

STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP NILAI CBR TANAH LEMPUNG DI LABORATORIUM

Eufronia Herlian Sukacita

Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Cahyaning Kilang

Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Indra Suharyanto

Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

Email: eufroniaherlinas@gmail.com , cahyaningkilang@gmail.com
indrasuharyanto@gmail.com

Abstract. *This study aims to determine the effect of water content variation on the California Bearing Ratio (CBR) value of clay soil through laboratory testing. Clay soil is a type of soil that is highly influenced by its water content, so any change in moisture level can affect its strength and bearing capacity. The tests were conducted on several soil samples with different moisture contents to determine the optimum water content that yields the maximum CBR value. The results showed that the highest CBR value of 19.23% was obtained at a water content of 39.24% before soaking, which was identified as the optimum moisture content. After a 4-day soaking period, the water content increased to 44.53% and the CBR value decreased, accompanied by a reduction in dry density from 1.02 g/cm³ to 0.93 g/cm³. This condition indicates that excessive water content can reduce soil density and particle cohesion, thereby decreasing the soil's ability to withstand loads. Therefore, controlling moisture content is essential in construction planning, especially for clay soils that are highly sensitive to moisture changes.*

Keywords: *water content, clay soil, CBR value, soil bearing capacity, laboratory testing.*

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis variasi kadar air terhadap nilai *California Bearing Ratio* (CBR) pada tanah lempung. CBR merupakan parameter penting dalam menentukan daya dukung tanah terhadap beban, khususnya dalam perencanaan konstruksi jalan dan pondasi. Tanah lempung dikenal memiliki sifat plastis dan sensitif terhadap perubahan kadar air, sehingga sangat memengaruhi nilai CBR yang dihasilkan. Pengujian dilakukan di laboratorium dengan metode CBR sesuai standar SNI 1744:2012 dan ASTM D1883, menggunakan beberapa sampel tanah dengan kadar air yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai CBR tertinggi sebesar 19,23% dicapai pada kadar air sebesar 39,24%, yang dianggap sebagai kadar air optimum. Setelah perendaman selama 4 hari, kadar air meningkat menjadi 44,53% dan nilai CBR menurun, menunjukkan penurunan daya dukung tanah akibat bertambahnya kelembaban. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa kadar air berpengaruh signifikan terhadap nilai CBR tanah lempung, dan pengendalian kadar air sangat penting untuk memperoleh kepadatan maksimum serta daya dukung tanah yang optimal.

Kata kunci: kadar air, tanah lempung, nilai CBR, daya dukung tanah, uji laboratorium.

LATAR BELAKANG

Pembangunan infrastruktur di Indonesia terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan kebutuhan masyarakat akan fasilitas transportasi, perumahan, dan kawasan industri. Pemerintah Indonesia menaruh perhatian besar terhadap pengembangan infrastruktur, seperti jalan raya, jembatan, bandara, dan pelabuhan, yang menjadi tulang punggung konektivitas antarwilayah. Namun, keberhasilan pembangunan tersebut tidak hanya bergantung pada aspek perencanaan teknis dan anggaran, tetapi juga sangat ditentukan oleh kondisi tanah sebagai elemen dasar konstruksi.

Penelitian mengenai studi eksperimen pengaruh perubahan kadar air terhadap nilai CBR tanah lempung menjadi penting untuk dilakukan sebagai bagian dari studi laboratorium dalam bidang teknik sipil. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana perubahan kadar air dapat mempengaruhi kekuatan tanah, khususnya nilai CBR, yang secara langsung akan berdampak pada perencanaan fondasi dan konstruksi jalan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penentuan kadar air optimum tanah lempung agar dapat digunakan secara efektif dalam proyek-proyek konstruksi, serta sebagai dasar pertimbangan teknik stabilisasi atau pemadatan yang tepat.

Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin di capai dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui hasil uji tanah di sitymulyo
2. Untuk mengetahui hasil nilai CBR tanah di Sitymulyo pada penambahan kadar air optimum

2. KAJIAN TEORITIS

2.1 Tanah Lempung

Menurut SNI 03-6371-2000 tanah lempung adalah jenis tanah yang terdiri dari partikel halus dengan ukuran kurang dari 0,002 mm. Tanah ini dikenal memiliki sifat plastis dan kohesif yang tinggi, yang mempengaruhi perilakunya di berbagai kondisi. Tanah lempung dapat berperilaku sangat berbeda tergantung pada kadar air yang ada.

Sifat Fisik Tanah Lempung

- a) Kohesi: Tanah Lempung memiliki ikatan kuat antara partikel, memberikan stabilitas pada tanah
- b) Plastisitas: Tanah lempung dapat dibentuk menjadi berbagai bentuk ketika diberi tekanan yang penting dalam proses konstruksi

2.2 Kadar Air

Menurut SNI 1965:2019 kadar air dalam tanah merupakan proporsi berat air yang terkandung dalam tanah dibandingkan dengan berat kering tanah. Kadar air sangat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik tanah, termasuk daya dukung dan stabilitas. Kadar air adalah faktor kunci dalam menentukan karakteristik tanah.

$$\text{Rumus Kadar air (W)} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100 \% \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

- a) W_1 = Berat cawan kosong (gram)
- b) W_2 = Berat cawan + tanah basah (gram)
- c) W_3 = Berat cawan + tanah kering (gram)

2.3 Berat Jenis

Menurut SNI 1964: 2008, penentuan berat jenis tanah yang dilakukan dilaboratorim terhadap contoh tanah yang di ambil dari lapangan. Kegunaan hasil uji berat jenis tanah ini dapat diterapkan untuk menentukan konsistensi perilaku material dan sifatnya. Rumus Berat Jenis tanah sebagai berikut:

$$G_s = \frac{(W_2 - W_1)}{(W_2 - W_1) - (W_3 - W_4)} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- a. W_1 = berat botol piknometer kosong (gram)
- b. W_2 = berat botol + tanah kering (gram)
- c. W_3 = berat botol + tanah + air (gram)
- d. W_4 = berat botol + air penuh saja (tanpa tanah) (gram)
- e. G_s = berat jenis tanah (tanpa satuan)

2.4 Uji Atterberg

Menurut SNI 1967: 2008 Uji *Atterberg* bertujuan untuk menentukan batas-batas konsistensi tanah halus, khususnya lempung, dalam berbagai kondisi kadar air. Pengujian ini meliputi batas cair (*Liquid Limit*), batas plastis (*Plastic Limit*), dan indeks plastisitas (*Plasticity Index*), yang secara bersama-sama menggambarkan sifat perubahan perilaku tanah dari keadaan padat ke plastis, kemudian menjadi cair. Dengan mengetahui batas-batas ini, kita dapat mengevaluasi sejauh mana tanah bersifat plastis dan bagaimana kemampuannya mempertahankan bentuk atau kestabilan saat mengalami perubahan kelembapan.

2.5 Uji Analisis Saringan

Uji Analisis saringan Tanah lempung di laboratorium menurut SNI 3423 :2008 adalah untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah dengan cara mekanis menggunakan serangkaian saringan standar, sehingga dapat diketahui presentasi butiran tanah yang tertahan atau lolos pada masing-masing ukuran saringan

2.6 Kepadatan kering

Menurut SNI 1742: 2008, Pemadatan Kering di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum. Kadar air dan kepadatan maksimum ini dapat digunakan untuk menentukan syarat yang harus dicapai pada pekerjaan pemadatan tanah di lapangan.

2.7 Pengujian CBR Laboratorium

Pengujian CBR (California Bearing Ratio) merupakan suatu perbandingan antara nilai beban penetrasi suatu bahan seperti tanah maupun material perkerasan jalan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan yang sama. Pengujian CBR digunakan untuk mengevaluasi potensi kekuatan dari material lapisan tanah dasar, fondasi bawah dan fondasi, termasuk material yang didaur ulang untuk perkerasan jalan dan lapangan terbang (SNI 1744:2012). Nilai CBR umumnya diambil pada penetrasi 0,10 inchi, apabila nilai CBR pada penetrasi 0,20 inchi lebih besar dari nilai CBR pada penetrasi 0,10 inchi, pengujian CBR harus diulang. Apabila setelah diulang hasilnya masih sama maka nilai CBR diambil pada penetrasi 0,20 inchi.

3. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian ini merupakan suatu pendekatan sistematis yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data guna menjawab pertanyaan penelitian. Dalam konteks penelitian mengenai Studi Eksperimen Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung di Laboratorium metode penelitian mencakup beberapa elemen penting yang saling terkait. Dalam penelitian ini, desain yang digunakan adalah Eksperimental, dimana peneliti melakukan pengujian di laboratorium

untuk mengamati pengaruh kadar air yang berbeda terhadap nilai CBR tanah lempung. Desain Eksperimental memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel lain yang dapat mempengaruhi hasil, sehingga fokus utama tetap pada variabel yang diteliti, yaitu kadar air

3.1 Lokasi dan Waktu penelitian

Lokasi Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta dan Waktu Penelitian ini dilaksanakan berlangsung selama 6 bulan.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: Timbangan Digital, Wadah pengujian, Oven, *Kalibrasi proving ring* CBR, Pengaduk, Saringan, Mould, *Hammer*, Keping pemberat, *Measuring Cylinder*.

3.2.2 Bahan

1. Tanah Lempung
2. Air yang digunakan adalah air yang berada di Laboratorium Teknik Universitas Cokroaminoto Yogyakarta

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis

4.1.1 Hasil Pengujian Laboratorium Tanah

Jenis-jenis pengujian Laboratorium yang dilakukan:

1. Pengujian Kadar Air
2. Pengujian Berat Jenis
3. Pengujian *Atterberg*
4. Uji Analisis Saringan
5. Uji kepadatan Kering
6. Pengujian CBR (*California Bearing*)

4.1.1.1 Hasil Uji Penentuan Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah yang ditunjukkan pada tabel dilakukan untuk mengetahui berapa banyak kandungan air dalam sampel tanah dari dua kedalaman berbeda, yaitu contoh nomor 15 dan 22. Proses ini menggunakan metode pengeringan oven, di mana sampel tanah basah dimasukkan ke dalam cawan, ditimbang, lalu dikeringkan di oven pada suhu sekitar 105–110°C hingga beratnya konstan. Setelah pengeringan, dilakukan penimbangan ulang untuk mendapatkan massa tanah kering. Selisih antara berat tanah basah dan tanah kering adalah berat air yang menguap selama pengeringan, yang kemudian digunakan dalam perhitungan kadar air. dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Nomor Contoh dan kedalaman (m)		
Nomor Cawan	15	22
1. Berat cawan + tanah basah W1 (gram)	78,1	80,5
2. Berat cawan + tanah kering w2 (gram)	73,6	76,0

3. Berat air	w1-w2 (gram)	4,5	4,5
4. Berat cawan	w3 (gram)	13,9	14,2
5. Berat tanah kering	w2-w3 (gram)	59,7	61,8
6. Kadar air (w)	$\frac{W1-W2}{W2-W3} \times 100 \%$	7,5	7,2
7. Kadar air rata-rata (w)	$\frac{a+b}{2} \%$	7,35	

Tabel 4. 1 Hasil uji Kadar air

4.1.1.2 Uji Berat Jenis Tanah

Dalam pengujian ini, metode yang digunakan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 1964: 2008. Pengujian berat jenis tanah (specific gravity) bertujuan untuk menentukan perbandingan antara berat butiran padat tanah dengan berat air suling pada volume yang sama dan suhu tertentu. Dalam data yang disajikan, dilakukan dua kali pengujian menggunakan piknometer pada dua contoh tanah dari kedalaman berbeda, yakni contoh nomor 15 dan 18. Hasil pengujian Berat Jenis tanah dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4. 2 Uji berat jenis

