

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)

Enden Mina¹, Rama Indera Kusuma², Woelandari Fathonah², Herlambang Wibowo³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman Km.3 Kota Cilegon – Banten Indonesia
28herlambangwibowo@gmail.com

Diterima redaksi: 5 Maret 2021 | Selesai revisi: 6 April 2021 | Diterbitkan *online*: 28 April 2021

ABSTRAK

Tanah memiliki karakteristik yang berbeda dari satu lokasi dengan lokasi lainnya, sehingga diperlukan penanganan dan perlakuan khusus dalam mengatasi permasalahan yang mungkin terjadi dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan sipil. Tanah ekspansif yaitu tanah yang kurang baik sebagai tanah dasar untuk membuat jalan karena memiliki sifat kohesif dan memiliki kembang susut yang tinggi yaitu mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada waktu kering sehingga menyebabkan kerusakan pada struktur jalan yang menjadikan jalan bergelombang atau retak – retak seperti yang terjadi di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh penambahan arang tempurung kelapa terhadap nilai kuat tekan bebas dan sifat fisik tanah sebelum dan setelah distabilisasi dengan variasi campuran arang tempurung kelapa (0%, 5%, 10%, 15% dan 20%) serta mengetahui klasifikasi tanah di Jalan Raya Kubang Laban berdasarkan sistem klasifikasi USCS.

Hasil penelitian ini diperoleh jenis tanah termasuk kategori OH yaitu tanah Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Penambahan arang tempurung kelapa dapat memperbaiki sifat fisik tanah yaitu dengan menurunnya nilai indeks plastisitas tanah, penurunan terbesar pada persentase 20% arang tempurung kelapa dari 21,44% menjadi 7,62% serta dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebas dari 1,237 kg/cm² menjadi 7,961 kg/cm² dan besar kenaikan q_u sebesar 543,482% pada persentase 10% arang tempurung kelapa dengan waktu pemeraman selama 28 hari.

Kata Kunci : Tanah Lempung, Stabilisasi, Arang Tempurung Kelapa, UCT

ABSTRACT

Soil has different characteristics from one location to another, so special handling and treatment is needed in overcoming problems that may occur in planning a civil building construction. Expansive soil is soil that is not good as a subgrade for making roads because it has a cohesive nature and has high shrinkage, that is, it expands in wet conditions and shrinks when it is dry, causing damage to the road structure which makes the road bumpy or reclaims as happened in Jalan Raya Kubang Laban, Trate Village, Kramatwatu District, Serang Regency, Banten

The purpose of this study is to see the effect of coconut shell charcoal free compression value and soil physical properties before and after stabilization with variations of coconut shell charcoal mixture (0%, 5%, 10%, 15% and 20%) and identification of soil classification in Kubang Laban road based on the USCS classification system.

The results showed that soil types were included in the OH category, namely organic clay soil with moderate to high plasticity. The addition of coconut shell charcoal can improve the physical properties of the soil, namely by decreasing the value of the soil plasticity index, the largest decrease

in the proportion of 20% coconut shell charcoal from 21,44% to 7,62% and can increase the value of Unconfined Compressive Strength. from 1,237 kg/cm² to 7,961 kg/cm² and a large increase of 543,482% in the proportion of 10% coconut shell charcoal with curing time of 28 days.

Key Word : Clay Soil, Stabilization, Coconut Shell Charcoal, UCT

1. Pendahuluan

Dalam pelaksanaan membangun suatu jalan sering dijumpai tanah dalam keadaan yang kurang baik dengan sifat kembang susut tinggi yaitu mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada waktu kering sehingga menyebabkan kerusakan pada struktur jalan [10], seringkali dijumpai kondisi tanah yang kurang baik karena tanah dasar untuk membuat jalan memiliki sifat kohesif dan memiliki kembang susut yang tinggi yaitu mengembang pada kondisi basah dan menyusut pada waktu kering sehingga menyebabkan kerusakan pada struktur jalan yang menjadikan jalan bergelombang atau retak – retak seperti yang terjadi di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Trate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang, Banten.

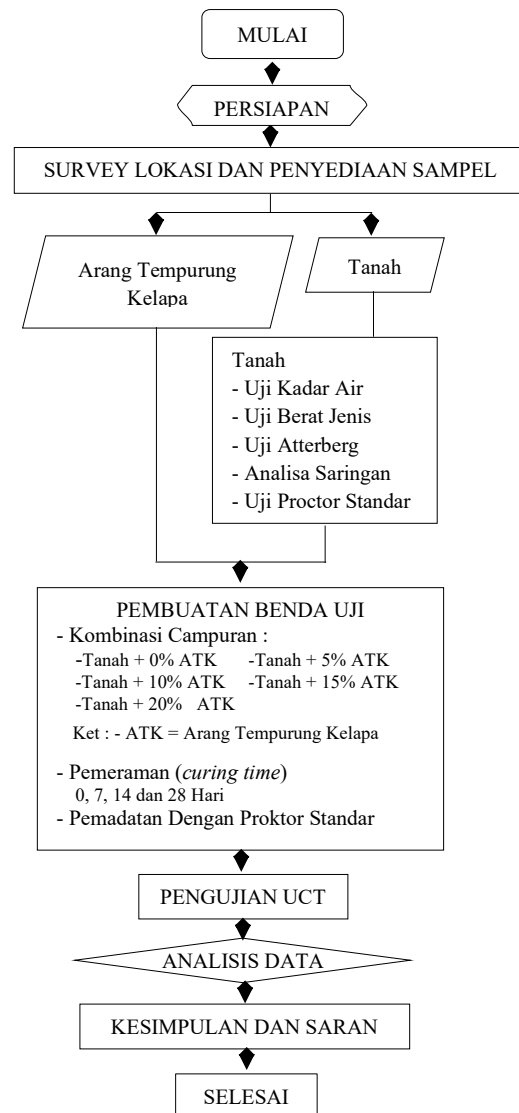
Tanah dasar (*subgrade*) jenis tanah lempung adalah jenis tanah dengan karakter air pori yang sangat tinggi sehingga menyebabkan permasalahan tersendiri bagi struktur bangunan sipil (gedung maupun perkerasan jalan) [11].

