

## PENGARUH FRAKSI TANAH DAN MINERAL TANAH LEMPUNG TERHADAP NILAI CBR

Anastasia Maya Widya Ekaputri<sup>1</sup>, Sri Wulandari<sup>2</sup>, Ellysa<sup>3</sup>

Universitas Gunadarma

Jalan Margonda Raya No. 100, Depok 16424, Jawa Barat

email : <sup>1</sup>anastasiamayaputri@gmail.com, <sup>2</sup>sri\_wulandari@staff.gunadarma.ac.id, <sup>3</sup>ellysa@staff.gunadarma.ac.id

**Abstract :** Soil strength properties related to road construction is the value of CBR (California Bearing Ratio). The CBR value of clay soils is influenced by several factors including the size distribution analysis, soil physical properties, density, water content, and mineral content. This study focuses on the effect of soil fraction and mineral content in clay on the bearing capacity of the soil which is expressed by the CBR value. The samples used were clay samples taken from three different locations, Cikalong, Ciluer and Nambo. These samples were tested to determine physical properties, mechanical properties and mineral content. The analytical method used in this study is the X-Ray Diffraction (XRD) analysis method to determine the mineralogical characteristics of clay. Soil fraction is determined by particle size distribution analysis. Based on the results of the particle size distribution analysis, it can be seen the influence between the percentage of sand with the CBR value of each clay sample. The CBR value increased along with the more sand content in the clay sample. The results of the x-ray diffraction test showed that the dominant mineral content in each sample was Kaolinite, Nacrite, Quartz and Halloysite. Based on the x-ray diffraction test results it can be concluded that soils with large quartz ( $\text{SiO}_2$ ) mineral content tend to have higher CBR values and decrease with increasing kaolinite content.

**Keywords:** CBR, clay soil, mineral content, soil fraction, x-ray diffraction

**Abstrak :** Salah satu sifat kekuatan tanah yang berkaitan dengan konstruksi jalan adalah nilai kekuatan CBR (California Bearing Ratio). Nilai CBR pada tanah lempung dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah gradasi butiran tanah, sifat fisis tanah, kepadatan tanah, kadar air dan kandungan mineral yang terdapat di dalamnya. Penelitian ini berfokus tentang pengaruh fraksi tanah dan kandungan mineral pada tanah lempung terhadap daya dukung tanah yang dinyatakan dengan nilai CBR. Sampel yang digunakan adalah sampel tanah lempung yang diambil dari tiga lokasi berbeda yaitu Cikalong, Ciluer dan Nambo. Sampel-sampel ini diuji untuk menentukan sifat fisik, sifat mekanik dan kandungan mineralnya. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis X-Ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui karakteristik mineralogi lempung. Penentuan fraksi tanah ditentukan dengan metode pengujian analisa gradasi butiran tanah. Berdasarkan hasil pengujian gradasi butiran, terlihat pengaruh antara persentase pasir dengan nilai CBR pada tiap sampel tanah lempung. Nilai CBR mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyak kandungan pasir pada sampel tanah lempung. Hasil pengujian difraksi sinar-x menunjukkan kandungan mineral yang dominan pada tiap sampel yaitu Kaolinite, Nacrite, Quartz, dan Halloysite. Berdasarkan hasil pengujian difraksi sinar-x, dapat disimpulkan bahwa tanah dengan kandungan mineral quartz ( $\text{SiO}_2$ ) besar cenderung memiliki nilai CBR yang semakin besar dan berkurang dengan bertambahnya kandungan kaolinite.

**Kata Kunci:** CBR, tanah lempung, kandungan mineral, fraksi tanah, difraksi sinar-x

### PENDAHULUAN

CBR adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui apakah daya dukung tanah dasar baik atau tidak. Pengujian CBR adalah pengujian untuk memperoleh perbandingan antara beban yang dibutuhkan untuk mencapai hasil penetrasi tertentu di dalam sampel tanah pada kondisi air dan berat volume

tertentu terhadap beban standar yang dibutuhkan untuk mencapai beban standar (Bowles, 1989). Kekuatan, keawetan dan tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Tanah lempung adalah jenis tanah yang dianggap kurang baik sebagai *subgrade* pada konstruksi jalan karena karakteristik tanah lempung sangat dipengaruhi oleh air, bentuk

partikel tanah, sifat fisis, sifat mekanis dan senyawa kimia yang menyusunnya. Sifat fisik dan mekanis tanah lempung juga bergantung pada mineral lempung yang menyusunnya. Kandungan mineral lempung dalam tanah merupakan penyebab sifat plastistas, kembang

Priyono (2012) melakukan kajian mineral lempung pada kejadian bencana longsor di Pegunungan Kulonprogo, D.I.Yogyakarta. Analisa tipe mineral dilakukan dengan melakukan pengujian difraksi sinar-x (uji XRD). Tipe mineral yang ditemukan pada lokasi kejadian longsor di dominasi oleh mineral kaolin (70,65%), smektit *montmorillonite* (15,12%), *balite* (4,33%), *illite* (2,99%), *quartz* (2,91%), *crystalite* (2,28%), *feldspar* (1,34%), dan *goethite* (0,39%). Tipe lempung smektit yang mempunyai sifat mudah mengembang dan mengerut pada lapisan bahwa pada bagian lereng atas memicu Bergeraknya lapisan tanah diatas permukaan lereng yang miring sehingga tingkat kejadian kelongsoran lahan tinggi.