Nomor contoh dan kedalaman (m)			
1. Nomor Piknometer		15	18
2. Berat Piknometer + Contoh	W2 (gram)	89,9	86,7
3. Berat Piknometer	W1 (gram)	39,3	36,1
4. Berat Tanah	Wt = W2-W1 (gram)	50,6	50,6
5. Temperatur °C		28°C	
6. Berat Piknometer + air + tanah pada suhu 28 °C	W3 (gram)	166,6	162,2
7. Berat Piknometer + air pada suhu 28 °C	W4 (gram)	139,3	134,7
8. W5 = Wt + W4	(gram)	189,9	185,3
9. Isi tanah	W5-W3 (gram)	23,3	23,1
10. Berat Jenis (Gs)	$\frac{wt}{w5-w3}$	2,171	2,190
11. Rata-rata		2,180	

4.1.1.3 Uji Atterberg

Uji *Atterberg* adalah serangkaian pengujian laboratorium yang digunakan untuk menentukan batas – batas konsistensi tanah halus, khususnya tanah lempung. Pengujian ini terdiri dari tiga parameter utama, yaitu *Liquid Limit* (LL) atau batas cair, *Plastic Limit* (PL) atau batas palstis, dan *Plasticity Index* (PI) atau indeks plastisitas. Tujuan utama dari uji *Atterberg* adalah untuk mengidentifikasi sifat perubahan konsistensi tanah terhadap kadar air yang dimilikinya. Dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4. 3 uji Atterberg

	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
	41	30	25	13		
1. Banyak pukulan						
2. Nomor cawan	102	148	107	113	38	35

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP
NILAI CBR TANAH LEMPUNG DI LABORATORIUM**

3. Berat cawan + tanah basah (g)	60,3	60,2	65,4	65,1	65,2	55,1
4. Berat cawan + tanah kering (g)	50,3	45,2	50,2	50,1	55,1	46,2
5. Berat air (g)	10,0	15,0	15,2	15,0	10,1	4,82
6. Berat cawan (g)	15,5	10,4	15,4	15,6	15,0	15,3
7. Berat tanah kering (g)	34,8	34,7	34,6	34,5	40,1	30,9
8. Kadar air (%)	28,8	43,1	43,6	44,1	25,1	26,2
					25,65	

4.1.1.4 Analisis Uji Saringan

Uji analisis saringan (*sieve analysis*) adalah metode pengujian laboratorium untuk menentukan distribusi ukuran butiran tanah apakah tanah tersusun dari butiran kasar seperti kerikil dan pasir, atau dominan butiran halus seperti dan lempung. Total berat tanah yang di uji: 500 gram. Hasil dapat dilihat pada tabel 4.4 di bawah ini.

Tabel 4. 4 uji Analisis Saringan

NO	Ukuran saringan (mm)	Berat Tertahan (g)	Berat tertahan (%)	Kumulatif tertahan (%)	Lolos (%)
1.	4,75 (No.4)	25	5,0 %	5,0%	95,0%
2.	2,00 (No.10)	30	6,0%	11,0%	89,0%
3.	0,425 (No.40)	45	9,0%	20,0%	80,0%
4.	0,075 (No.200)	85	17,0%	37,0%	63,0%
5.	Pan (lolos semua)	315	63,0%	100,0%	0%
	jumlah	500	100,0%	-	-

4.1.1.5 Hasil Pemadatan Kering

Pengujian ini dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1743:2008, dengan metode pemadatan standar (uji *Proctor*). Pengujian kepadatan kering bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kadar air tanah dan kepadatan kering maksimum, serta menentukan kadar air optimum. Pengujian ini sering dilakukan sebagai

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP
NILAI CBR TANAH LEMPUNG DI LABORATORIUM**

bagian dari Proctor Test versi kepadatan kering, menggunakan beban pemadatan yang lebih rendah dibanding versi modifikasi (standar *Proctor*). Hasil dapat dilihat di tabel 4.5 , 4.6, 4.7, 4.8 di bawah ini.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Pemadatan Kering