Ada beberapa metode stabilisasi tanah dengan bahan tambah di laboratorium antara lain stabilisasi dengan Arang Tempurung Kelapa, stabilisasi dengan semen, stabilisasi dengan abu terbang, dll. Pada penelitian kali ini peneliti memutuskan untuk menggunakan metode stabilisasi arang tempurung kelapa memiliki unsur karbon sehingga dapat mengikat antara unsur karbon dalam tanah sehingga dapat memperkuat tanah.

2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dengan melakukan berbagai pengujian sifat fisik tanah dan pengujian kuat tekan bebas dan mengamati pengaruh penambahan arang tempurung kelapa sebagai bahan tambahannya.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini langkah awal yang dilakukan yaitu memulai dengan menentukan judul kemudian mempersiapkan langkah selanjutnya yang akan dilakukan, survei lokasi dan melakukan pengujian DCP untuk menentukan nilai CBR dari tanah lokasi yang akan menjadi studi kasus penelitian dan setelah itu penyediaan sampel penelitian dengan mengambil sample tanah dari lokasi

studi kasus penelitian dan menyediakan arang tempurung kelapa dari hasil dari proses pirolisasi tempurung kelapa dengan suhu 70-100° C. Pada bahan tambah arang tempurung kelapa tidak dilakukan pengujian apapun dan untuk tanah di lokasi dilakukan pengujian fisik tanah.

Kemudian melakukan pengujian sifat fisik tanah antara lain adalah pengujian kadar air tanah dengan 2 jenis gradasi tanah dengan alat pemanasan oven Lab sesuai dengan SNI 1965-2008 [1], pengujian Batas cair menggunakan 4 sampel tanah yang di uji dengan alat atterberk sesuai dengan SNI 1967-2008 [2], Batas plastis tanah yang di buat plastis dan dijadikan batang dengan diameter 3 mm sesuai dengan SNI 1966-2008 [3], Analisis Besar Butir dengan menggunakan 500 gram tanah dan di saring dengan saringan sesuai setandar dan kemudian dilakukan pengujian hidrometri sesuai dengan SNI 3423-2008 [4], Berat jenis digunakan 2 jenis gradasi tanah yang berbeda sesuai dengan SNI 1964-2008 [5], Pemadatan ringan dilakukan pemadatan 5 kali percobaan dengan penambahan air yang berbeda sesuai dengan SNI 1742-2008[6].

Kemudian langkah selanjutnya Pembuat Benda uji sebanyak 60 sample benda uji dengan kombinasi dan waktu pemeraman yang telah ditentukan. Dalam Pembuatan Benda Uji UCT yang dilakukan antara lai yaitu :

1. Pertama kali mempersiapkan bahan penelitian;
2. Tanah di campurkan dengan arang tempurung kelapa dengan ketentuan sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dan ditambah air sebanyak dari kadar air optimum yang didapat dari pengujian pemadatan tanah.
3. Melakukan pemadatan dengan pemadatan tanah standar.
4. Mencetak benda uji dari hasil pemadatan tanah standar dan mengeluarkan tanah dari silinder cetakan.
5. Benda uji hasil dari pencampuran arang tempurung kelapa sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dilakukan pemeraman dengan waktu 0, 7, 14, dan 28 hari.
6. Benda uji siap untuk dilakukan pengujian UCT.

Kemudian melakukan pengujian UCT sesuai SNI 3638-2012 [7]. Prosedur percobaan kuat tekan bebas adalah :

1. Kuat tekan bebas diperiksa dengan cara mengontrol regangan.
2. Benda uji diukur panjangnya dengan ketelitian sampai 0.1 cm. setelah itu ditimbang dengan ketelitian 0.1 gram. Benda uji kemudian diletakan di atas mesin secara sentries, atau dengan cara mengatur mesin agar plat atas menyentuh permukaan benda uji.
3. Jarum arloji tegangan diatur pada posisi nol, demikian pula pada arloji regangan.
4. Pembacaan dilakukan pada regangan 0.5%; 1%; 2%; dari panjang benda uji dan seterusnya dengan kecepatan regangan sebesar 0.5% sampai 2% per menit atau biasanya di ambil 1% per menit.
5. Percobaan ini dilakukan terus menerus sampai benda uji mengalami keruntuhan. Keruntuhan ini dapat dilihat dari makin kecilnya beban walaupun regangan makin besar, setelah melewati tegangan terbesar.
6. Jika regangan telah mencapai 20% tetapi benda uji belum runtuh, maka percobaan dihentikan.
7. Kemudian catat pembacaan arloji, dan masukan dalam form kuat tekan bebas.

