

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penyajian Data Pengujian Laboratorium

Data diperoleh dari hasil pengujian yang telah disusun secara sistematis dan selanjutnya akan dilakukan analisis. Adapun data yang diperoleh didapatkan dari pengujian kadar air, analisis saringan, batas-batas *Atterberg* (batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas), berat jenis, pemadatan tanah dan dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) yang disusun dalam bentuk yang mudah dipahami yaitu berupa tabel, grafik ataupun kurva.

4.1.1 Pengujian Kadar Air

Adapun tujuan dari pengujian kadar air yaitu untuk mengetahui nilai kadar air tanah lempung di lapangan, yang merupakan tanah terganggu. Sampel tanah yang diambil merupakan tanah lempung dari Kampung Reklamasi di Desa Air Jangkang Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. Berikut adalah tabel nilai kadar air tanah lempung asli.

Tabel 4.1 Kadar Air Tanah Lapangan

Nomor cawan	1	2	3	4
Berat cawan + tanah basah (W1) gr	77,5	73,3	73,9	78,1
Berat cawan + tanah kering (W2) gr	62,4	58,7	59,3	62,7
Berat Air (W1-W2) gr	15,1	14,6	14,6	15,4
Berat Cawan (W3) gr	14,3	13,4	13,7	14,1
Berat tanah kering (W2-W3) gr	48,1	45,3	45,6	48,6
Kadar air (w) = $(W1-W2)/(W2-W3) \times 100\%$	31,393	32,230	32,018	31,687

Sumber: Data diolah, 2019

Hasil pengujian dapat dilihat nilai kadar air tanah lempung asli dilapangan sebesar 31,832%. Dimana nilai tersebut didapatkan dari pengujian dilaboratorium

yang selanjutnya akan didapatkan berupa data kemudian dihitung untuk mengetahui nilai dari kadar air tanah.

4.1.2 Pengujian Analisis Saringan

Pengujian analisis saringan tanah bertujuan untuk mendapatkan nilai gradasi tanah pada klasifikasi tanah menggunakan sistem USCS. Pengujian dilakukan dengan cara menggetarkan saringan menggunakan *shieve shaker* dimana tanah kering melalui satu set saringan sesuai dengan ukuran ayakan dimana lubang-lubang ayakan tersebut disusun dengan lubang semakin kecil secara berurutan. Metode pengujian analisis saringan dilakukan berdasarkan SNI 3423: 2008 menggunakan ukuran saringan No.4 (4,75 mm), No.8 (2,36 mm), No.10 (2,00 mm), No. 16 (1,18 mm), No.30 (0,60 mm), No.40 (0,425 mm), No.50 (0,30 mm), No.100 (0,15 mm), No. 200 (0,075 mm) dan pan dengan berat sampel tanah kering sebanyak 500 gr. Hasil pengujian analisis saringan terdapat pada Tabel 4.2 sebagai berikut.

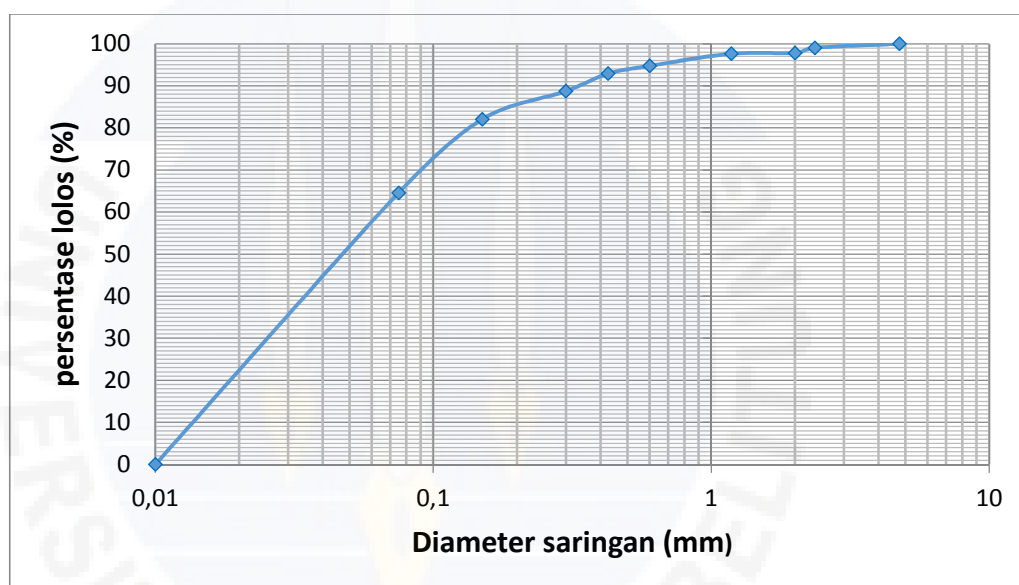
Tabel 4.2 Analisis Saringan Tanah Lempung Tanpa Bahan Tambah

Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
No. 4	4,75	0	0	0,000	100,000
No. 8	2,36	4,8	4,8	0,967	99,033
No. 10	2	6,1	10,9	2,196	97,804
No. 16	1,18	7,6	18,5	3,727	96,273
No. 30	0,6	7,7	26,2	5,278	94,722
No. 40	0,425	9	35,2	7,091	92,909
No. 50	0,3	20,7	55,9	11,261	88,739
No. 100	0,15	33,1	89	17,929	82,071
No. 200	0,075	86,9	175,9	35,435	64,565
PAN		320,5	496,4	100,000	0,000

Sumber : Data diolah, 2019

Pengujian analisis saringan tanah yang dilakukan terdapat sebanyak 0,687% tanah yang hilang. Pada pengujian analisis saringan ini tanah yang diuji tidak boleh berkurang 2% dari berat awal tanah, dari hasil pengujian menunjukkan tanah yang hilang kurang dari 2%. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat

diketahui jumlah berat tertahan yaitu 496,4 gr, terdapat selisih antara berat awal pengujian dengan berat tertahan setelah pengujian. Hal menunjukkan bahwa sejumlah tanah yang hilang saat pengujian, hilangnya butiran tanah saat pengujian dapat dipengaruhi oleh faktor ketidakteelitian peneliti dalam menuang atau menangkat benda uji, serta kurang teliti dalam menimbang benda uji. Berdasarkan SNI 3423:2008 disyaratkan bahwa persentase tanah yang hilang selama pengujian tidak boleh lebih dari 2%, jika lebih maka harus dilakukan pengujian ulang. Grafik persentase lolos terhadap diameter saringan dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.1 Grafik Hubungan Persentase Lolos Terhadap Diameter Saringan

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh nilai berat tanah tertahan pada pan adalah 320,5 gr. Sedangkan nilai persen lolos saringan nomor 200 (diameter saringan 0,075 mm) sebesar 64,565% lebih besar dari 50%. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa tanah ini termasuk dalam kategori tanah lempung dimana persen lolos saringan no. 200 lebih dari 50%.

4.1.3 Pengujian Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan berat dari satuan volume dari suatu material terhadap air dengan volume yang sama pada temperatur yang ditentukan (SNI 1970:2008). Berat jenis tanah berhubungan dengan fase udara, air dan butiran

dalam tanah. Oleh karena itu, pengujian terhadap berat jenis tanah diperlukan untuk perhitungan-perhitungan parameter indeks tanah. Pengujian berat jenis dilakukan terhadap sampel tanah lempung asli dengan data sebagai berikut.