Sampel	Massa tanah basah (gr)	Kadar air awal (%)	Penambahan air (%)	Penambahan air (cc)
1.	2500	7,35	12	300
2.	2500	7,35	14,25	600
3.	2500	7,35	16,25	650
4.	2500	7,35	18,25	700
5.	2500	7,35	20,25	750

Tabel 4. 6 Kepadatan

Sampel	Massa Total (gr)	Massa cetakan (gr)	Massa tanah basah (gr)	Isi cetakan (cm3)	Kepadatan basah, p (gr/cm3)	Kepadatan kering, pd (gr/cm3)
1.	4470	3205	1265	944	1,40	1,11
2.	4485	3205	1280	944	1,41	1,12
3.	4735	3205	1530	944	1,69	1,31
4.	4715	3205	1510	944	1,67	1,16
5.	4705	3205	1500	944	1,66	1,15

Tabel 4. 7 Kadar air

No cawan	Massa tanah basah + cawan (gr)	Massa tanah kering + cawan (gr)	Massa air (gr)	Massa cawan (gr)	Massa tanah kering (gr)	Kadar air (%)
38	65,2	55,1	10,1	15,0	40,1	25,1
35	55,1	46,2	4,9	15,3	30,9	26,2
102	60,3	50,3	10	15,5	34,8	28,8
148	60,2	45,2	15	10,4	34,8	43,1
107	65,4	50,2	15,2	15,4	34,8	43,6
113	65,1	50,1	15	15,6	34,5	44,1
117	60,5	46,1	14,4	15,3	30,8	46,7
131	60,4	46,2	13,5	15,4	30,8	47,8
157	60,1	45,5	14,6	15,2	30,3	48,1
162	60,5	45,0	14,5	15,4	29,8	50,6

Tabel 4. 8 Data kadar air dari oven (Rata-rata 2 per sampel)

Sampel	Kadar air 1 (%)	Kadar air 2 (%)	Rata-rata kadar air (%)
1.	25,1	26,2	25,65
2.	28,8	43,1	35,95
3.	43,6	44,1	43,85
4.	47,1	47,8	47,25
5.	48,1	50,6	49,35

4.1.1.6 Hasil Uji CBR Laboratorium

Pengujian ini mengacu pada standar nasional indonesia (SNI) 1744:2012.

Langkah pertama yang kita lakukan hitung jumlah penambahan air (dalam cc) pada uji CBR berdasarkan kadar air optimum (omc) dan kadar air awal. Hasil yang didapatkan jumlah air yang harus ditambahkan adalah 445 cc. Hasil dapat di lihat dari tabel 4.9,4.10,4.11,4.12,4.13 dibawah ini.

Tabel 4. 9 Pengembangan

Tanggal :	26/05/2025	27/05/2025	28/05/2025	29/05/2025
Jam	11.3	14.52	9.17	15
Pembacaan	0	389	405	405
Perubahan	0	389	405	405
Pengembangan :				0,4

Tabel 4. 10 Berat isi

BERAT ISI		
Nomor cetakan:	sebelum direndam	sesudah direndam
Massa tanah + cetakan (g)	12810	13070
Massa cetakan (g)	8960	8960
Massa tanah basah (g)	3850	4110
isi cetakan (cm3)	3394,73	3394,73
Berat isi tanah (g/cm3)	1134	1211
Berat isi tanah kering (g/cm3)	1,02	0,83

Tabel 4. 11 Penetrasi, kalibrasi proving ring, k= 24,04 Ib

**STUDI EKSPERIMEN PENGARUH PERUBAHAN KADAR AIR TERHADAP
NILAI CBR TANAH LEMPUNG DI LABORATORIUM**

Waktu (menit)	penurunan (inchi)		pembacaan arloji ukur beban	Beban penetrasi = arloji ukur beban x k
	mm	inchi	devisi	ib
0	0	0	0	0,0
1/4	0,32	0,0125	4	96,16
1/2	0,64	0,025	16	384,64
1	1,27	0,05	18	432,72
1 1/2	1,91	0,075	19	456,76
2	2,54	0,10	24	576,96
3	3,81	0,15	28	673,12
4	5,08	0,20	30	721,20
6	7,62	0,30	33	793,32
8	10,16	0,40	35	841,40
10	12,70	0,50	37	889,48

