KORELASI ANTARA NILAI KUAT GESER TANAH DAN NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG DI DAERAH KABUPATEN MEMPAWAH

Geraldo Dewantara[1)], Elsa Tri Mukti[2)], R. M. Rustamaji[3)]

[1)] Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
[2,3)] Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak
Email : geraldodewantara@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Nilai kuat geser dan nilai CBR berpengaruh dalam perencanaan suatu konstruksi bangunan sipil terutama pada konstruksi jalan raya. Tanah lempung memiliki daya dukung tanah dan kuat geser tanah yang rendah, hal tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada konstruksi khususnya konstruksi jalan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung di daerah kabupaten Mempawah. Dalam penelitian ini digunakan alat *Vane Shear Test* dan alat *Dynamic Cone Penetrometer*. Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO, USCS, dan USDA, semua titik uji memiliki fraksi lempung. Dalam menentukan nilai CBR menggunakan 2 metode yaitu metode menurut pedoman Kementerian Pekerjaan Umum dan Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya oleh Silvia Sukirman. Hasil pengujian dianalisa menggunakan analisa regresi sederhana linear dan menghasilkan persamaan untuk penentuan nilai CBR menurut Kementerian Pekerjaan Umum berturut-turut CBR = 6,7663(Cu) + 0,3664, CBR = 7,5016(Cu) + 0,2823, dan CBR = 1,2531(Cu) + 1,2665 dan untuk penentuan nilai CBR menurut buku Perkerasan Lentur Jalan Raya menghasilkan persamaan CBR = 3,4784(Cu) + 1,9740, CBR = 2,3456(Cu) + 2,0730, dan CBR = -6,0645(Cu) + 3,5482. Nilai koefisien korelasi berturut-turut yaitu 0,5077, 0,2711, dan 0,0619 untuk nilai CBR menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan 0,2500, 0,0742, dan -0,2673 untuk nilai CBR menurut buku Perkerasan Lentur Jalan Raya. Dapat disimpulkan hubungan antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung lunak dan sangat lunak tidak memiliki hubungan.

Kata Kunci: kuat geser, CBR, tanah lempung, *Vane Shear Test*, *Dynamic Cone Penetrometer*

ABSTRACT

The value of shear strength and the value of CBR have an effect on the planning of a civil building construction, especially in road construction. Clay soil has a low bearing capacity and soil shear strength, this can cause damage to construction, especially road construction. This study aims to determine the correlation between shear strength and CBR values in clay soils in Mempawah district. In this study, the Vane Shear Test and the Dynamic Cone Penetrometer were used. Based on the AASHTO, USCS, and USDA classification systems, all test points have a clay fraction. In determining the CBR value, two methods are used, namely the method according to the guidelines of the Ministry of Public Works and the Highway Flexible Pavement Book by Silvia Sukirman. The test results were analyzed using simple linear regression analysis and resulted in an equation for determining the CBR value according to the Ministry of Public Works, respectively CBR = 6.7663(Cu) + 0.3664, CBR = 7.5016(Cu) + 0.2823, and CBR = 1.2531(Cu) + 1.2665 and for determining the CBR value according to the Highway Flexible Pavement book, the equation CBR = 3.4784(Cu) + 1.9740, CBR = 2.3456(Cu) + 2.0730, and CBR = -6.0645(Cu) + 3.5482. The correlation coefficient values are 0.5077, 0.2711, and 0.0619 for the CBR value according to the Ministry of Public Works and 0.2500, 0.0742, and -0.2673 for the CBR value according to the Highway Flexible Pavement book. It can be concluded that the correlation between shear strength and CBR values in soft and very soft clays has no correlation.

Key words: shear strength, CBR, clay soil, Vane Shear Test, Dynamic Cone Penetrometer

I. PENDAHULUAN

Dalam suatu konstruksi infrastruktur khususnya jalan raya, lapisan tanah dasar berperan penting sebagai kekuatan struktur perkerasan jalan. Jika lapisan tanah dasar memiliki daya dukung yang rendah maka dapat berakibat rusaknya konstruksi jalan. Tanah dasar dapat terdiri dari tanah dasar tanah asli, tanah dasar tanah galian, atau tanah dasar tanah urug yang disiapkan dengan cara dipadatkan. Tanah lempung merupakan suatu jenis tanah kohesif yang memiliki karakteristik tanah yang kurang menguntungkan dalam konstruksi bangunan teknik sipil, dimana kuat geser tanah yang rendah dan nilai

CBR yang rendah. Hal ini menyebabkan terbatasnya beban yang dapat bekerja diatasnya.