Tabel 4.3 Berat Jenis Tanah Lempung

Benda Uji	1	2
Berat piknometer + tanah (W2) gr	75,600	75,600
Benda Uji	1	2
Berat Pinometer (W1) gr	45,600	45,600
Berat tanah $W_t = W_2 - W_1$ gr	30,000	30,000
Berat piknometer + Air + tanah (W3) gr	112,400	112,800
Berat piknometer + air (W4) gr	95,400	95,200
Temperatur °C	26,000	27,000
Faktor Koreksi	0,999	0,998
$W_5 = W_t + W_4$ gr	125,400	125,200
Isi Tanah (W5-W3)	11,300	11,500
Berat Jenis (Gs)	2,655	2,609
Berat jenis rata-rata	2,632	

Sumber: Data diolah, 2019

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis pada tanah lempung didapat nilai sebesar 2,632. Dari hasil tersebut, kemudian nilai berat jenis digunakan pada pengujian pemadatan yaitu menghitung nilai ZAV (*Zero Air Void*).

4.1.4 Pengujian Batas-batas *Atterberg*

Salah satu pengujian untuk menentukan jenis tanah yaitu dengan melakukan pengujian batas-batas *atterberg*. Pengujian ini merupakan pengujian terhadap batas-batas konsistensi tanah yang mempertimbangkan kadar air pada tanah tersebut. Dimana pengujian yang dilakukan meliputi pengujian batas cair, batas plastis dan indeks plastisitas. Nilai indeks plastisitas didapat setelah hasil batas cair dan batas plastis telah didapat. Data-data yang diperoleh dari pengujian ini dapat dilihat pada atau Tabel 4.4, Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 sebagai berikut:

1. Pengujian Batas Cair (LL)

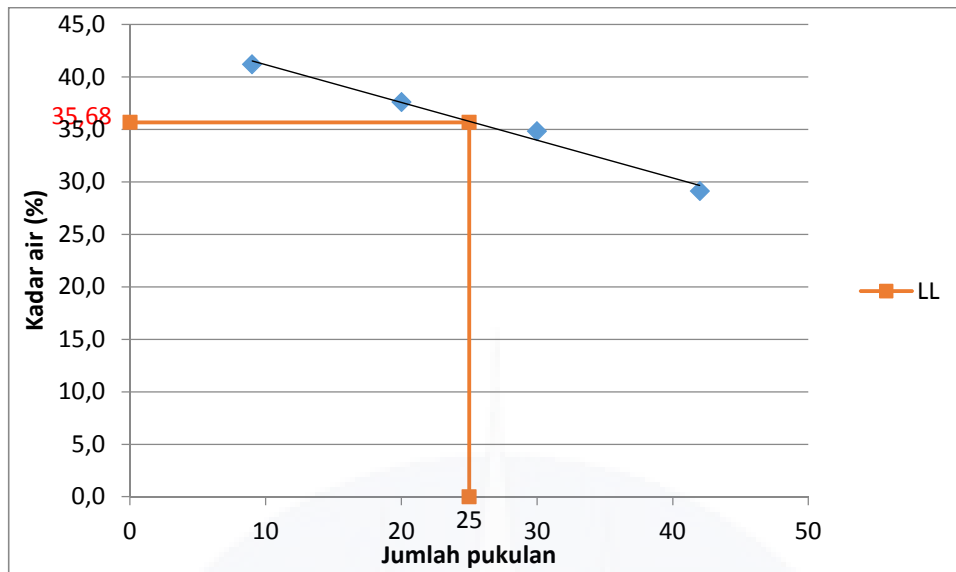
Pengujian ini ditentukan dari uji Cassagrande, dan mengacu pada SNI 1976:2008. Berikut ini hasil pengujian dari batas cair dengan perhitungan yang mengacu dengan SNI 1976:2008.

Tabel 4.4 Nilai Atterberg Limit

Banyak pukulan	9	20	30	42
Nomor cawan	1	2	3	4
Berat cawan + tanah basah (gr)	36,100	29,500	32,800	34,600
Berat cawan + tanah kering (gr)	30,000	24,200	28,100	30,000
Berat air (gr)	6,100	5,300	4,700	4,600
Berat cawan kosong (gr)	15,200	10,100	14,600	14,200
Berat tanah kering oven (gr)	14,800	14,100	13,500	15,800
Kadar air (%)	41,216	37,589	34,815	29,114

Sumber: Data diolah, 2019

Untuk menentukan nilai batas cair dapat dengan membuat grafik hubungan antara jumlah pukulan dengan kadar air. Selanjutnya batas cair didapat dengan hubungan antara ketukan 25 dan kadar air, seperti pada gambar 4.2 dibawah ini.



Sumber : Data diolah, 2019

Gambar 4.2 Grafik batas cair

Setelah garis diplot pada grafik seperti gambar diatas, didapatkan nilai batas cair yaitu sebesar 35,68%.

2. Pengujian Batas Plastis (PL)

Batas plastis (*PL*), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat, yaitu persentase kadar air dimana tanah dengan diameter silinder 3,2 mm mulai retak-retak ketika digulung (Hardiyatmo, 2012). Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1966:2008. Berikut ini adalah tabel nilai-nilai yang terdapat pada pengujian batas plastis. Adapun tabel untuk nilai-nilai pada batas platis dapat dilihat pada Tabel 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.5 Nilai Batas Plastis

Nomor cawan		1	2
Berat cawan + tanah basah	(gr)	32,8	31,6
Berat cawan + tanah kering	(gr)	29,2	28,8
Berat air	(gr)	3,6	2,8
Berat cawan kosong	(gr)	13,2	13,6
berat tanah kering	(gr)	16	15,2
Kadar air	(%)	22,500	18,421
Kadar air rata-rata	(%)	20,461	

Sumber : Data diolah, 2019

Berdasarkan Tabel 4.5 diatas, didapatkan nilai batas plastis yaitu 20,461%.

3. Indeks Plastisitas

Setelah dilakukan pengujian batas-batas *atterberg* yaitu pengujian batas cair dan batas plastis didapatkan nilai-nilai seperti yang ada pada Tabel 4.4 dan 4.5. Setelah batas cair dan batas plastis didapatkan kemudian dapat ditentukan nilai indeks plastisitas dengan cara mengurangkan nilai batas cair dan plastis.

Tabel 4.6 Nilai Batas-batas *Atterberg*

Jenis tanah	Batas cair (LL)	Batas plastis (PL)	Indeks Plastisitas (IP)
Tanah Lempung	35,68%	20,46 %	15,22 %

Sumber : Data diolah, 2019

Adapun nilai indeks plastisitas sebesar 15,22% merupakan salah satu cara untuk mengklasifikasikan tanah dengan menggunakan Gambar 2.1 yaitu tabel klasifikasi USCS.

4.1.5 Klasifikasi Tanah

Setelah pengujian analisis saringan dan batas-batas *atterberg* dilakukan selanjutnya tanah akan diklasifikasikan dengan menggunakan sistem klasifikasi USCS. Berdasarkan hasil pengujian analisis saringan diperoleh berat tanah di pan yang lolos saringan no.200 sebesar 64,565% > 50% dari berat total yaitu sebesar 320,5 gr dimana sampel tanah tersebut masuk dalam kategori tanah berbutis halus pada sistem klasifikasi USCS. Setelah itu pengujian batas-batas *atterberg* diperoleh nilai batas cair sebesar 35,68% dan nilai indeks plastisitas 15,22%, lalu nilai dari pengujian batas cair dan indeks plastisitas diplot pada grafik sistem klasifikasi USCS, hasil plot terdapat pada lampiran F dan didapat sampel tanah yang diuji masuk klasifikasi USCS dengan simbol kelompokk CL yaitu lempung berlanau tak organik dengan plastisitas rendah. Jadi dapat disimpulkan melalui sistem klasifikasi USCS bahwa tanah yang digunakan termasuk dalam kategori tanah lempung berlanau tak organik.