Penelitian mengenai pengaruh lempung ekspansif terhadap potensi amblesan tanah di Semarang yang dilakukan oleh Soebowo (2012) juga menunjukkan bahwa kehadiran mineral lempung turut mempengaruhi terhadap sifat keteknikan batuan. Keberadaan mineral *illite* dan *kaolinite* mempunyai struktur yang lebih stabil sehingga tidak mudah mengembang, sedangkan *montmorillonite* menggambarkan karakter tanah berupa struktur dalam yang memiliki kemampuan kembang susut yang tinggi.

Hasil penelitian sifat indeks pada sampel tanah ekspansif yang di dominasi oleh mineral *illite* dan *montmorillonite* menunjukkan kesesuaian dengan hasil pengujian *x-ray diffraction*. Nilai aktifitas tanah sebesar 1,93 menunjukkan karakteristik tanah aktif yang relatif sensitif terhadap kadar mineral yang terkandung di dalamnya (Tjaronge, et.al, 2016).

## TINJAUAN PUSTAKA

### Sistem Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tetapi mempunyai sifat yang serupa ke dalam kelompok-kelompok dan subkelompok-

susut yang besar dan mempunyai kekuatan tanah yang lemah bila dipengaruhi oleh air (Bowles, 1989). Metode analisis dengan difraksi sinar-x atau *X-Ray Diffraction* dapat digunakan untuk mengidentifikasi kandungan mineral pada tanah lempung.

Husain (2015) meneliti mengenai geokimia mineral lempung dan implikasinya terhadap gerakan tanah. Metode yang digunakan yaitu deksriptif eksploratif, dengan cara pengamatan, uji Atterberg, uji XRD, uji XRF, dan uji SEM-EDX. Hasil analisis geokimia menunjukkan bahwa kandungan mineral *kaolinite* dan *chlorite* yang terdapat pada tanah residual akan mengakibatkan menurunnya kestabilan lereng. Hal ini dikarenakan mineral *illite* dan *kaolinite* dapat menyebabkan tanah memiliki plastistas tinggi.

Nilai kohesi pada tanah cenderung semakin besar untuk tanah dengan kandungan lempung yang besar dan berkurang dengan bertambahnya kandungan lanau dan pasir. Tanah dengan kandungan mineral *montmorillonite* yang besar cenderung memiliki nilai kohesi besar dan berkurang dengan bertambahnya kandungan mineral *illite* dan *kaolinite*. Hal ini dikarenakan pada tanah dengan kandungan mineral *montmorillonite* memiliki *surface area* besar sehingga kemampuan menyerap air juga besar (Savitri, et. al, 2016).

Karakteristik tanah lempung juga tentunya dipengaruhi oleh karakteristik bahan mineral penyusunnya. Informasi mengenai komposisi dan proporsi mineral penting untuk memberikan pemahaman yang komprehensif yang dapat digunakan sebagai acuan penelitian dalam mendeskripsikan perilaku tanah secara kualitatif dan empiris. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh antara fraksi tanah dan kadar mineral pada tanah lempung terhadap daya dukung tanah yang dinyatakan dalam nilai CBR.

subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi AASHTO dikembangkan pada tahun 1929 sebagai *Public Road Administration Classification System*, bertujuan untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subgrade*) dan tanah dasar (*subbase*). Sistem Kasifikasi AASHTO umumnya dipakai oleh departemen jalan raya di

semua negara bagian Amerika Serikat. Tanah diklasifikasikan berdasarkan jumlah persentase jumlah butiran yang lolos No. 200 dan nilai batas Atterberg (indeks plastisitas dan batas cair).

Dalam sistem ini tanah dikelompokkan ke dalam 7 (tujuh) kelompok besar yaitu A-1 sampai dengan A-7.

**Tabel 1.** Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos)							
No. 10	Maks 50						
No. 40	30	Maks 50	Min 51				
No. 200	15	Maks 20	Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas Cair (LL)				Maks 40	Min 41	Maks 40	Min 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil, dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi Umum	Tanah Lanau - Lempung (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)						
	A-4	A-5	A-6	A-7			
				A-7-5* A-7-6**			
Analisis ayakan (% lolos)							
No. 10							
No. 40							
No. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36			
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40							
Batas Cair (LL)	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41			
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11			
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau		Tanah berlempung				
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						
*Untuk A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
**Untuk A-7-6 $PI > LL - 30$							

**X-Ray Diffraction (XRD)**

Indeks tanah selain ditentukan oleh proporsi berat fraksi butiran kasar dan halus, juga dipengaruhi oleh jumlah mineral lempung penyusun massa tanah. *X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan metode yang sangat penting dalam bidang karakterisasi mineral. Tahapan kerja XRD terdiri dari empat tahap, yaitu produksi, difraksi, deteksi dan interpretasi (Rahman, 2008). Sampel dipapar sinar-x dengan sumber radiasi Cu dan dalam rentang sudut  $5^0$  sampai dengan  $90^0$  sehingga terjadi difraksi

dengan pola tertentu yang ditunjukkan pada difraktogram.