Setelah itu data yang didapat dari pengujian dilakukan analisis data.

Kemudian didapatlah kesimpulan dari hasil penelitian ini dan saran dari penelitian ini maka penelitian ini pun selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Fisik Tanah

Untuk pengujian fisik tanah dari Desa Cibeulah Kec. Munjul terdiri dari analisa besar butir, berat jenis butir, kadar air, batas plastis, batas cair, dan pemadatan yang dilakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil Untirta, Cilegon dengan hasil analisa sebagai berikut :

Hasil pengujian kadar air pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten terlihat pada Tabel 1. dibawah ini:

Tabel 1. Kadar Air

No	Item	Symbol	4	10
1	Mass of Container	W1	142,5	5,6

2	Mass of Container + Wet Soil (gram)	W2	242,5	25,6
3	Mass of Container + Dry Soil (gram)	W3	237,5	24,5
4	Mass of Wet Soil (gram)	$W_{tb} = W2 - W1$	100	20
5	Mass of Dry Soil (gram)	$W_d = W3 - W1$	95	18,9
6	Mass of Water (gram)	$W_w = W_{tb} - W_d$	5	1,1
7	Water Content	$\omega = \frac{(W_w/W_d)}{100} \times 100\%$	5,26%	5,82%
8	Average Water Content	ω Average	5.54%	

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihai dari Tabel 1. maka hasil pengujian laboratorium didapatkan nilai kadar air mula-mula pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten sebesar 5.54%.

4. Batas Cair

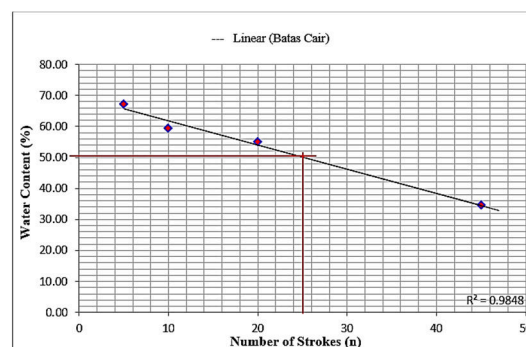
Hasil pengujian batas cair tanah pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten dapat dilihat pada Tabel 2. dibawah ini.

Tabel 2. Batas Cair

No	Item	Symbol	Liquid Limit			
			10 to 20	20 to 30	30 to 40	40 to 50
1	Container Number		1	2	3	4
2	Number Of Strokes	n	5	10	20	45
3	Mass Of Container + Wet Soil (gram)	W2	15,8	15,4	12,8	12,79
4	Mass Of Container + Dry Soil (gram)	W3	10,89	11	9,8	10,43
5	Mass Of Water (gram)	$W_6 = W_4 - W_5$	4,91	4,4	3	2,36
6	Mass Of Container (gram)	W1	3,6	3,6	3,6	3,6
7	Mass Of Wet Soil (gram)	$W_4 = W_2 - W_1$	12,2	11,8	9,2	9,19
8	Mass Of Dry Soil (gram)	$W_5 = W_3 - W_1$	7,29	7,4	6,2	6,83
9	Water Content (%)	$\omega = \frac{(W_6/W_5)}{100} \times 100\%$	67,35	59,46	48,39	34,55
10	Average Of Water Content	ω rata-rata	54,05%			
11	Liquid Limit (from Graph)	LL	50,20%			

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Tabel 2. diatas maka dapat diketahui nilai persentase kadar air tiap variasi ketukan pada alat casagrande yang kemudian dibuat sesuai standar mengujian batas cair, data kadar air tersebut akan digunakan untuk membuat grafik hubungan kadar air dengan jumlah pukulan kemudian setelah itu dibuat garis regresinya dan setelah itu untuk mendapatkan nilai batas cair maka diperlukan vertikal dari jumlah pukulan ke 25 sampai menyentuh garis regresi dari grafik tersebut kemudian tarik garis horizontal dari perpotongan antara garis tadi ke arah kiri sampei menentuh ujungnya, maka setelah itu didapat nilai kadar air pada pukulan 25 dimana pukulan itu adalah nilai batas cair tanah tersebut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kadar Air dengan Jumlah Pukulan

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Gambar 2. diatas didapat nilai batas cair pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten sebesar (LL) 50,20 % dari pukulan ke 25 digrafik. Menurut Santoso, Suprpto, Suryadi pada buku Dasar Mekanika Tanah halaman 17 bahwa:

- Plastisitas rendah LL < 35 %
- Plastisitas sedang LL 35 % - 50 %
- Plastisitas Tinggi LL > 50 %

Maka dapat disimpulkan bahwa tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten termasuk dala tanah yang memiliki Plastisitas tinggi dengan nilai LL > 50% ,yaitu sebesar LL = 50,20 %.