4.1.6 Pengujian Pemadatan Tanah

Pengujian pemadatan tanah bertujuan untuk menentukan nilai kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum ini digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian pemadatan tanah asli. Dibawah ini terdapat perhitungan nilai kepadatan kering (ρ_d) nilai digunakan untuk mendapatkan ZAV. Hasil pengujian pemadatan tanah dan perhitungan nilai kepadatan kering sebagai berikut:

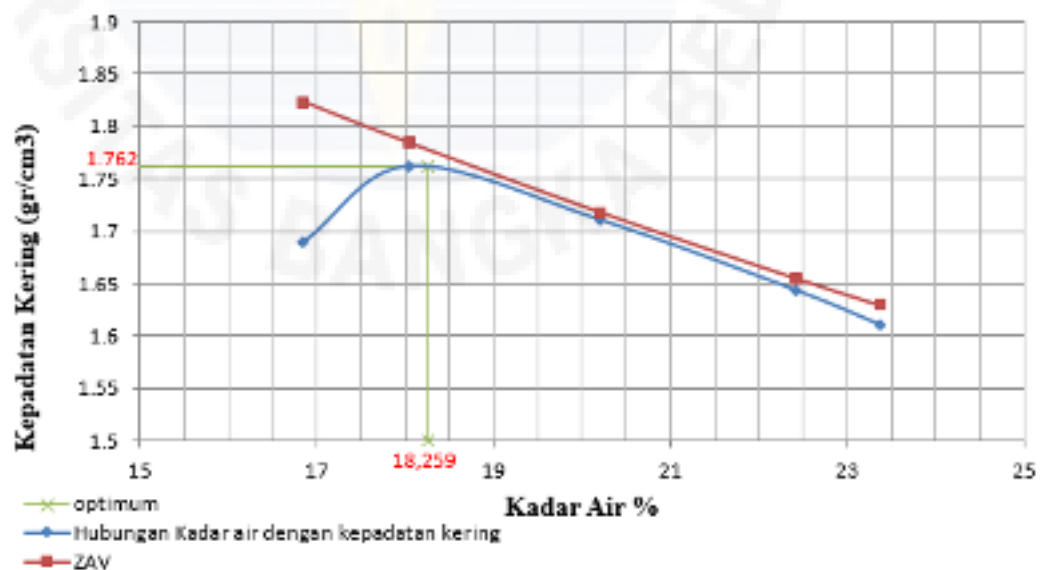
$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% = \frac{2,632 \times 1}{100 + (2,632 \times 16,851)} \times 100\% = 1,823 \text{ gram/cm}^3$$

$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% = \frac{2,632 \times 1}{100 + (2,632 \times 18,049)} \times 100\% = 1,784 \text{ gram/cm}^3$$

$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% = \frac{2,632 \times 1}{100 + (2,632 \times 20,214)} \times 100\% = 1,718 \text{ gram/cm}^3$$

$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% = \frac{2,632 \times 1}{100 + (2,632 \times 22,214)} \times 100\% = 1,655 \text{ gram/cm}^3$$

$$\rho_d = \frac{(G_s \cdot \rho_w)}{(100 + G_s \cdot w)} \times 100\% = \frac{2,632 \times 1}{100 + (2,632 \times 23,367)} \times 100\% = 1,630 \text{ gram/cm}^3$$



Sumber: Data diolah, 2019

Gambar 4.3 Grafik Pemadatan Tanah Lempung Asli

Berdasarkan Gambar 4.3 diperoleh nilai kadar air optimum dan kepadatan kering tanah lempung. Nilai yang diperoleh terdapat pada Tabel 4.7 dibawah ini:

Tabel 4.7 Hasil Pemadatan Tanah Lempung Asli

Jenis tanah	Kadar air optimum (%)	Kepadatan kering tanah (gr/cm ³)
Tanah lempung	18,300	1,765

Sumber : data diolah, 2019

4.1.7 Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*)

Pengujian CBR dilakukan terhadap tanah lempung asli dan tanah lempung yang telah distabilisasi dengan bahan tambah berupa serbuk arang tempurung kelapa dengan 5%, 10%, 15%. Pada penelitian ini pengujian CBR dilakukan dengan kondisi rendaman (*soaked*) dengan menggunakan pedoman berdasarkan SNI 1744:2012 dilakukan dengan 3 (tiga) jenis tumbukan yaitu 10, 30 dan 65 tumbukan.

Proses pengujian CBR dengan rendaman dilakukan setelah pengujian pemadatan. Pembuatan benda uji dilakukan dengan menggunakan persentase kadar air optimum yang diperoleh dari pengujian pemadatan.

Jumlah benda uji sebanyak 24 dengan melakukan pemadatan terlebih dahulu dan direndam selama 4 (empat) hari dan diamati nilai pengembangannya baru setelahnya dilakukan pengujian CBR. Hasil dari pengujian kemudian ditampilkan kedalam bentuk tabel dan gambar. Selanjutnya hasil pengujian dan dibandingkan dari masing-masing persentase 5%, 10%, dan 15% penambahan serbuk arang tempurung kelapa.

A. Pengujian CBR Tanah Lempung Asli

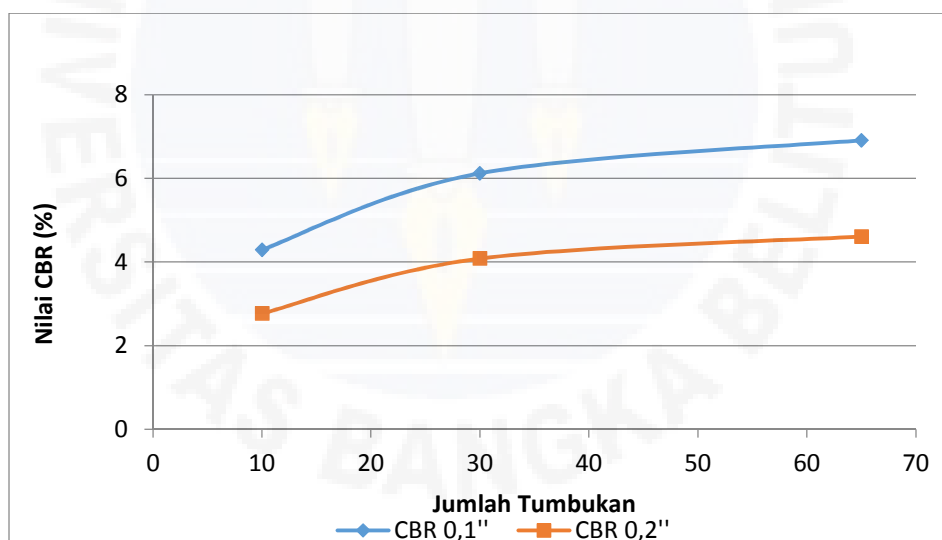
Jenis tanah lempung digunakan yaitu tanah lempung dengan klasifikasi USCS simbol kelompok CL yang merupakan jenis tanah lempung berlanau tak organik dengan plastisitas rendah. Pada pengujian kali ini akan dilakukan pada tanah lempung asli terlebih dahulu agar nilai dapat diketahui nilai CBR pada tanah lempung asli yang kemudian dibandingkan dengan masing-masing persentase campuran. Pembagian 3 jenis jumlah tumbukan dilakukan dengan membuat benda

uji sebanyak 2 buah. Hasil pengujian CBR tanah lempung asli dapat dilihat dalam Tabel 4.8 dan Gambar 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Asli