**California Bearing Ratio (CBR)**

Metode CBR dikembangkan oleh *California State Highway Department* sebagai cara untuk menilai kekuatan tanah dasar jalan (*subgrade*). CBR menunjukkan nilai relatif kekuatan tanah dimana semakin tinggi kepadatan tanah maka nilai CBR akan semakin besar. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban yang dibutuhkan

untuk mencapai hasil penetrasi pada sampel tanah sebesar 0,1 inci dan 0,2 inci dengan beban yang ditahan pada batu pecah *standard* pada penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci (Sukirman, 1999). Pengujian CBR Laboratorium dilakukan setelah pengujian pemadatan tanah (*standard proctor*). Tujuan pemadatan adalah untuk mendapatkan kepadatan tanah maksimum pada energi standar dengan cara memberikan kadar air yang optimum. Kadar air optimum adalah kadar air pada saat berat volume kering mencapai kondisi maksimum ( $\gamma_{d \text{ maks}}$ ) atau kadar air yang diperkirakan berada pada nilai kadar air batas plastis.

Sampel uji pada pengujian CBR terdiri dari 3 buah benda uji yang dipadatkan sedemikian sehingga densitas kering berkisar antara 95% sampai 100% dari densitas kering maksimum pada pengujian pemadatan. Benda uji akan dipadatkan di dalam cetakan dengan jumlah tumbukan 10, 30, dan 65 pada masing-masing lapisan. Pengujian CBR dapat dilakukan dengan menggunakan dua (2) cara yaitu CBR terendam (*soaked*) dan CBR tanpa rendaman (*unsoaked*). Nilai CBR didapatkan dengan memasukkan nilai berat isi kering maksimum pada persamaan *trendline*. Departemen Pekerjaan Umum telah memberi batasan nilai kekuatan CBR untuk tanah *subgrade* minimal 6% (Sudarsono, 1985). Kekuatan, keawetan, dan tebal dari lapisan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. Menurut AASHTO (1986), daya dukung tanah dihubungkan dengan nilai CBR, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.** Klasifikasi daya dukung tanah berdasarkan Nilai CBR

CBR (%)	Daya Dukung Tanah
2 – 5	Jelek
6 – 9	Sedang
> 9	Baik

**METODOLOGI**

Tanah lempung mengandung berbagai mineral dengan kandungannya yang bervariasi. Mineral pembentuk tanah dapat menentukan sifat dari tanah tersebut. Sifat karakteristik tanah lempung atau tanah berbutir halus bergantung pada batas-batas konsistensinya terutama batas cair dan

indeks plastisitas. Oleh karena itu, sampel pengujian pada penelitian ini diambil dari beberapa lokasi berbeda yang teridentifikasi sebagai tanah lempung dengan plastisitas sedang hingga tinggi. Lokasi pengambilan sampel diberi kode sampel sesuai dengan keterangan berikut:

1. Sampel – 1 : Sampel tanah lempung yang diambil dari Cikalong, Jawa Barat
2. Sampel – 2: Sampel tanah lempung yang diambil dari Ciluer, Jawa Barat
3. Sampel – 3 : Sampel tanah lempung yang diambil dari Nambo, Jawa Barat

Pengambilan sampel dilakukan dengan terlebih dahulu menggali tanah sedalam kurang lebih 30 cm untuk membuang akar-akar tanaman. Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah terganggu (*disturbed*) yang diambil masing-masing sebanyak dua (2) buah karung dengan menggunakan *trash bag* dan diikat untuk menjaga kadar air tanah. Metode yang digunakan untuk identifikasi tanah lempung adalah melalui pengujian analisa gradasi butiran dan uji batas konsistensi (batas cair, batas plastis, dan batas susut), sedangkan metode analisis X-Ray Diffraction (XRD) digunakan untuk mengetahui karakteristik mineralogi lempung.

