik Hubungan Antara Nilai CBR dan Kadar ATK

Sumber : Analisa data, 2023

Dilihat dari Gambar 6. Hasil uji CBR Laboratorium ditunjukkan nilai CBR tanah dasar tanpa ATK sebesar 1,67 %. Setelah ditambahkan 5% ATK maka CBR Tanah dasar bertambah menjadi 3,22%, demikian seterusnya setelah ditambahkan ATK 10% dan 15% maka tanah dasar bertambah nilai CBR Laboratorium masing-masing menjadi 6,54% dan 8,70%.

4. Kesimpulan

Bedasarkan system USCS tanah dilokasi penelitian termasuk kedalam OH yaitu Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi dengan nilai batas cair (LL) 50,6%, Batas Plastis (PL) 28,4% dan Indeks Plastisitas (IP) sebesar 22,2% dapat dikategorikan tanah lempung yang kohesif dan bersifat plastisitas tinggi, sehingga tanah tersebut memerlukan perbaikan. Penambahan arang tempurung kelapa pada tanah dasar menurunkan nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas tanah seiring bertambahnya ATK. Nilai indeks plastisitas paling rendah terdapat pada prosentase 15% arang tempurung kelapa sebesar 8,4% lebih kecil dari nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 22,2%. Hasil penelitian diperoleh karakteristik jenis tanah kategori OH yaitu Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap tanah lempung dapat memperbaiki sifat fisik tanah dengan menurunnya nilai indeks plastisitas dan naiknya nilai CBR tanah dasar. Nilai CBR tertinggi diperoleh dengan tambahan 15% arang tempurung kelapa.

Daftar Pustaka

- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium SNI 1965 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah SNI 1967 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah, SNI 1966 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah SNI 3423 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Cara Uji Berat Jenis Tanah, SNI 1964 : 2008.
- Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standar Nasional Indonesia, Metode Pengujian CBR Laboratorium, SNI 1744; 2012.
- Hardiyatmo, H. C. 2017. Mekanika Tanah 2 Edisi V. Gajah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia.
- Enden Mina, 2021. Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (Studi kasus di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten)
- Reffanda Kurniawa Rustam, 2019. Pengaruh Penambahan Abu Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Geser Tanah Lempung di Daerah Makarti Jaya.
- Tyas Wulandari, 2021. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Serbuk Arang Kayu dan Serat Karung Plastik Untu Meningkatkan Nilai CBR Tanah
- Arinda,R.D. Putri. 2018. Pengaruh Kadar Air Terhadap Daya Dukung Pada Tanah Lunak Di Jalan Tol Gempol-Pasuruan. Jurnal Teknik Sipil