Jenis sampel	Jumlah pukulan	No sampel	Nilai CBR (%)		CBR rata-rata (%)	
			Penetrasi		Penetrasi	
			0,1 "	0,2 "	0,1 "	0,2 "
TLA	10	1	4,345	2,897	4,291	2,765
		2	3,950	2,633		
	30	1	6,320	4,213	6,122	4,082
		2	5,925	3,950		
	65	1	7,110	4,740	6,912	4,608
		2	6,715	4,477		

Sumber: data diolah,2019



Sumber: data diolah,2019

Gambar 4.4 Grafik Perbandingan Nilai CBR Tanah Lempung Asli

Menurut Wesley (1977) tanah yang mempunyai nilai CBR <7% (Tabel 2.6), nilai ini termasuk dalam tanah yang memiliki daya dukung yang buruk. Berdasarkan tabel dan grafik diatas bahwa hasil pengujian CBR pada tanah asli

menghasilkan nilai CBR maksimum sebesar 6.912% pada penetrasi 0,1 inch. Dari hasil pengujian CBR terhadap tanah lempung asli nilai yang didapat menunjukkan bahwa tanah memiliki daya dukung yang buruk yang dibuktikan dengan nilai CBR kurang dari 7%.

B. Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 5% SATK

Berikut ini adalah hasil dari pengujian CBR laboratorium berupa tanah lempung asli dengan campuran arang tempurung kelapa sebanyak 5%. Hasil dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Gambar 4.5 sebagai berikut.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 5% SATK

Jenis sampel	Jumlah pukulan	No sampel	Nilai CBR (%)		CBR rata-rata (%)	
			Penetrasi		Penetrasi	
			0,1 "	0,2 "	0,1 "	0,2 "
TLA +5% SATK	10	1	3,950	2,633	4,345	2,897
		2	4,740	3.160		
	30	1	9,085	6,057	9,283	6,189
		2	9,480	6,320		
	65	1	11,850	7,900	11,457	7,637
		2	11,060	7,373		

Sumber: data diolah, 2019



Sumber: data diolah, 2019

Gambar 4.5 Grafik Nilai CBR Tanah Lempung + 5% SATK

Berdasarkan data diatas hasil pengujian CBR tanah lempung dengan campuran 5% serbuk arang tempurung kelapa diperoleh nilai maksimum sebesar 11,457% pada penetrasi 0,1 inch dengan jumlah pukulan 65 kali. Nilai CBR ini menunjukkan bahwa tanah lempung yang digunakan merupakan tanah lempung yang memiliki daya dukung kategori sedang karena nilai CBR rata-rata = 11,457 % terletak diantara nilai 7-20% berdasarkan pada klasifikasi nilai CBR seperti pada tabel 2.6 (Wesley, 1977).

C. Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 10% SATK

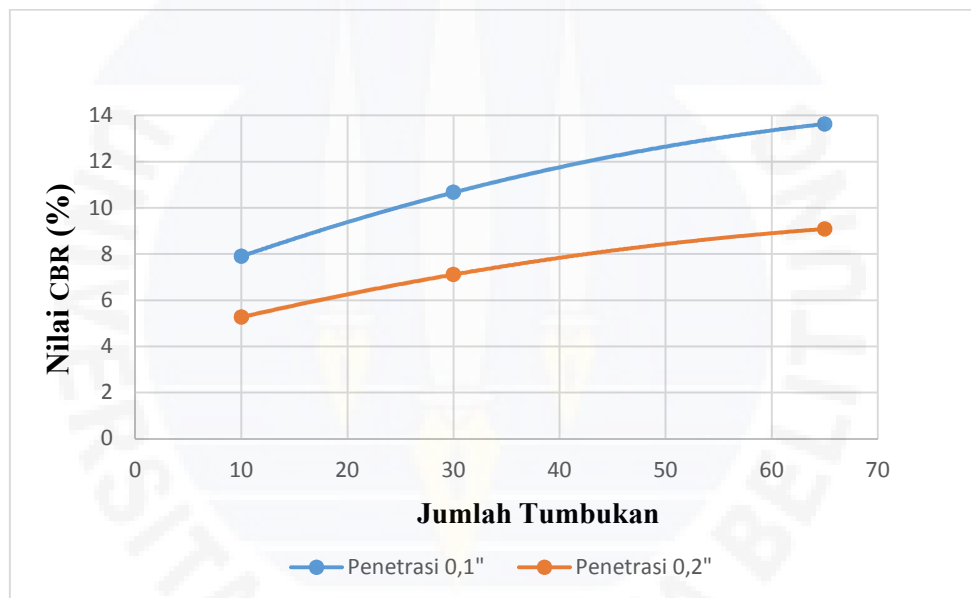
Hasil pengujian CBR tanah lempung asli + 10% serbuk arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Gambar 4.6.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 10% SATK

Jenis sampel	Jumlah pukulan	No sampel	Nilai CBR (%)		CBR rata-rata (%)	
			Penetrasi		Penetrasi	
			0,1 "	0,2 "	0,1 "	0,2 "
TLA +	10	1	7,11	4,740	7,505	5,004

Jenis sampel	Jumlah pukulan	No sampel	Nilai CBR (%)		CBR rata-rata (%)	
			Penetrasi		Penetrasi	
			0,1"	0,2"	0,1"	0,2"
10% SATK	30	2	7,9	5,267		
		1	9,480	6,320	9,678	6,452
	2	9,875	6,583			
	65	1	11,850	7,900	12,245	8,164
		2	12,640	8,427		

Sumber: data diolah,2019



Sumber: data diolah,2019

Gambar 4.6 Grafik Nilai CBR Tanah Lempung + 10% SATK

Dari data diatas dapat dilihat hasil pengujian CBR tanah lempung dengan campuran 10% serbuk arang tempurung kelapa diperoleh nilai maksimum sebesar 12,245% pada penetrasi 0,1 inch dengan jumlah pukulan sebanyak 65 kali. Nilai CBR sebesar 12,245% termasuk dalam kategori daya dukung sedang karena terletak diantara nilai 7-20% berdasarkan seperti pada tabel 2.6 (Wesley, 1977).

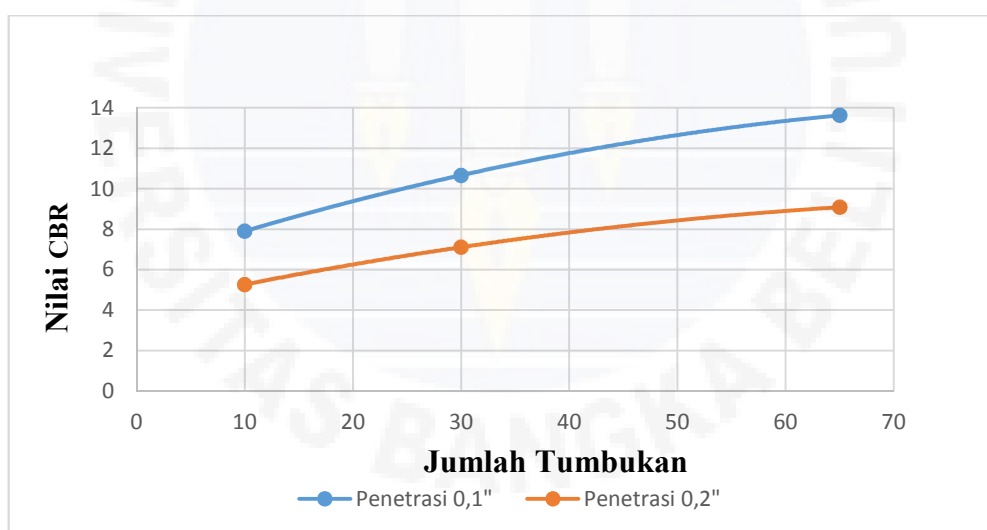
D. Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 15% SATK