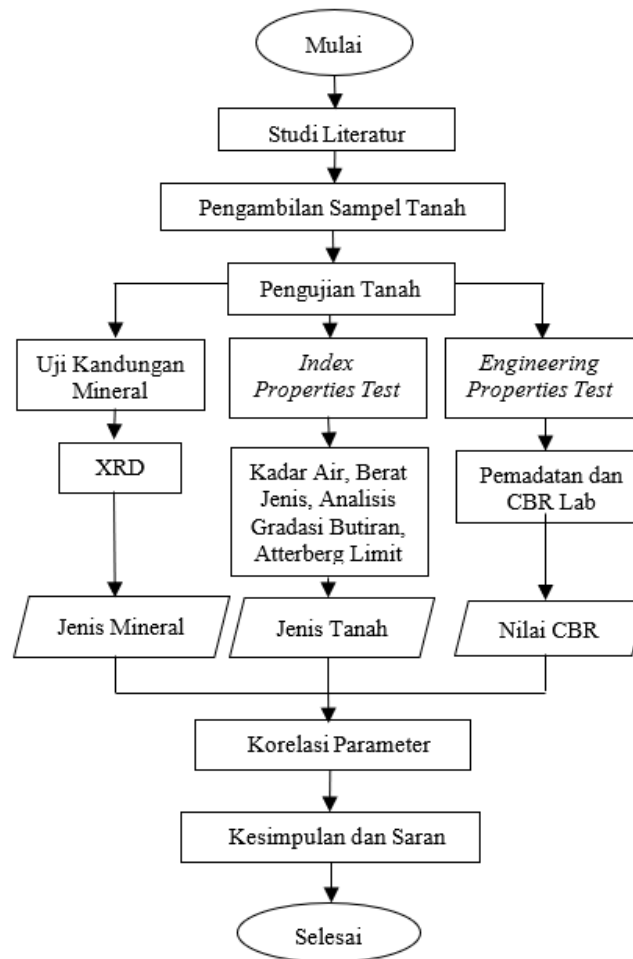
Penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah dan studi literatur mengenai sifat fisis dan mekanis tanah lempung serta mineral penyusun tanah lempung yang dijadikan sebagai referensi untuk menyelesaikan masalah utama. Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian *index properties* dan pengujian *engineering properties* yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Universitas Gunadarma. Pengujian kandungan mineral dilakukan melalui uji difraksi sinar-x. Uji XRD di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Pengujian tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi seluruh sampel baik dari sifat fisis, mekanis maupun kandungan mineralnya.

Pengujian sifat fisis tanah terdiri dari pengujian kadar air, berat jenis tanah, analisa gradasi butiran dan Atterberg limit. Sampel tanah yang digunakan adalah sampel tanah terganggu yang sudah dalam keadaan kering oven. Sifat fisis tanah menunjukkan sifat tanah yang didasarkan pada bentuk, ukuran, warna bau tanah, jenis tanah dan kondisi tanah lainnya termasuk hubungan terhadap sifat-sifat mekanis seperti pemampatan tanah. Sedangkan sifat mekanis

tanah menunjukkan sifat tanah pada saat tanah memperoleh pembebanan atau untuk mengetahui kekuatan dari tanah tersebut. Pengujian sifat mekanis tanah (*engineering properties*) meliputi uji pemadatan standard an uji *California Bearing Ratio* (CBR). Pengujian CBR dilakukan dengan metode perendaman (*soaked*). Pengujian kandungan mineral bertujuan untuk mengetahui jenis dan persentase kandungan mineral yang terdapat pada sampel tanah lempung. Data keluaran uji XRD, berupa grafik difraktogram digunakan untuk menentukan fasa (kristal) apa saja yang terkandung dalam benda uji. Identifikasi fasa dilakukan dengan mencari posisi puncak dan

melakukan pencocokan terhadap fasa pada *database*. Penelitian ini menggunakan bantuan program Match! 2.0 untuk mencocokkan spektrum hasil uji XRD dengan *database* referensi *spectrum* mineral yang telah diketahui sebelumnya.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan analisa korelasi antar parameter yaitu fraksi tanah dan kandungan mineral terhadap daya dukung tanah melalui nilai CBR pada masing-masing sampel uji, kemudian membuat kesimpulan. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisis Tanah Lempung

Sifat fisis (*index properties*) tanah dapat diketahui melalui pengujian laboratorium. *Index properties test* yang dilakukan meliputi

pengujian kadar air, berat jenis, Atterberg limit dan analisis gradasi butiran. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah, Universitas Gunadarma diperoleh sifat fisis tanah masing-masing sampel yang ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Sifat Fisis Tanah

Parameter		S-1	S-2	S-3
Kadar Air	(%)	42,91	52,53	30,96
Berat Jenis		2,59	2,61	2,68
Batas Cair (LL)	(%)	57,17	50,41	62,68
Batas Plastis (PL)	(%)	38,30	41,27	41,55
Batas Susut (SL)	(%)	37,57	14,33	31,7
Indeks Plastisitas (PI)	(%)	18,87	9,14	21,13

Rata-rata nilai kadar air untuk sampel tanah Cikalong, Ciluer dan Nambo masing-masing adalah 42,91%, 52,53%, dan 30,69%. Kandungan air tanah sangat berpengaruh terhadap perilaku tanah berbutir halus. Tanah lempung dengan kandungan air tinggi akan lebih lemah kestabilannya sehingga mudah berubah bentuk dibandingkan dengan tanah lempung yang mempunyai kadar air rendah.