5. Batas Plastis

Hasil pengujian batas plastis pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan

Kramatwatu, Kab. Serang, Banten terlihat pada Tabel 3. dibawah ini:

Tabel 3. Batas Plastis

No	Item	Symbol	Plastic Limit		
1	Container Number		1	2	3
2	Mass of Container + Wet Soil (gram)	W2	10,15	9,9	10,4
3	Mass of Container + Dry Soil (gram)	W3	9	8,8	9,3
4	Mass of Water (gram)	$W6 = W2 - W3$	1,15	1,1	1,1
5	Mass of Container (gram)	W1	5,15	4,9	5,4
6	Mass of Wet Soil (gram)	$W4 = W2 - W1$	5	5	5
7	Mass of Dry Soil (gram)	$W5 = W3 - W1$	3,85	3,9	3,9
8	Water Content	$\omega = (W6/W5) \times 100\%$	29,87 %	28,21 %	28,21 %
9	Plastic Limit (%)	PL	28,76 %		
10	Liquid Limit (%)	LL	50,20 %		
10	Plastic Index	$PI = (LL - PL)$	21,44 %		

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Tabel 5.3 dapat diketahui hasil Pengujian laboratorium didapatkan pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten nilai kadar air batas plastis (PL) adalah 28.76%

Dari hasil pengujian batas cair (LL) pada Tabel dengan nilai LL = 52,44 % dan batas plastis (PL) pada Tabel dengan nilai PL = 28.76% maka didapat indeks plastis (PI) sebesar :

$$PI = LL - PL$$

$$PI = 50,50 \% - 28.76\% = 21,74\%$$

Tabel 4. Indeks plastisitas dan jenis tanah

IP	Sifat	Jenis Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Sumber : Hardiyatmo, 2012

Menurut Tabel 4. Maka dari hasil nilai Indeks Plastis (PI) didapat sebesar 21,44% dapat diketahui sifat, Jenis Tanah, dan Kohesinya. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah menerangkan bahwa indeks plastis >17 %

(Hardiyatmo, 2012) [8] termasuk tanah lempung yang memiliki sifat plastisitas tinggi dengan jenis tanah lempung dan kohesif. Sehingga pada tanah di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten menunjukkan bahwa tanah tersebut peka pada perubahan kadar air dan mempunyai kembang susut yang besar maka besar pengaruhnya kepada daya dukung tanah atau kekuatan tanah.

6. Analisa Besar Butir

Hasil pengujian analisa besar butir pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten terlihat dibawah ini :

Tabel 4. Data Analisa Besar Butir

Nomor saringan	Diameter lubang saringan (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan	% berat tanah tertahan saringan	% kumulatif dari tanah yang tertahan	% tanah yang lolos saringan
4	4,75	0	0	0	100
10	2	0	0	0	100
30	0,6	1	0,2	0,2	99,8
40	0,425	3	0,6	0,8	99,2
50	0,3	87,5	17,5	18,3	81,7
200	0,075	2,5	0,5	18,8	81,2
Pan	-	406	81,2	100	0

Sumber : Analisa data, 2020

Dapat dilihat pada Tabel 4. maka hasil dari Analisa saringan didapat bahwa tanah tersebut lebih dari 50% lolos saringan 200 yaitu sebanyak 81.2%, enunjukkan bahwa tanah kondisi eksisting di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten termasuk dalam tanah berbutir halus.

7. Berat Jenis Butir

Hasil pengujian berat jenis butir pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten termasuk dalam tanah berbutir halus. terlihat pada **Tabel 5.** dibawah ini:

Tabel 5. Data Berat Jenis

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 +	M ₄	gram	144	139,5

6	Water Temp Test					
6	Factor Corection	k		0,9980	0,9980	
7	Mass Picnometer into Temp 25°C	M4	gram	143,71	139,22	
8	Mass Picnometer + Soil + Water	M _s	gram	165	161,5	
9	Specific Gravity	G _s		2,338	2,823	
10	Specific Gravity Average	Average		2,580		

Sumber : Analisa data, 2020

Dapat dilihat pada Tabel 5. nilai Factor Corection ditentukan dari suhu pada saat pengujian dimana untuk suhu di 20 °C nilainya adalah 1 dan selain itu dan hasil pengujian berat jenis tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten diperoleh nilai G_s sebesar 2,338 untuk saringan No.4 dan 2,823 untuk saringan No.10. Nilai G_s ini tidak memiliki dimensi ataupun satuan.

Tabel 6. 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
Lepung Tak Organik	2,68-2,75
Humus	1,37
Gambut	1,251,80

Sumber : Hardiyatmo, 1992 [9]

Dilihat dari Tabel 6. dapat ditentukan jenistanahnya berdasarkan nilai dari berat jenis tanahnya dan dari hasil pengujian yang dilakukan nilai G_s yang didapat bahwa tanah dari Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten masuk dalam kategori tanah Lempung Organik.