Hasil pengujian CBR dengan campuran serbuk arang tempurung kelapa 15% dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan Gambar 4.7.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian CBR Tanah Lempung Asli + 15% SATK

Jenis sampel	Jumlah tumbukan	No sampel	Nilai CBR (%)		CBR rata-rata (%)	
			Penetrasi		Penetrasi	
			0,1 "	0,2 "	0,1 "	0,2 "
TLA + 15% SATK	10	1	8,690	5,793	7,900	5,267
		2	7,110	4,740		
	30	1	10,270	6,847	10,665	7,110
		2	11,06	7,373		
	65	1	13,035	8,690	13,628	9,085
		2	14,220	9,480		

Sumber: data diolah,2019



Sumber: data diolah,2019

Gambar 4.7 Grafik Nilai CBR Tanah Lempung + 15% SATK

Berdasarkan data diatas, hasil pengujian CBR tanah lempung dengan campuran 15% serbuk arang bambu diperoleh nilai maksimum sebesar 13,628% pada penetrasi 0,1 inch dengan jumlah pukulan 65 kali. Nilai CBR ini menunjukkan bahwa tanah lempung yang digunakan merupakan tanah lempung

yang memiliki daya dukung kategori sedang karena nilai CBR rata-rata = 13,628% dimana nilai terletak diantara 7-20% yang berdasarkan tabel 2.6 (Wesley, 1977).

E. Perbandingan Pengujian CBR Masing-masing Sampel

Berikut ini merupakan tabel perbandingan nilai CBR pada tanah lempung asli beserta dengan campuran pada kadar 5%, 10%, 15%.

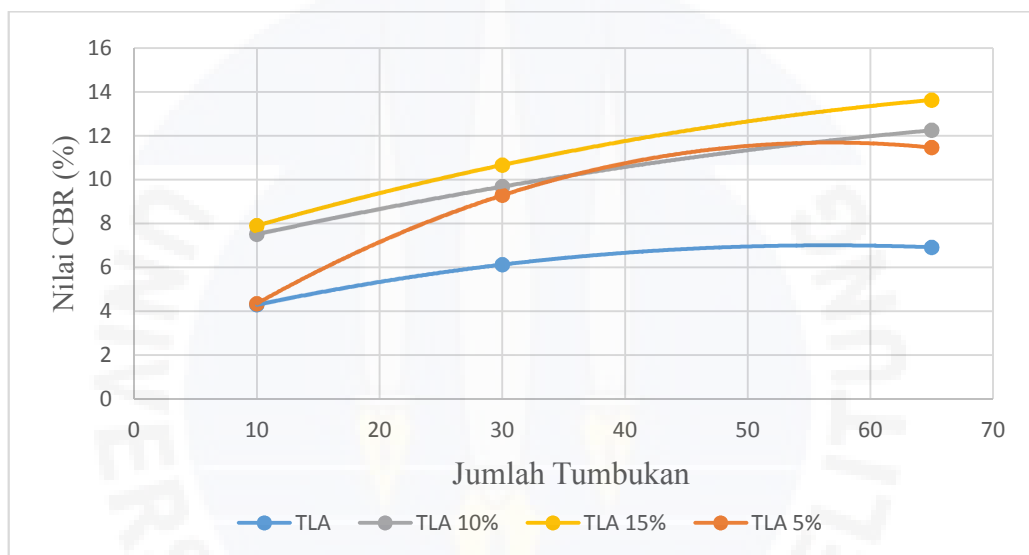
Tabel 4.12 Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)

Jenis sampel	Jumlah tumbukan	No sampel	Nilai CBR (%)		Nilai CBR yang digunakan %	Nilai CBR rata-rata %
			Penetrasi			
			0,1 "	0,2 "		
Tanah lempung asli	10	1	4,345	2,897	4,345	4,148
		2	3,950	2,633	3,950	
	30	1	6,320	4,213	6,320	6,123
		2	5,925	3,950	5,925	
	65	1	7,110	4,740	7,110	6,913
		2	6,715	4,477	6,715	
TLA + 5% SATK	10	1	3,95	2,633	3,95	4,345
		2	4,74	3,16	4,74	
	30	1	9,085	6,057	9,085	9,283
		2	9,480	6,320	9,480	
	65	1	11,85	7,9	11,85	11,455
		2	11,06	7,373	11,06	
TLA + 10% SATK	10	1	7,11	4,740	7,11	7,505
		2	7,9	5,267	7,9	
	30	1	9,48	6,320	9,48	9,678
		2	9,875	6,583	9,875	
	65	1	11,85	7,9	11,85	12,245
		2	12,64	8,427	12,64	
TLA + 15% SATK	10	1	8,69	5,793	8,69	7,900
		2	7,11	4,74	7,11	
	30	1	10,27	6,847	10,27	10,665
		2	11,06	7,373	11,06	
	65	1	13,035	8,69	13,035	13,628
		2	14,22	9,48	14,22	

Sumber : data diolah, 2019

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai CBR pada penetrasi 0,1" dan 0,2", dengan jumlah tumbukan dan kadar campuran yang berbeda terdapat nilai yang digunakan pada penetrasi 0,1" dimana nilai penterasi yang diambil

merupakan nilai penterasi terbesar. Kemudian nilai CBR pada tanah lempung asli dan campuran diambil berdasarkan nilai penetrasi 0,1” yang dirata-ratakan. Terdapat beberapa kelemahan dari alat uji CBR manual yang menggunakan tenaga manusia adalah tenaga untuk pemutaran penetrasi tidak konstan. Akan tetapi karena keterbatasan alat pada laboratorium dimana tidak adanya alat uji CBR otomatis, untuk mendapatkan nilai CBR yang akurat diusahakan pada pengujian pemutaran penetrasi dilakukan dengan orang yang sama agar tenaga yang digunakan konstan. Berikut ini adalah Grafik perbandingan nilai CBR pada penetrasi 0,1 inch dapat dilihat pada Gambar 4.8 sebagai berikut.



Sumber : data diolah, 2019

Gambar 4.8 Grafik Hubungan Nilai CBR dan Jumlah Tumbukan dari 4 (empat) Jenis Sampel pada Penetrasi 0,1 inch.

Pada Tabel 4.12 dan Gambar 4.8 dan 4.9 dapat dilihat perbandingan nilai CBR masing-masing kadar campuran yaitu 5%, 10%, 15% mengalami kenaikan. Dimana tanah lempung yang awalnya memiliki daya dukung buruk dapat meningkat menjadi kategori tanah dengan daya dukung sedang. Jumlah tumbukan yang berbeda dapat mempengaruhi nilai CBR, karena semakin banyak tumbukan nilai CBR ikut mengalami peningkatan. Selain itu, karena tanah lempung yang distabilisasi dengan serbuk arang tempurung kelapa yang memiliki kandungan karbon yang cukup besar. Reaksi campuran antara tanah lempung dan karbon pada arang tempurung kelapa mempunyai sifat yang dapat mereduksi indeks

plastisitas tanah, memperbaiki sirkulasi air dan udara serta mengurangi kembang susut tanah (Karaseran, 2015). Kenaikan nilai CBR juga dipengaruhi oleh kandungan silica yang terdapat pada arang, sifatnya yang dapat menyerap dan mengikat air pada tanah lempung yang membuat rongga udara semakin kecil.