Berdasarkan hasil klasifikasi AASHTO, sampel tanah Cikalong dan Nambo termasuk ke dalam kelompok tanah A-7-5 yaitu tanah berlempung, sedangkan tanah Ciluer termasuk ke dalam kelompok tanah A-5. Nilai indeks plastisitas tanah untuk sampel tanah Nambo dan Ciluer dapat diklasifikasikan sebagai tanah dengan plastisitas tinggi, sedangkan sampel tanah Cikalong dapat diklasifikasikan sebagai tanah dengan plastisitas sedang.

Dari hasil pengujian analisis gradasi butiran diperoleh nilai fraksi tanahnya yaitu fraksi lempung, lanau dan pasir. Hasil pengujian analisis gradasi butiran ditunjukkan pada Tabel 4. Berdasarkan nilai tersebut, sampel tanah uji dapat dikategorikan sebagai tanah berbutir halus yang di dominasi oleh fraksi tanah lempung.

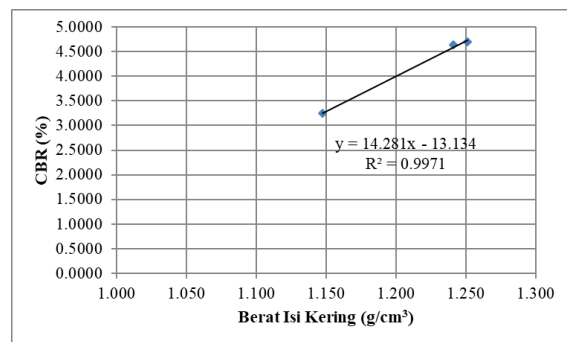
**Tabel 4.** Hasil Analisis Gradasi Butiran

Jenis Tanah	Ukuran (mm)	S-1 (%)	S-2 (%)	S-3 (%)
Kerikil	> 2	0.000	0.000	0.000
Pasir Kasar	2 - 0,42	0.000	5.556	0.000
Pasir	0,42 - 0,074	12.136	23.004	19.139
Lanau	0,074 - 0,002	40.867	34.768	39.353
Lempung	< 0,002	46.997	36.672	41.508

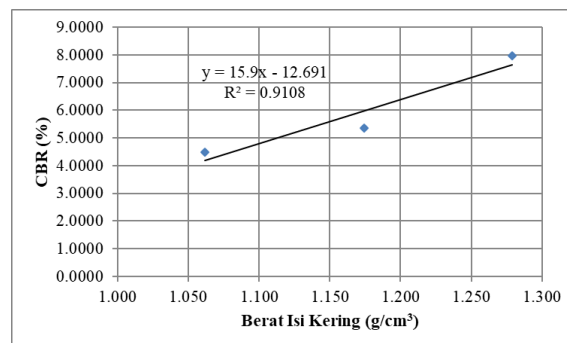
**Sifat Mekanis Tanah Lempung**

Sifat mekanis tanah lempung dilakukan melalui uji pemadatan dan uji CBR laboratorium. Pengujian California Bearing Ratio (CBR) yang dilakukan adalah pengujian CBR dengan metode rendaman (*soaked*) selama empat hari yang dilakukan di laboratorium mekanika tanah, Universitas Gunadarma. Dalam desain tebal perkerasan, diambil nilai CBR terkecil yaitu pada kondisi terendam dengan asumsi kondisi tanah dasar terendam oleh air sehingga daya dukung tanah dasar akan terjadi penurunan nilai.

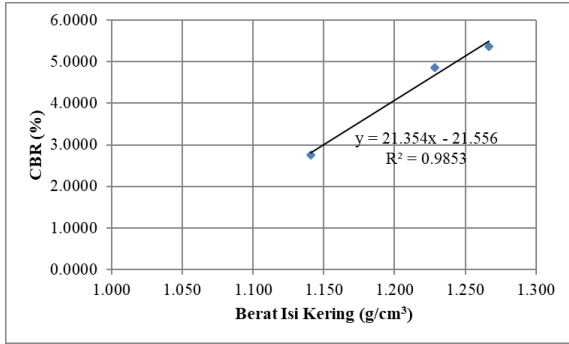
Berdasarkan hasil uji sifat mekanis tanah, diperoleh nilai CBR untuk sampel tanah Cikalong (S-1), Ciluer (S-2) dan Nambo (S-3) berturut-turut sebesar 4,21%, 5,19% dan 4,52%. Menurut klasifikasi daya dukung tanah berdasarkan nilai CBR yang dikemukakan oleh AASHTO (1989), sampel uji termasuk ke dalam kategori daya dukung tanah jelek.