8. Pemadatan

Hasil pengujian Pemadatan pada tanah Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten terlihat pada Tabel 7., dan Gambar 3. dibawah ini:

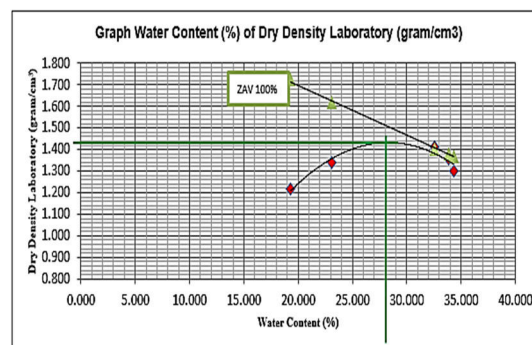
Tabel 7. Pemadatan

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 (W ₂)	5625	5779	5955	5911	5855
4	Mass of Mold (W _{mold})	4485	4485	4485	4485	4485
5	Mass of Wet Soil (W ₃ =W ₂ -W)	1140	1294	1470	1426	1370

6	Density (gram/cm ³) (ρ=(W ₂ -W _{mold})/V)	1.452	1.648	1.873	1.817	1.745
7	Dry Density (gram/cm ³) (ρ _{dn} =(ρ x 100)/(100+ω))	1.217	1.339	1.413	1.357	1.299
8	ZAV 80% (gram/cm ³) (80%*(G _s .g _w)/1+(G _s .w _n))	1.378	1.071	0.951	0.937	0.932
9	ZAV 100% (gram/cm ³) (G _s .g _w)/1+(G _s .w _n)	1.723	1.617	1.402	1.378	1.369
10	Dry Density Laboratory (ρ _{dn}) gram/cm ³			1.430		

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Tabel 7. maka dapat diketahui nilai dari dry density dan nilai kadar air tiap variasi penambahan air pada pengujian pemadatan penelitian ini sehingga data tersebut dapat digunakan untuk membuat grafik hubungan berat isi kering dengan kadar air yang dapat dilihat pada Gambar 5.9 yang di bawah ini.



Gambar 3. Grafik Hubungan Berat Isi Kering dengan Kadar Air

Sumber : Analisa data, 2020

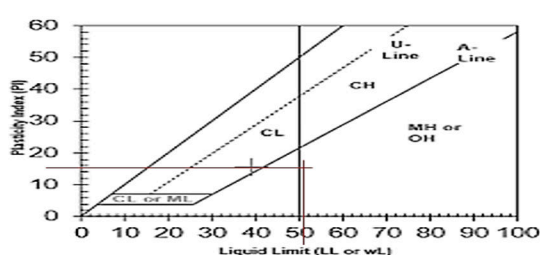
Dilihat dari Gambar 3. maka dapat diketahui hasil pengujian laboratorium analisa pemadatan dari grafik dan hitungan dapat disimpulkan bahwa didapat nilai kadar air optimum sebesar 28 % dan d maksimum sebesar 1.430 gr/cm³. Kadar air optimum dan berat kering yang didapat akan dipakai untuk perhitungan bahan campuran.

9. Sistem Klasifikasi tanah USCS

Penentuan klasifikasi tanah dalam pwenelitian ini berdasarkan pada system USCS (Unified Classification Syste). Beberapa pengujian yang diperlukan untuk klasifikasitanah USCS, antara lain pengujian Analisa besar butir, dan

nilai batas cair dan batas plastis. Hasil pengujian penelitian ini :

- a. Analisa Besar Bututir Jumlah tanah yang lolos saringan No.200 lebih dari 50%, yaitu seesar 81,2% sehingga termasuk dalam tanah erbutir halus.
- b. Batas Cair (LL) Nilai dari batas cait tanah > 50% yaitu sebesar 50.20%
- c. Batas Plastis (PL) Nilai dari batas plastis tanah yaitu sebesar 28.76%
- d. Indeks Plastisitas (IP) Nilai Indeks Plastisitas tanah yaitu sebesar 21,44%



Gambar 4. Grafik Liquid Limit dan Plasticity Index

Sumber : Hardiyatmo, 1992

Tabel 8. Plotting Tanah Berbutir Halus Menurut USCS

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

Sumber : Hardiyatmo, 1992

Hasil Pengujian Analisa besar butir, berat jenis butir, dan Atterberg limits dapat disimpulkan bahwa menurut sistem klasifikasi USCS tanah dari Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten termasuk dalam golongan tanah OH, yaitu tanah Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi.

10. Hasil Pengujian UCT

Kuat tekan bebas adalah besarnya beban aksial persatuan luas. Metode ini dimaksudkan sebagai acuan dalam melakukan pengujian kuat tekan bebas tanah kohesif, dengan tujuan untuk memperoleh nilai kuat tekan bebas tanah kohesif. Gaya kohesif adalah gaya tarik menarik antara partikel tanah yang satu dengan partikel tanah yang lain.

3.2 Nilai UCT dengan Persentase Arang Tempurung Kelapa terhadap lama pemeraman

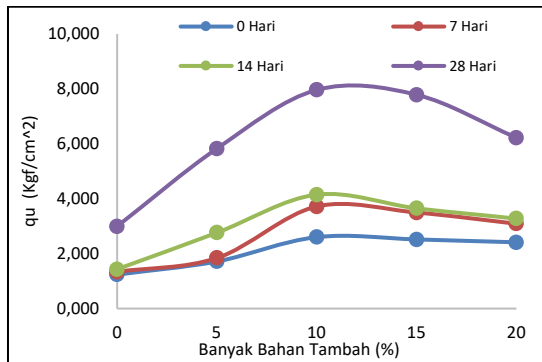
Dari hasil penelitian laboratorium didapat data sebanyak 60 sampel. Data telah dihitung dan dianalisa. Untuk nilai q_u dengan Persentase Arang Tempurung Kelapa terhadap lama pemeraman dapat dilihat dari Tabel 9. di bawah ini:

Tabel 9. Nilai q_u terhadap lama pemeraman

Waktu Pemeraman (Hari)	Arang tempurung kelapa (%)	q_u (kg/cm ²)
0	0	1.237
0	5	1.717
0	10	2.602
0	15	2.515
0	20	2.412
7	0	1.340
7	5	1.843
7	10	3.715
7	15	3.492
7	20	3.088
14	0	1.429
14	5	2.765
14	10	4.144
14	15	3.649
14	20	3.279
28	0	2.993
28	5	5.821
28	10	7.961
28	15	7.780
28	20	6.216

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Tabel 9. dapat diketahui nilai dari persen kenaikannya, konsistensinya, dan q_u rata-rata dimana data tersebut akan dijadikan grafik q_u dengan waktu pemeraman terhadap presentase penamahan yang dapat di lihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Nilai qu dengan Presentase Arang tempurung kelapa
Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat dari Gambar 5. Merupakan hasil pengujian nilai qu rata-rata dari setiap pengujian dengan persentase bahan tambah dan waktu pemeraman yang sama berdasarkan banyaknya penambahan bahan arang tempurung kelapa, dapat diketahui bahwa untuk semua persentase arang tempurung kelapa dengan waktu pemeraman mengalami peningkatan dari nilai qu tanah asli, namun semua persentase ada batas optimumnya.

Pada campuran 10% arang tempurung kelapa untuk waktu pemeraman 0 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari, tanah menjadi sangat kering sehingga terjadi peningkatan nilai qu, hal ini disebabkan oleh arang tempurung kelapa yang dapat mengikat karbon dalam tanah. Nilai qu yang paling besar yaitu terdapat pada persentase 10% arang tempurung kelapa dengan waktu pemeraman selama 28 hari sebesar 7.961 kg/cm².

4.8.1 Nilai qu dengan lama pemeraman terhadap Persentase Arang Tempurung Kelapa

Untuk nilai qu dengan lama pemeraman terhadap Persentase arang tempurung kelapa dapat dilihat dari Tabel 10. di bawah ini:

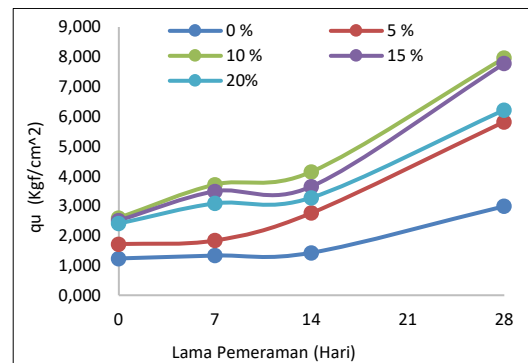
Tabel 10. Nilai qu terhadap persentase Penambahan arang tempurung kelapa

Waktu Pemeraman (Hari)	Arang tempurung kelapa (%)	qu (kg/cm ²)
0	0	1.237
7	0	1.340
14	0	1.429
28	0	2.993
0	5	1.717
7	5	1.843
14	5	2.765
28	5	5.821
0	10	2.602

7	10	3.715
14	10	4.144
28	10	7.961
0	15	2.515
7	15	3.492
14	15	3.649
28	15	7.780
0	20	2.412
7	20	3.088
14	20	3.279
28	20	6.216

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat pada Tabel 10. dapat diketahui nilai dari persen kenaikannya, konsistensinya, dan qu rata-rata dimana data tersebut akan dijadikan grafik nilai qu dengan presentasi penambahan terhadap waktu yang dapat di lihat pada Gambar 5.



Gambar 6. Grafik Hubungan Nilai qu dengan Waktu Pemeraman

Sumber : Analisa data, 2020

Dari Gambar 6. diatas bahwa hasil pengujian nilai qu berdasarkan waktu pemeraman, menunjukkan bahwa semua sample mengalami kenaikan nilai qu seiring dengan lama waktu pemeramannya. kemungkinan karena terdapat bahan pozzolanic berlebih yang terkandung arang tempurung kelapa pada tanah lempung, semakin lama waktu pemeraman kandungan air akan menguap dan menyebabkan tanah menjadi kuat dan nilai dari qu meningkat. enjadi mudah pecah ketika diberi tekanan vertikal.

Tabel 11. Konsistensi dan Kekuatan Tanah Lempung

qu (kg/cm ²)	Konsistensi
<0,25	Very Soft
0,25 - 0,50	Soft
0,50 - 1,00	Medium
1,00 - 2,00	Stiff
2,00 - 4,00	Very Stiff
>4,00	Hard

Sumber : Analisa data, 2020

Konsistensi adalah kemampuan dalam ketahanan suatu material terhadap perubahan bentuk atau perpecahan, dilihat dari Tabel 11. menunjukkan nilai q_u tanah eksisting pada Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten sebesar 1.237 kg/cm^2 termasuk konsistensi stiff dengan nilai UCT 1-2 kg/cm dan nilai q_u setelah pencampuran tanah dengan kadar 10% arang tempurung kelapa sebesar 7.961 kg/cm^2 dengan waktu pemeraman 28 hari termasuk konsistensi *Hard* dengan nilai UCT $>4 \text{ kg/cm}^2$.