F. Perbandingan Persentase Kenaikan Nilai CBR Tanah Lempung pada Setiap Tumbukan dengan Campuran SATK

Kenaikan nilai CBR dihitung untuk mengetahui seberapa besar kenaikan persentase kenaikan nilai CBR tanah lempung asli dengan campuran pada masing-masing tumbukan. Contoh perhitungan dapat dilihat dibawah tabel 4.13. Untuk persentase kenaikan nilai CBR tanah lempung, dengan bahan tambah serbuk arang tempurung kelapa terhadap tanah lempung asli dengan masing-masing persentase campuran berdasarkan tumbukan dapat dilihat pada tabel 4.13 sebagai berikut.

Tabel 4.13 Perbandingan Persentase Kenaikan Nilai CBR

Jenis Sampel	Nilai CBR (%)			Persentase Kenaikan Nilai CBR Campuran terhadap Tanah Lempung Asli (%)		
	Jumlah Tumbukan			Jumlah Tumbukan		
	10	30	65	10	30	65
TLA	4,148	6,123	6,913	-	-	-
TLA + 5% SATK	4,345	9,283	11,455	4,749	51,609	65,702
TLA + 10% SATK	7,505	9,678	12,245	80,931	58,059	77,130
TLA + 15% SATK	7,900	10,665	13,628	90,453	74,179	97,134

Sumber: Data Diolah, 2019

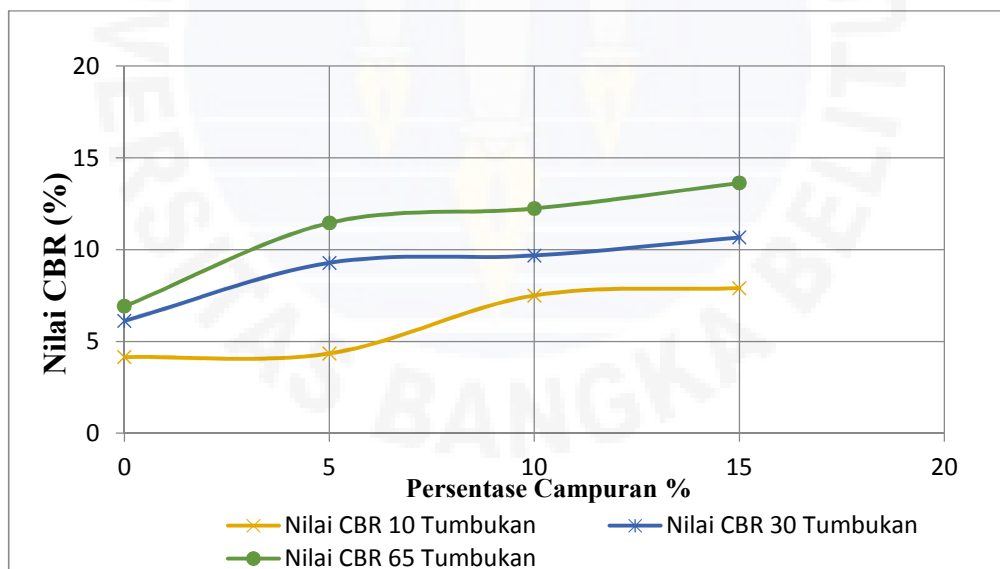
Berikut ini adalah contoh perhitungan persentase kenaikan nilai CBR campuran serbuk arang tempurung kelapa terhadap CBR tanah lempung asli pada 10

tumbukan, perhitungan dilakukan dengan rumus yang sama untuk setiap tumbukan.

$$\% \text{ Kenaikan} = \frac{\text{CBR Campuran} - \text{CBR tanah lempung asli}}{\text{CBR tanah lempung asli}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kenaikan TLA} + 5\% \text{ SATK 10 tumbukan} &= \frac{4,345 - 4,148}{4,148} \times 100\% \\ &= 4,749\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.13 dari tanah lempung asli dengan campuran 5% serbuk arang tempurung kelapa persentase kenaikan nilai CBR terhadap tanah lempung asli nilai tertinggi terdapat pada 65 tumbukan yaitu sebesar 65,702%. Kenaikan persentase campuran dari 5% dengan campuran 10% serbuk arang tempurung kelapa nilai tertinggi juga terdapat pada 65 tumbukan, dengan nilai sebesar 77,130%. Dan kenaikan persentase dari 10% campuran dengan 15% campuran serbuk arang tempurung kelapa nilai tertinggi juga diperoleh dari 65 tumbukan yaitu sebesar 97,134%. Berikut ini adalah grafik perbandingan antara nilai CBR dan variasi kadar campuran berdasarkan jumlah tumbukan.



Sumber : data diolah, 2019

Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Kenaikan Nilai CBR Setiap Tumbukan

Berdasarkan Gambar 4.9 dapat diketahui bahwa nilai CBR semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah tumbukan beserta persentase kadar campuran. Hal ini dapat diketahui dari nilai CBR pada kadar campuran 15%

dengan jumlah tumbukan 65 kali yaitu 97,134% nilainya lebih besar dari 10 tumbukan yaitu 80,931% dan 30 tumbukan yaitu 74,179%, dapat dilihat dari hasil yang didapatkan bahwa dengan mencampurkan arang tempurung kelapa nilai CBR bisa meningkat. Selain itu perbandingan antara kadar campuran 5% dengan jumlah tumbukan yang sama 10, 30 dan 65 nilai yang didapatkan yaitu berturut-turut 4,749%, 51,609% dan 65,702%. Dilanjutkan dengan kadar campuran 10% dengan jumlah tumbukan yang sama nilainya berturut-turut adalah 80,931%, 58,059% dan 77,130%.

Pencampuran serbuk arang tempurung kelapa yang mampu bereaksi dengan tanah lempung, tekstur serbuk arang tempurung kelapa yang kasar dan sifatnya non kohesif dapat mempengaruhi nilai gradasi butiran yang akan meningkatkan nilai CBR. Hal ini membuktikan bahwa semakin bertambahnya tumbukan pada tanah akan semakin padat yang membuat daya dukung tanah meningkat. Banyaknya jumlah tumbukan dapat membuat tanah lebih padat, dimana karbon dan silika yang dapat berfungsi sebagai penyerap dan pengikat air pada tanah lempung. Tanah yang padat disebabkan karena rongga udara yang semakin kecil dan banyaknya jumlah air yang keluar dari rongga pori.

G. Persentase Kenaikan Nilai CBR Tanah Lempung setiap Persentase Kadar SATK

Berikut ini adalah perhitungan persentase kenaikan nilai CBR dihitung dengan menggunakan data berdasarkan tabel 4.13. berikut ini adalah perhitungan persentase kenaikan nilai CBR dengan komposisi campuran 10% penambahan serbuk arang tempurung kelapa terhadap komposisi campuran 5% serbuk arang tempurung kelapa menggunakan nilai CBR pada 65 tumbukan:

$$\begin{aligned} \% \text{ Kenaikan} &= \frac{77,130 - 65,702}{65,702} \times 100\% \\ &= 17,394\% \end{aligned}$$

Persentase kenaikan nilai CBR yang diperoleh dari penambahan 5% serbuk arang tempurung kelapa dengan 10% penambahan serbuk arang tempurung kelapa adalah sebesar 17,394%. Perhitungan persentase kenaikan nilai CBR dengan komposisi campuran 15% serbuk arang tempurung kelapa terhadap

komposisi campuran 10% menggunakan nilai CBR pada 65 tumbukan:

$$\begin{aligned}\% \text{ Kenaikan} &= \frac{97,134 - 77,130}{77,130} \times 100\% \\ &= 25,935\%\end{aligned}$$

Persentase kenaikan nilai CBR yang diperoleh dari penambahan 10% serbuk arang tempurung kelapa dengan 15% penambahan serbuk arang tempurung kelapa adalah 25,935%.