**Gambar 2.** CBR Sampel -1



**Gambar 3.** CBR Sampel -2

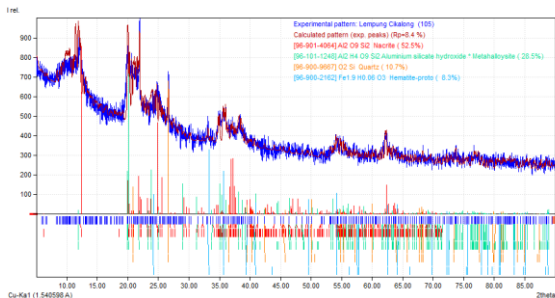


Gambar 4. CBR Sampel -3

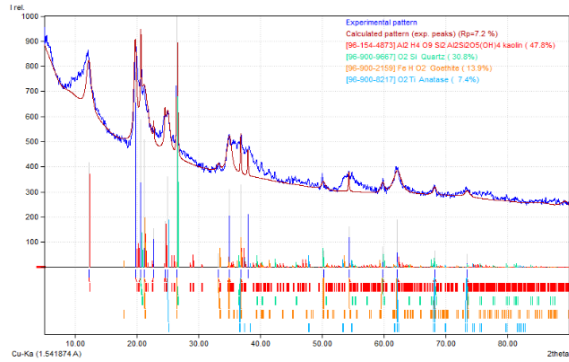
**Karakterisasi Mineral**

Karakterisasi mineral dilakukan melalui pengujian difraksi sinar-x (*X-Ray Diffraction*) untuk mengetahui jenis mineral pada lempung dan memperkirakan persentase jumlahnya. Hasil pengujian XRD terhadap sampel tanah lempung berupa hubungan antara intensitas dan sudut difraksi (2θ). Proses karakterisasi mineral dilanjutkan dengan cara pencocokan puncak difraksi (*search-match*). Pencocokan puncak difraksi dilakukan dengan menggunakan bantuan program Match! 2.0 dengan spektrum hasil uji XRD sebagai inputnya.

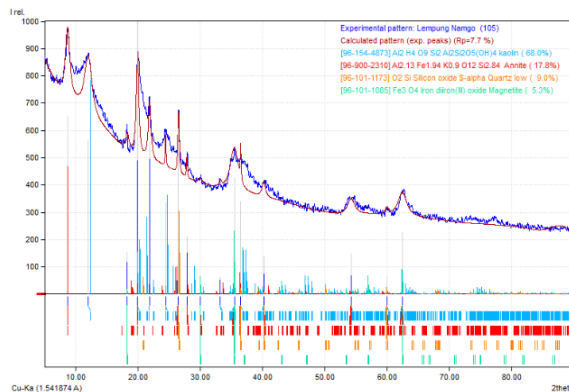
Berdasarkan hasil *search-match*, dapat teridentifikasi kandungan mineral ketiga sampel pasir dan persentasenya. Sampel tanah Cikalong (S-1) memiliki kandungan mineral yang terdiri dari Nacrite 53,90 %, Halloysite 22,80 % dan Quartz 14,50%. Sampel tanah Ciluer (S-2) memiliki kandungan mineral Kaolinite 47,80%, Quartz 30,80%, Goethite 13,90%, dan Anatase 7,40%. Sampel tanah Nambo (S-3) diperoleh memiliki kandungan mineral yang terdiri dari Kaolinite 68,00%, Annite 17,80%, Quartz 9,00% dan Magnetite 5,40%.



Gambar 5. Spektrum Hasil Uji XRD S-1



Gambar 6. Spektrum Hasil Uji XRD S-2



Gambar 7. Spektrum Hasil Uji XRD S-3

Berdasarkan hasil analisis kandungan mineral, sampel tanah Cikalong memiliki kandungan mineral *nacrite* yang dominan sebesar 53,90%, sampel tanah Ciluer dan Nambo di dominasi oleh mineral *kaolinite* masing-masing sebesar 47,80% dan 68,00%. Mineral *quartz* (SiO<sub>2</sub>) juga termasuk mineral dominan kedua dan ketiga pada masing-masing sampel uji.

**Analisis Pengaruh**

Parameter tanah yang dihasilkan dari pengujian sifat fisis tanah, sifat mekanis tanah, dikorelasikan dengan kandungan mineralnya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi tanah dan kandungan mineral tertentu terhadap daya dukung tanah dengan nilai CBR. Berikut rekapitulasi hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rekapitulasi hasil pengujian

Parameter		S-1	S-2	S-3
Kadar Air	(%)	42,91	52,53	30,96
Berat Jenis		2,59	2,61	2,68
Batas Cair (LL)	(%)	57,17	50,41	62,68
Batas Plastis (PL)	(%)	38,30	41,27	41,55
Batas Susut (SL)	(%)	37,57	14,33	31,7
Indeks Plastisitas (PI)	(%)	18,87	9,14	21,13
Fraksi Lempung	(%)	47,00	36,67	41,51
Fraksi Lanau	(%)	40,87	34,77	39,35
Fraksi Pasir	(%)	12,14	28,56	19,14
CBR	(%)	4,21	5,19	4,52
Uji XRD				
- <i>Nackrite</i>	(%)	53,90	-	-
- <i>Halloysite</i>	(%)	22,80	-	-
- <i>Quartz</i>	(%)	14,50	30,80	9,00
- <i>Hematite</i>	(%)	8,90	-	-
- <i>Annite</i>	(%)	-	-	17,80
- <i>Kaolinite</i>	(%)	-	47,80	68,00
- <i>Goethite</i>	(%)	-	13,90	-
- <i>Anatase</i>	(%)	-	7,40	-
- <i>Magnetite</i>	(%)	-	-	5,30