4 Hasil Pengujian Tanah Setelah Distabilisasi Dengan Arang Tempurung Kelapa

4.9.1 Pengujian Batas Cair (LL)

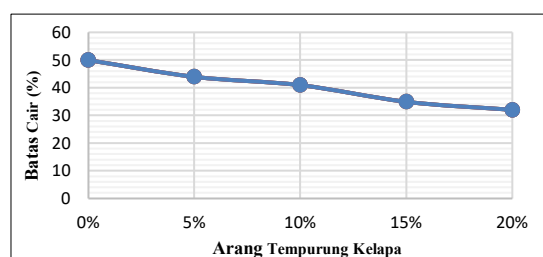
Pengujian bats cair terhadap persentase kadar arang tempurung kelapa seperti pada Tabel 12. di bawah ini :

Tabel 12. Nilai Batas Cair Setiap Presentase Arang Tempurung Kelapa

Bahan Tambah	Batas Cair (LL) %	Persentase Penurunan (%)
0% Arang Tempurung Kelapa	50.00%	0
5% Arang Tempurung Kelapa	44.00%	12.00%
10% Arang Tempurung Kelapa	41.00%	18.00%
15% Arang Tempurung Kelapa	35.00%	30.00%
20% Arang Tempurung Kelapa	32.00%	36.00%

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat dari Tabel 12. diatas terlihat bahwa penambahan persentasi dari arang tempurung kelapa dapat memberikan pengaruh terhadap nilai batas cair (LL).



Gambar 7. Grafik Hubungan Batas Cair Dengan Kadar Bahan Tambah

Sumber : Analisa data, 2020

Dari Gambar 7. diatas menunjukkan bahwa nilai batas cair akibat penambahan bahan

stabilisasi arang tepurung kelapa mengalami penurunan. Semakin besar persentase penambahan akan semakin kecil nilai batas cairnya. Pada tanah asli memiliki nilai batas cair 50,20% dengan kategori plastisitas tinggi dan setelah penambahan bahan stabilisasi arang tempurung kelapa sebanyak 20% maka nilai Batas cair menjadi 32% dengan kategori plastisitas rendah.

4.9.2 Pengujian Batas Plastis (PL)

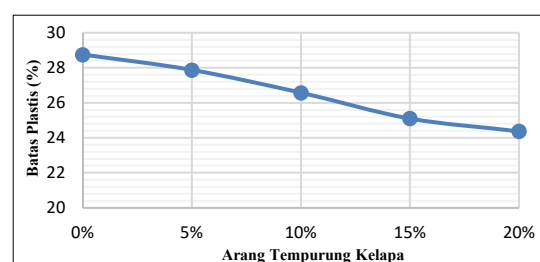
Hasil Pengujian bats plastis terhadap persentase kadar arang tempurung kelapa seperti pada Tabel 13. di bawah ini :

Tabel 13. Nilai Batas Plastis Setiap Presentase Arang Tempurung Kelapa

Bahan Tambah	Batas Plastis (PL) %	Persentase Penurunan (%)
0% Arang Tempurung Kelapa	28.76	0
5% Arang Tempurung Kelapa	27.88	3.059
10% Arang Tempurung Kelapa	26.58	7.579
15% Arang Tempurung Kelapa	25.11	12.691
20% Arang Tempurung Kelapa	24.38	15.229

Sumber : Analisa data, 2020

Dilihat dari Tabel 13. diatas terlihat bahwa penambahan persentasi dari arang tempurung kelapa dapat memberikan pengaruh terhadap nilai batas Plastis (PL) seperti pada Gambar 10. dibawah ini :



Gambar 8. Grafik Hubungan Batas Plastis Dengan Kadar Bahan Tambah

Sumber : Analisa data, 2020

Dari Gambar 8. diatas menunjukkan bahwa nilai batas Plastis akibat penambahan bahan stabilisasi arang tepurung kelapa mengalami penurunan. Semakin besar persentase penambahan akan semakin kecil nilai batas Plastisnya. Pada tanah asli memiliki nilai batas Plastis 28.76% dan setelah penambahan bahan stabilisasi arang tempurung kelapa

sebanyak 20% maka nilai Batas Plastis menjadi 24.38%.

Setelah diperoleh data batas cair dan batas plastis maka dapat mengetahui nilai indeks plastisitasnya terhadap persentase dari penambahan arang tempurung kelapa.

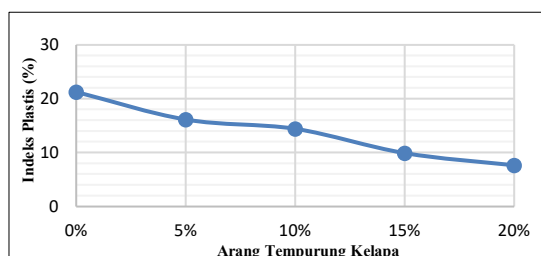
Hasil indeks plastisitas dari tanah campuran adalah seperti Tabel 14. dibawah :

Tabel 14. Atterberg Limits

Bahan tambah	Batas Cair (LL) %	Batas Plastis (PL) %	Indeks Plastis (IP) %	Kategori
0% Arang Tempurung Kelapa	50.20%	28.76%	21.44%	Plastisitas Tinggi
5% Arang Tempurung Kelapa	44.00%	27.88%	16.12%	Plastisitas Tinggi
10% Arang Tempurung Kelapa	41.00%	26.58%	14.42%	Plastisitas Sedang
15% Arang Tempurung Kelapa	35.00%	25.11%	9.89%	Plastisitas Sedang
20% Arang Tempurung Kelapa	32.00%	24.38%	7.62%	Plastisitas Sedang