Perhitungan kenaikan nilai CBR diatas kenaikan pada campuran 5% terhadap 10% antara kadar campuran 10% terhadap 15% nilainya berturut-turut adalah 17,394% dan 25,935%. Hasil yang didapatkan menunjukkan kenaikan nilai pada setiap persentase, dimana diantara hasil diatas kenaikan persentasenya cukup signifikan. Hal ini dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah tumbukan dan kadar persentase campuran. Penambahan serbuk arang tempurung kelapa memiliki peran yang cukup besar sebagai bahan stabilisasi apabila dicampurkan dengan air dan tanah lempung dapat meningkatkan daya dukung tanah. Sebagai kesimpulan dari hasil yang diperoleh tempurung kelapa bisa dijadikan bahan stabilisasi tanah, karena menurut Wesley (1977) berdasarkan Tabel 2.6 nilai CBR yang kecil dari 7% termasuk dalam kategori buruk dan setelah penambahan disetiap komposisi kadar campuran serbuk arang tempurung kelapa tanah lempung memiliki daya dukung sedang karena nilai berada pada interval $7\% < \text{CBR} < 20\%$ (Wesley,1977).

4.1.8 Hasil Pengujian Analisis Saringan Tanah Lempung dengan Penambahan SATK

Pada penelitian ini dilakukan analisis saringan untuk masing-masing jenis sampel yang terdiri dari tanah lempung dengan campuran serbuk arang tempurung kelapa sebanyak 5%, 10%, 15% kadar campuran. Pengujian dilakukan dengan cara yang sama pada pengujian analisis saringan pada tanah lempung asli, yang berbeda hanya penambahan kadar campuran. Untuk campuran tanah lempung asli dengan 5%, 10% dan 15% penambahan kadar serbuk arang tempurung kelapa masing-masing adalah 25 gr, 50 gr dan 75gr dari 500 gr tanah lempung. Hasil pengujian analisis saringan dapat dilihat pada tabel dan gambar sebagai berikut.

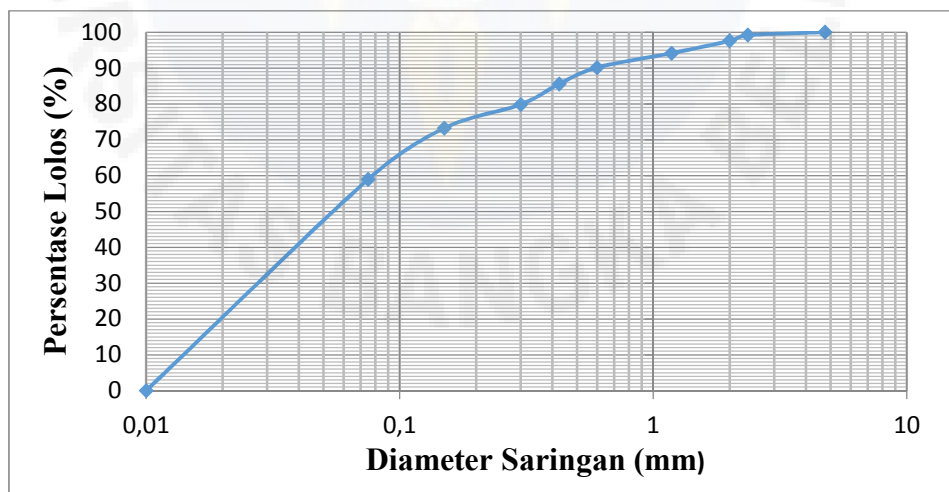
A. Analisis Saringan TLA + 5% SATK

Berikut merupakan tabel nilai gradasi tanah lempung asli dengan campuran 5% serbuk arang tempurung kelapa terdapat tanah yang hilang sebesar 1.314% < 2% sehingga berdasarkan SNI 3423:2008 sampel pengujian ini dapat dianalisis lebih lanjut. Hasil dari pengujian analisis saringan TLA + 5% SATK terdapat pada Tabel 4.14 dan Gambar 4.11.

Tabel 4.14 Nilai Gradasi TLA + 5% SATK

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tanah Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tanah Tertahan (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	4	4	0,806	99,194
No. 10	2	8	12	2,417	97,583
No. 16	1,18	17	29	5,842	94,158
No. 30	0,6	20	49	9,871	90,129
No. 40	0,425	22,7	71,1	14,444	85,556
No. 50	0,3	28,3	100	20,145	79,855
No. 100	0,15	32,7	132,7	26,732	73,268
No. 200	0,075	71,1	203,8	41,056	58,944
PAN		314,3	518,1	100	0

Sumber :data diolah,2019



Sumber :data diolah,2019

Gambar 4.10 Nilai gradasi TLA + 5% SATK

Dari Tabel 4.18 dan Grafik 4.11 didapatkan persentase lolos pada saringan no.200 sebesar 58,179% > 50%, dimana hasil ini menunjukkan bahwa tanah yang diuji merupakan kategori tanah lempung dan lanau.

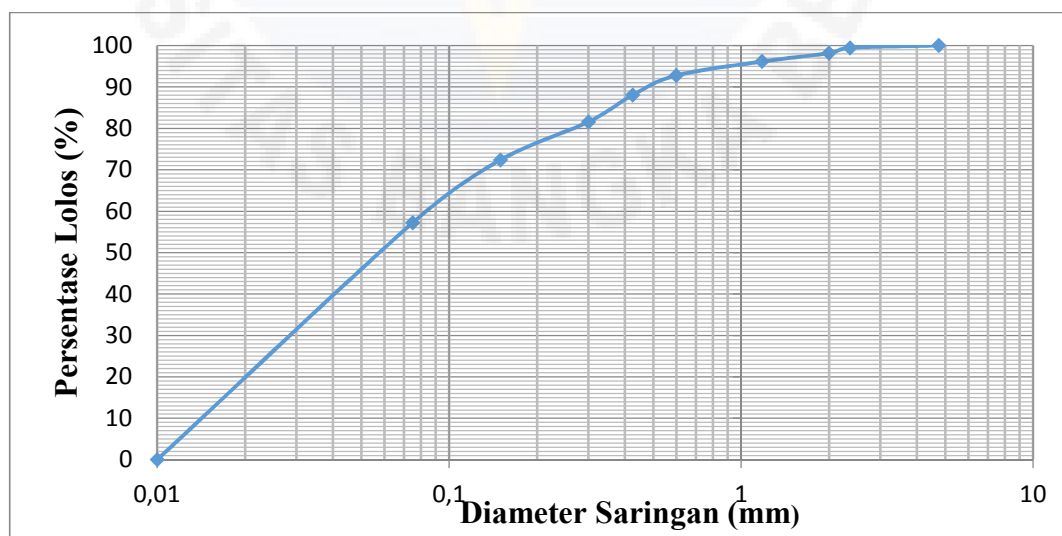
B. Analisis Saringan TLA + 10% SATK

Ini adalah pengujian analisis saringan TLA + 10% SATK, pada pengujian ini terdapat tanah yang hilang sebesar 0,509% < 2% sehingga berdasarkan SNI 3423:2008 sampel pengujian ini dapat di analisis lebih lanjut.

Tabel 4.15 Nilai Gradasi TLA + 10% SATK

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	3	3	0,548	99,452
No. 10	2	7	10	1,827	98,173
No. 16	1,18	11,1	21,1	3,856	96,144
No. 30	0,6	18,3	39,4	7,200	92,800
No. 40	0,425	26	65,4	11,952	88,048
No. 50	0,3	35,3	100,7	18,403	81,597
No. 100	0,15	50,3	151	27,595	72,405
No. 200	0,075	83,1	234,1	42,781	57,219
PAN		313,1	547,2	100	0

Sumber : data diolah, 2019



Sumber : data diolah, 2019

Gambar 4.11 Nilai gradasi TLA + 10% SATK

Dari tabel dan grafik diatas didapatkan persentase lolos pada saringan no.200 sebesar 57,219% > 50 %, dimana dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah yang diuji merupakan kategori tanah lempung dan lanau.