Tabel 4. 12 Kadar Air

KADAR AIR	Sebelum direndam	Sesudah direndam
Nomor cawan	141	162
Massa tanah basah + cawan (g)	59,7	59,5
Massa tanah kering + cawan (g)	46,0	45,3
Massa air (g)	13,7	14,2
Massa cawan (g)	11,1	13,4
Massa tanah kering (g)	34,9	31,9
Kadar air (W), (%)	39,24	44,53

Tabel 4. 13 Nilai CBR %

0,1 inch	0,2 inch
$\frac{576,96}{3000} \times 100 = 19,23$	$\frac{721,20}{4500} \times 100 = 16,03$

4.2 Pembahasan Hasil Uji Tanah Dan CBR

Hasil uji tanah pada penelitian ini dilakukan melalui serangkaian pengujian laboratorium untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik tanah lempung yang menjadi objek kajian. Pengujian dimulai dengan penentuan kadar air, yang menunjukkan nilai rata-rata sebesar 7,35%, menandakan bahwa tanah dalam keadaan cukup kering saat diambil dari lapangan. Uji berat jenis tanah menghasilkan nilai rata-rata sebesar 2,180, tergolong dalam kisaran normal tanah mineral. Selanjutnya, pengujian Atterberg menunjukkan batas cair (LL) sebesar 43,85%, batas plastis (PL)

25,65%, dan indeks plastisitas (PI) 18,2%, yang mengklasifikasikan tanah sebagai lempung plastis sedang hingga tinggi (CL). Dari hasil analisis saringan, sebanyak 63% partikel tanah lolos saringan No. 200, yang menegaskan bahwa sampel didominasi butiran halus dan sesuai dikategorikan sebagai tanah lempung. Pengujian kepadatan kering menghasilkan nilai maksimum 1,31 gr/cm³ pada kadar air 43,85%, yang ditetapkan sebagai kadar air optimum. Terakhir, uji CBR menunjukkan nilai tertinggi sebesar 19,23% pada kadar air optimum 39,24%, namun mengalami penurunan menjadi 0,83 gr/cm³ setelah perendaman 4 hari, saat kadar air meningkat menjadi 44,53%. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar air sangat memengaruhi daya dukung tanah lempung, sehingga penting untuk

Dari hasil pengujian terhadap beberapa sampel tanah lempung dengan variasi kadar air, diketahui bahwa nilai CBR tertinggi diperoleh saat tanah memiliki kadar air sebesar 19,23%. Menurut standar pengujian CBR (SNI 1744:2012 dan ASTM D1883), nilai CBR akhir yang digunakan adalah nilai tertinggi antara penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci. Dalam hal ini, nilai pada penetrasi 0,1 inci lebih besar dibandingkan dengan penetrasi 0,2 inci, yaitu 16,03%. Dengan demikian, kadar air 19,23% dinyatakan sebagai kadar air optimum, yaitu kadar air di mana tanah lempung mencapai nilai CBR maksimum. Karena, pada kondisi tersebut, tanah berada pada tingkat kelembaban yang ideal untuk mencapai kepadatan dan kekuatan dukung yang paling optimal untuk menahan beban.