Berdasarkan hasil analisa gradasi butiran, sampel tanah Ciluer (S-3) memiliki kandungan pasir lebih banyak dibandingkan dengan sampel lainnya, yaitu sebesar 28,50%. Dapat dilihat pada Tabel 5, dimana persentase fraksi pasir yang semakin kecil berbanding lurus dengan nilai CBRnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kandungan pasir pada sampel tanah lempung teridentifikasi mempengaruhi nilai CBR. Hubungan nilai CBR dengan fraksi tanah dapat terlihat dimana semakin besar fraksi pasir pada sampel tanah lempung maka semakin tinggi nilai CBR. Hal ini dapat dipahami bahwa semakin banyak kandungan butiran padat maka semakin besar nilai CBR, dimana semakin banyak kandungan butiran padat maka semakin besar nilai CBR, dimana kepadatan tanah juga dapat dilihat dari nilai berat keringnya. Bowles (1991) menyatakan bahwa nilai korelasi kepadatan relatif untuk tanah lempung berkisar

antara 1,4 – 2,0 g/cm<sup>3</sup> dan untuk tanah pasir berkisar antara 1,2 – 2,3g/cm<sup>3</sup>.

Fraksi pasir yang terkandung pada sampel tanah lempung juga turut mempengaruhi nilai indeks plastisitas tanah. Terlihat bahwa indeks plastisitas tanah semakin kecil seiring dengan meningkatnya kandungan fraksi pasir pada tanah lempung. Das (2006) menjelaskan bahwa nilai indeks plastisitas tanah akan naik secara linear dengan bertambahnya fraksi lempung yang terkandung dalam tanah tersebut.

Berdasarkan karakterisasi mineral, terlihat bahwa pada sampel tanah Cikalong dan Nambo di dominasi oleh kelompok mineral kaolin (*nacrite*, *halloysite*, *kaolinite*) yang termasuk ke dalam jenis tanah dengan plastisitas tinggi dengan indeks plastisitas masing-masing sebesar 21,13% dan 18,87%. Secara umum, semakin besar nilai indeks plastisitas tanah maka akan semakin besar pengembangan tanah tersebut yang berakibat pada semakin rendahnya daya dukung tanah.

Kandungan mineral tanah tertentu juga teridentifikasi mempengaruhi daya dukung tanah yang dinyatakan dengan nilai CBR. Mineral quartz (SiO<sub>2</sub>) termasuk mineral yang dominan ketiga pada sampel tanah Cikalong dan Nambo dengan persentase masing-masing sebesar 14,50% dan 9,00 % dan mineral dominan kedua pada sampel tanah Ciluer sebesar 30,0%. Tanah dengan kandungan mineral quartz (SiO<sub>2</sub>) besar cenderung memiliki nilai CBR yang besar dan berkurang dengan bertambahnya kandungan *kaolinite* dan *nacrite*. Hal ini sesuai dengan skala kekerasan mineral dimana mineral kaolin (Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> 2SiO<sub>4</sub>. 2H<sub>2</sub>O) yaitu *kaolinite*, *nacrite*, *deckite* memiliki skala kekerasan 2 – 2,5., dan mineral quartz memiliki skala kekerasan 7. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin besar tingkat kekerasan mineral pada tanah, maka semakin besar juga nilai CBRnya.

## KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil pengujian sifat fisis tanah, dapat disimpulkan bahwa sampel tanah uji adalah tanah lempung berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO. Sampel tanah Ciluer termasuk ke dalam kelompok tanah A-5, sedangkan sampel tanah Cikalong dan