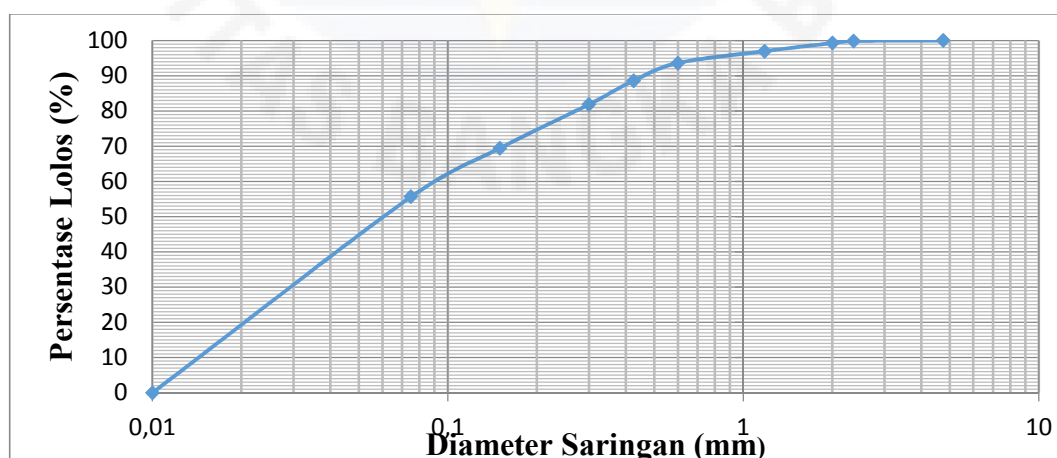
C. Analisis Saringan TLA + 15% SATK

Pengujian analisis saringan TLA + 15% SATK terdapat tanah yang hilang sebesar 0,678% < 2% berdasarkan SNI 3423:2008 sampel pengujian ini dapat di analisis. Hasil pengujian terdapat pada tabel dan gambar sebagai berikut.

Tabel 4.16 Nilai gradasi TLA + 15% SATK

Nomor Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat Tertahan (gram)	Jumlah Berat Tertahan (gram)	Persen (%)	
				Tertahan	Lolos
No. 4	4,75	0	0	0	100
No. 8	2,36	0,7	0,7	0,123	99,877
No. 10	2	3,4	4,1	0,718	99,282
No. 16	1,18	13,1	17,2	3,012	96,988
No. 30	0,6	19,2	36,4	6,374	93,626
No. 40	0,425	28,7	65,1	11,399	88,601
No. 50	0,3	38,4	103,5	18,123	81,877
No. 100	0,15	71	174,5	30,555	69,445
No. 200	0,075	78,8	253,3	44,353	55,647
PAN		317,8	571,1	100	0

Sumber : data diolah, 2019



Sumber : data diolah, 2019

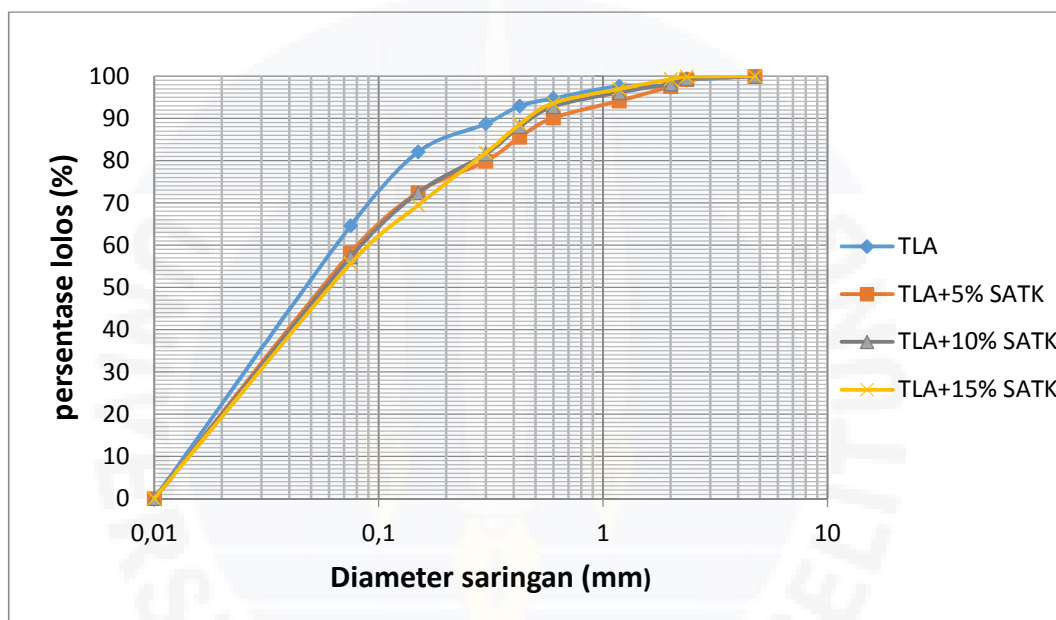
Gambar 4.12 Nilai gradasi TLA + 15% SATK

Dari tabel dan grafik diatas didapatkan persentase lolos pada saringan no.200 sebesar 55,647% > 50 %, dimana dari hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah yang diuji merupakan kategori tanah lempung dan lanau.

D. Analisis Perbandingan Hasil Uji Saringan Tiap Penambahan Kadar

Persentase SATK

Berikut adalah data dan nilai dari seluruh pengujian analisis saringan disetiap kadar campuran serbuk arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Sumber : data diolah, 2019

Gambar 4.13 Grafik Gabungan Nilai Gradasi

Berdasarkan tabel dan grafik analisis saringan dari hasil 4 variasi kadar campuran diatas, untuk hasil persentase lolos saringan no.4 (4,75mm), no.8 (2,36 mm), no10 (2 mm), no.16 (1,18 mm), no.30 (0,6 mm), no.40 (0,25 mm), no.50 (0,3 mm) dan no.100 (0,15 mm) persentase lolos tanah yang ditambah serbuk arang tempurung kelapa sebanyak 5%, 10% dan 15% tidak jauh berbeda.

Untuk persen tanah yang lolos pada saringan No.200 pada tanah lempung dan setiap variasi campuran 5%, 10% dan 15% terjadi penurunan berturut-turut adalah 64,565%, 58,944%, 57,219%, dan 55,647%. Klasifikasi menurut USCS, dari keempat variasi ini semuanya masih termasuk tanah lempung. Hal ini

ditandai dengan persen tanah lolos pada saringan No.200 (0,075 mm) hasilnya lebih dari 50%, walau persen lolos pada tanah yang dicampur arang tempurung kelapa nilainya berkurang dari tanah lempung asli. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh gradasi pada tanah yang dicampur serbuk arang tempurung kelapa dengan tanah lempung asli, walaupun tidak merubah klasifikasi tanah. Akan tetapi, adanya kemungkinan jika penambahan serbuk arang tempurung kelapa lebih dari 15% gradasinya semakin kasar dimana hal ini dapat memperbaiki gradasi tanah lempung asli (tanah berbutir halus). Hal ini ditunjukkan pada persentase lolos saringan no.200 semakin menurun pada masing-masing campuran.







BAB V