Hubungan antara kadar air dan nilai CBR menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air dalam tanah lempung, maka kekuatan dan kepadatan tanah cenderung menurun. Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium, tanah lempung sebelum direndam memiliki kadar air sebesar 39,24%, dengan berat isi kering 1,02 g/cm³ dan nilai CBR sebesar 19,23%. Pada kondisi ini, tanah tergolong kuat dan padat karena berada dalam keadaan yang memungkinkan partikel-partikel tanah saling berikatan secara optimal, menghasilkan daya dukung yang tinggi terhadap beban. Namun setelah perendaman selama beberapa hari, kadar air meningkat menjadi 44,53%, yang menyebabkan berat isi kering turun menjadi 0,83 g/cm³. Penurunan ini mengindikasikan bahwa struktur tanah menjadi lebih longgar, dan daya dukungnya menurun, yang tergambar dari nilai CBR yang cenderung lebih rendah dari sebelumnya. Pada kondisi setelah direndam, tanah menjadi lunak dan lemah karena kelebihan air mengurangi kohesi antar partikel serta meningkatkan porositas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kadar air sangat berpengaruh terhadap karakteristik dan kekuatan dukung tanah lempung, di mana nilai CBR mencapai maksimum saat tanah berada pada kadar air yang mendekati optimum.

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai mengenai Studi Eksperimen Pengaruh Perubahan Kadar Air Terhadap Nilai CBR Tanah Lempung Di Laboratorium dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil uji laboratorium yang meliputi analisis saringan, batas *Atterberg*, dan pengukuran berat jenis, tanah yang diteliti dalam penelitian ini

dapat diklasifikasikan sebagai tanah lempung tipe CL (*Clay – Low to Intermediate Plasticity*). Hal ini didukung oleh hasil pengujian batas *Atterberg* yang menunjukkan nilai batas cair (LL) sebesar 43,85%, batas plastis (PL) sebesar 25,65%, dan indeks plastisitas (PI) sebesar 18,2%. Nilai PI di atas 17% mengindikasikan bahwa tanah memiliki plastisitas sedang hingga tinggi. Selain itu, hasil analisis saringan menunjukkan bahwa 63% partikel tanah lolos saringan No. 200 (0,075 mm), yang mengonfirmasi bahwa tanah tergolong berbutir halus. Berat jenis tanah sebesar 2,180 mendukung bahwa tanah ini merupakan tanah anorganik, karena berat jenis tanah organik umumnya jauh lebih rendah ($< 2,0$). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tanah ini termasuk jenis lempung anorganik dengan plastisitas sedang, sesuai dengan klasifikasi sistem *Unified Soil Classification System* (USCS) untuk tanah tipe CL.

2. Kadar air berpengaruh terhadap nilai CBR tanah lempung. Semakin besar kadar air pada tanah, maka nilai CBR cenderung mengalami penurunan setelah melewati kadar optimum. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya kandungan air yang mengurangi gaya geser antarpadat butir tanah dan menurunkan kekuatan dukung tanah. Berdasarkan hasil pengujian CBR terhadap beberapa sampel tanah lempung dengan variasi kadar air, diketahui bahwa nilai CBR tertinggi dicapai pada kadar air sebesar 19,23%, yang sekaligus ditetapkan sebagai kadar air optimum. Nilai CBR maksimum tersebut diperoleh pada penetrasi 0,1 inci, sesuai dengan standar SNI 1744:2012 dan ASTM D1883 yang menyatakan bahwa nilai CBR yang digunakan adalah nilai tertinggi antara penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci. Pada titik ini, tanah memiliki kepadatan maksimum dan distribusi air yang ideal untuk ikatan antarbutir tanah, sehingga menghasilkan daya dukung yang paling baik.

Saran

1. Pengendalian kadar air saat konstruksi sangat dianjurkan terutama pada proyek yang menggunakan tanah lempung sebagai material timbunan atau dasar perkerasan. Disarankan agar kadar air tanah dijaga mendekati kadar air optimum untuk memperoleh nilai CBR maksimum dan daya dukung tanah yang baik.
2. Sebelum pekerjaan konstruksi dilakukan, sebaiknya dilakukan uji laboratorium terlebih dahulu untuk mengetahui kadar air optimum tanah di lokasi proyek. Hal ini penting agar tanah bisa dipadatkan pada kondisi terbaiknya dan mendapatkan kekuatan maksimum.
3. Bagi mahasiswa yang ingin melakukan penelitian sejenis, disarankan untuk mencoba jenis tanah yang berbeda (seperti pasir atau lanau), atau menambahkan bahan stabilisasi seperti semen atau kapur, agar bisa membandingkan hasilnya dengan tanah lempung.