- Nambo dapat diklasifikasikan ke dalam kelompok tanah A-7-5.
2. Persentase kandungan pasir pada sampel tanah Cikalong, Ciluer dan Nambo berturut-turut adalah 12,14%., 28,56%., dan 19,14%. Berdasarkan hasil analisis gradasi butiran, teridentifikasi persentase fraksi pasir yang terkandung dalam sampel tanah berbanding lurus dengan nilai CBR. Dapat disimpulkan persentase fraksi tanah mempengaruhi nilai CBR. Semakin besar nilai kandungan pasir, maka semakin besar juga nilai CBRnya.
  3. Nilai CBR pada sampel tanah Cikalong, Ciluer dan Nambo berturut-turut adalah 4,21%., 5,19%., dan 4,52%. Berdasarkan karakterisasi mineral, terlihat bahwa kandungan mineral tertentu teridentifikasi memiliki pengaruh terhadap nilai CBR. Tanah dengan kandungan mineral quartz (SiO<sub>2</sub>) besar cenderung memiliki nilai CBR yang besar dan berkurang dengan bertambahnya kandungan kaolinite dan nacrite.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu mewujudkan karya tulis ilmiah ini, khususnya kepada dosen pembimbing Universitas Gunadarma yang telah memberikan banyak bimbingan serta saran dan juga kepada orang tua yang selalu memberikan dukungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alifahmi, A., Sophian, R. I., dan Muslim, D. (2016). "Aktivitas Tanah Lempung pada Formasi Bojongmanik Terhadap Kestabilan Lereng di Daerah Cikopomayak, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat". *Bulletin of Scientific Contribution*. Vol 14 No 3, hal 269-276.
- Bowles, E. J. (1989). *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. PT. Erlangga, Jakarta
- Darwis. (2017). *Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah*. Pustaka AQ, Yogyakarta.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid 1*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Fatthurahmi. (2013). "Identification of Natural Clay's Type Using X-Ray Diffraction". *Jurnal Natural*, Vol Xxi No XXI, hal 49-53.
- Gonggo, S. T., Edyanti, F., dan Suherman, S. (2013). "Karakteristik Fisikokimia Mineral Lempung Sebagai Bahan Dasar Industri Keramik Di Desa Lembah Bomban Kecamatan Bolano Lambunu Kabupaten Parigi Moutong". *Jurnal Akademika Kimia*. Vol 2. No 2, hal 105- 113.
- Hardiyatmo, H. C. (2012). *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press, Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press, Jakarta
- Husain, Ratna (2015). "Geokimia Mineral Lempung dan Implikasinya Terhadap Gerakan Tanah. *Disertasi*. Universitas Hassanudin.
- Lazaro, B. B. (2015). "Halloysite and Kaolinite : Two Minerals with Geological and technological Importance". *Real Academica de Ciencias Zaragoza*., 70:1-33. Universidad de Zaragoza.
- Lestari, I G. A. A. I. (2014). "Karakteristik Tanah Lempung Ekspansif (Studi Kasus di Desa Tanah Awu, Lombok Tengah)". *Gabec Swara*. Vol 8, No 2.
- Priyono, K. D. (2012). "Kajian Mineral Lempung Pada Kejadian Bencana Longsor Lahan di Pegunungan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta." *Forum Geografi*, Vol. 26, No. 1, hal 53-64.
- Putri, S. E., Puspita, N. R., dan Atmono, I. D. (2016). "Hubungan Kuat Geser Dengan Plastisitas, Fraksi Tanah dan Mineral Tanah Lempung Daerah Bendungan Gunung Rowo Dan Tol Jatilangheh – Krpyak KM 5+525". *Jurnal Karya Teknik Sipil Universitas Diponegoro*. Vol 5. No 1, hal 158 - 169.
- Rahman, R. (2008). "Pengaruh Proses Pengeringan, Anil, dan Hidrotermal terhadap Kristalinitas Nanopartikel TiO<sub>2</sub> Hasil Proses Sol-Gel". Universitas Indonesia.
- Retnoningtyas, W. I., Zakaria, Z., dan Sukiyah, E. (2017). "Potensi Mengembang Tanah Lempung Di Wilayah Kampung Ciginting, Desa Cimuncang, Kecamatan Malausa, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat". *Bulletin of Scientific Contribution Geology*, Vol 15. No 2, hal 123 - 128.
- Soedarsono, D. U. (1985). *Konstruksi Jalan Raya*. Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Sukirman, S. (1992). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova, Bandung.
- Terzaghi, K. dan Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam praktek Rekayasa Jilid I*. PT. Erlangga, Jakarta.
- Tjaronge, W, Samang, L. dan Husni, M. (2016). "Kajian Eksperimental Kesesuaian Antara Sifat Indeks Dan Hasil X-Ray Diffraction Tanah

- Expansif'. *Jurnal Tidak Terpublikasi*. Universitas Hasanuddin.
- Winarno, T., Kurniasih, A., Marin, J., dan Kusuma, A. I. (2017). "Identifikasi Jenis dan Karakteristik Lempung di Perbukitan Jiwo, Bayat, Klaten, dan Arahannya sebagai Bahan Galian Industri. *Jurnal Universitas Diponegoro*. Vol. 3. No 2 hal 65 – 70.
- Yulianti, A., Sarah, D., dan Soebowo, E. (2012). "Pengaruh Lempung Ekspansif Terhadap Potensi Amblesan Tanah di Daerah Semarang". *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*, Vol 22. No 2, hal 93 – 104.
- Wijaya, W. (2021). "Pengaruh Stabilisasi Abu Daun Bambu dan Semen Terhadap Kembang Susut (*Swelling*) Tanah Lempung Ekspansif". *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Vol 16. No 2, hal 105 – 113.