Sumber : Analisa data, 2020

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



Gambar 9. Grafik Hubungan Indeks Plastisitas Dengan Kadar Bahan Tambah

Sumber : Analisa data, 2020

Dari Gambar 9. diatas menunjukkan bahwa nilai Indeks Plastisitas akibat penambahan bahan stabilisasi arang tepurung kelapa mengalami penurunan. Semakin besar persentase penambahan akan semakin kecil nilai Indeks Plastisitas. Pada tanah asli memiliki nilai Indeks Plastisitas 21,44% dan dikategorikan tanah plastisitas tinggi dan setelah penambahan bahan stabilisasi arang tempurung kelapa sebanyak 20% maka nilai Indeks Plastisitas menjadi 7,62% dan dikategorikan tanah plastisitas rendah.

5. Kesimpulan Dan Saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa stabilisasi menggunakan bahan tambah arang tempurung kelapa pada tanah lempung di Jalan Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kab. Serang, Banten yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan Sistem USCS tanah dilokasi penelitian termasuk kedalam kelompok OH yaitu Lempung organik dengan plastisitas sedang hingga tinggi dengan nilai batas cair (LL) sebesar 50,20%, batas plastis (PL) 28,76% dan indeks plastisitas (IP) sebesar 21,44% dapat dikategorikan tanah lempung yang kohesif dan bersifat plastisitas tinggi, sehingga tanah tersebut memerlukan perbaikan.
2. Penambahan arang tempurung kelapa pada tanah dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas. Hasil pengujian kuat tekan bebas tanah asli dengan pemeraman 0 hari sebesar 1,237 kg/cm². Nilai qu optimum yaitu pada persentase 10% arang tempurung kelapa dengan waktu pemeraman 28 hari sebesar 7,961 kg/cm² Termasuk konsistensi Hard dengan nilai UCT >4 kg/cm² dan besar kenaikan qu mencapai 543,482 %.
3. Penambahan arang tempurung kelapa pada tanah menurunkan nilai batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas tanah seiring bertambahnya campuran. Nilai indeks plastisitas paling rendah terdapat pada persentase 20% arang tempurung kelapa dengan nilai indeks plastisitas sebesar 7.62% lebih kecil dari nilai indeks plastisitas tanah asli sebesar 21,44%.
4. Berdasarkan pengujian dan analisis dapat disimpulkan penambahan arang tempurung kelapa dapat menaikkan nilai kuat tekan bebas >4 kg/cm² dan tanah dikategorikan dengan konsistensi keras (Hard) dan dapat menurunkan nilai indeks plastisitas menjadi <7% yang artinya tanah dikategorikan plastisitas rendah, ini terjadi karena zat yang terkandung dalam arang tempurung

kelapa dapat mengikat karbon diantara tanah dan memiliki zat penyusun yang sama dengan semen yang bersifat pozzolan sehingga dapat meningkatkan nilai kuat tekan bebasnya dan menurunkan indeks plastisitas. Dengan demikian tanah sangat baik untuk digunakan sebagai subgrade jalan karena propertis tanah membaik dengan menurunnya kembang susut tanah.

5.2. Saran

Penulisan tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna sehingga diharapkan untuk penelitian penelitian selanjutnya:

1. Setiap tanah dasar pada jalan tiap daerah memiliki jenis tanah dan nilai q_u yang berbeda-beda maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu seperti pengujian sifat fisik tanah dan pengujian CBR atau UCT
2. Kajian ini dapat dilanjutkan dengan menambahkan campuran berupa bahan campuran lainnya seperti gypsum, Fly Ash, Pasir, slag, dan bahan lain yang belum pernah di uji.
3. Melakukan pengujian fisik setelah penambahan arang tempurung kelapa dengan lama pemeramannya.
4. Untuk Penelitian selanjutnya disarankan melihat pengaruh stabilisasi tanah terhadap parameter kekuatan tanah seperti sudut geser tanah dan kuat geser tanahnya.

6. Daftar Pustaka

- [1] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium, SNI 1965:2008.
- [2] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah, SNI 1967-2008.
- [3] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah, SNI 1966-2008.
- [4] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah, SNI 3423-2008.
- [5] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Berat Jenis Tanah, SNI 1964-2008.
- [6] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah, SNI 1742-2008.
- [7] Departement Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU, Standard Nasional Indonesia, Metode uji kuat tekan-bebas tanah kohesif, SNI 3638-2012.
- [8] Hardiyatmo, H. C. 2012. Mekanika Tanah 2 Edisi V. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia.
- [9] Hardiyatmo, H. C. 2002. Mekanika Tanah I. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta, Indonesia.
- [10] Kusuma, R. I., & Mina, E. (2015). Stabilisasi tanah lempung dengan menggunakan abu sawit terhadap nilai kuat tekan bebas. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 4(2).
- [11] Fathonah, W., Mina, E., Kusuma, R. I., & Ihsan, D. Y. (2020). Stabilisasi Tanah Menggunakan Semen Slag Serta Pengaruhnya Terhadap Nilai California Bearing Ratio (CBR)(Studi Kasus: Jl. Munjul, Kp. Ciharang, Desa Pasir Tenjo, Kecamatan Sindang Resmi, Kabupaten Pandeglang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 9(1).