DAFTAR PUSTAKA

Alexander, Abe. 2005. "Perencanaan Daerah Partisipatif, Yogyakarta." *Pustaka jogja mandiri*.

- Arifuddin, Prasetyo ; 1995. “Pengaruh Kadar Air Terhadap Beton.” 164: 1–117.
- Cindy Rahayu. 2020. “Analisis Pengaruh Campuran Kapur Pada Lempung Ekspansif Nilai Cbr.”
- Irvan, Muhammad, Panusunan Nainggolan, Januarto Januarto, and Yumasnur Yumasnur. 2021. “Peningkatan Daya Dukung Tanah Lunak Dengan Menggunakan Tanah Campuran Well Graded.” *Zona Teknik: Jurnal Ilmiah* 15(2): 10. doi:10.37776/zt.v15i2.812.
- Ningrum, Puspa, S.A Nugroho, and Muhardi. 2014. “Pengaruh Penambahan Air Diatas Kadar Air Optimum Terhadap Nilai Cbr Dengan Dan Tanpa Rendaman Pada Tanah Lempung Yang Dicampur Abu Terbang.” *Jom FTEKNIK*: 1–5.
- Nugroho, Soewignjo Agus, and Syawal Satibi. 2022. “Analisis Peningkatan Nilai Cbr Lempung Plastisitas Tinggi Terstabilisasi Semen Dan Abu Dasar.” *PROKONS: Jurusan Teknik Sipil* 16(1): 26. doi:10.33795/prokons.v16i1.354.
- Pahrida, Arpina, Suradji Gandi, and Fatma Sarie. 2021. “Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Kayu Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Indeks Plastisitas Dan Nilai Cbr.” *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 4(1): 223. doi:10.31602/jk.v4i1.5271.
- Pandiangan, Bravo, Muhammad Jafri, and Iswan Iswan. 2016. “Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung Dan Lanau Yang Distabilisasi Menggunakan Semen Pada Kondisi Tanpa Rendaman (Unsoaked).” *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain* 4(2): 256–75.
- Sipil, Jurusan Teknik, Fakultas Teknik, and Universitas Borneo Tarakan. 2024. “STABILISASI SEMEN DAN PASIR DENGAN VARIASI KADAR AIR.”
- SNI 1744. 2012. “Metode Uji CBR Laboratorium Badan Standardisasi Nasional.” *Badan Standardisasi Nasional*: 1–28. www.bsn.go.id.
- Waruwu, Aazokhi, Indah Pangemanan, Yulia Yunita, Fransiscus Calvin, and Jason Lujaya. 2024. “Uji CBR (California Bearing Ratio) Pada Tanah Lempung Stabilisasi Abu Marmer Dan Biogrouting.” *Media Komunikasi Teknik Sipil* 30(1): 47–55. doi:10.14710/mkts.v30i1.58304.
- Y. E. Widagdo, Y. Zaika, E. A. Suryo. 2009. “Pengaruh Lama Waktu Curing Terhadap Nilai Cbr Dan Swelling Pada Tanah Lempung Ekspansif Di Bojonegoro Dengan Campuran 6% Abu Sekam Padi Dan 4% Kapur.” : 1–8.
- Yohanes, Bill, Walewangko Oktovian, B A Sompie, and J E R Sumampouw. 2020. “Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Tras Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Cbr.” *Jurnal Sipil Statik* 8(1): 71–76. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/27710>.
- Zaro, K., Nugroho, S, A. dan Fatnanta, F. 2014. “Pengaruh Kadar Lempung Dengan Kadar Air Di Atas OMC Terhadap Nilai CBR Dengan Dan Tanpa Rendaman Pada Tanah Lempung Organik.” *Jom FTeknik* 1(2): 1–5.