Pada proyek konstruksi khususnya proyek jalan raya, nilai CBR diperlukan untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah dasar (*subgrade*), selain itu nilai kuat geser juga mempengaruhi kekuatan daya dukung tanah. Parameter kuat geser merupakan kemampuan tanah dalam melawan tegangan geser yang terjadi akibat adanya beban diatas tanah tersebut. Maka sebelum dimulainya proyek konstruksi perlu dilakukan suatu pengujian untuk mengetahui karakteristik tanah pada lokasi konstruksi bangunan sipil tersebut.

Kabupaten Mempawah adalah salah satu kabupaten yang terletak di daerah Kalimantan Barat. Dalam beberapa tahun terakhir, Kabupaten Mempawah mengalami perkembangan salah satunya yaitu dalam bidang infrastruktur. Dalam bidang infrastruktur dilakukan pembangunan konstruksi jalan raya seperti pelebaran ruas jalan raya, perbaikan ruas jalan raya, perbaikan jembatan, dan lain-lainnya. Pembangunan konstruksi jalan raya ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan prasarana jalan yang memadai seiring berkembangnya daerah kabupaten Mempawah.

Dalam proses melakukan pengujian untuk perencanan suatu proyek konstruksi, untuk mendapatkan nilai kuat geser tidak diperlukan waktu yang cukup panjang di banding dengan proses pengujian untuk mendapatkan nilai CBR, dimana untuk mendapatkan nilai CBR diperlukan waktu yang cukup panjang dari dimulainya pengambilan sampel uji, pengujian sampel hingga pengolahan data, hal ini menyebabkan terhambatnya pekerjaan. Berdasarkan hal ini maka diperlukan suatu solusi agar dapat menyelesaikan permasalahan ini dengan dilakukan penelitian apakah terdapat suatu hubungan antara nilai kuat geser dengan nilai CBR agar didapat persamaan matematis dari hubungan tersebut dimana dapat digunakan untuk mempermudah memperoleh data tersebut.

II. METODOLOGI DAN PUSTAKA

Tanah Lempung

Menurut Terzaghi dan Peck (1987) Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan. dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan.

Kuat Geser Tanah

Kuat geser tanah menurut Hardiyatmo (2002) merupakan gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.

Terzaghi dan Peck (1967) memberikan hubungan variasi nilai N-SPT dan nilai kuat geser tanah undrained (Cu). Berikut tabel hubungan variasi nilai N-SPT dan nilai kuat geser tanah undrained (Cu) menurut Terzaghi dan Peck (1967).

Tabel 1. Hubungan Variasi Nilai N-SPT dan Nilai Kuat Geser Tanah *Undrained* (*Cu*) (Terzaghi dan Peck, 1967)

Konsistensi	N	Cu kN/m^2
Sangat Lunak	0-2	<12
Lunak	2-4	12-25
Sedang	4-8	25-50
Kaku	8-15	50-100
Sangat Kaku	15-30	100-200
Keras	>30	>200

Vane Shear Test

Uji geser kipas dapat digunakan untuk menentukan kuat geser undrained baik di laboratorium maupun di lapangan pada lempung jenuh yang tidak retak-retak. Pengujian ini tidak cocok untuk selain dari jenis tanah tersebut.

Alat pengujian terdiri dari kipas terbuat dari baja anti karat dengan 4 plat yang saling tegak lurus, terletak pada ujung dari batang atau tongkat baja. Bentuk kipas dapat berupa segiempat atau trapesium. Batang baja dilapisi dengan pelumas. Panjang dari kipas sama dengan 2 kali lebar pelat. Untuk kipas berbentuk segiempat, terdapat beberapa ukuran kipas yaitu 16 x 32 mm, 20 x 40 mm, dan 25,4 x 50,8 mm. Berikut persamaan untuk mendapatkan nilai kuat geser *undrained* :

$$S_u = \frac{T}{\pi\left[\frac{d^2 h}{2} + \frac{d^3}{6}\right]} \quad (1)$$

Dengan
Su = Cu = kuat geser undrained ,
T = puntiran pada saat kegagalan,
d = lebar seluruh kipas
h = tinggi kipas.

California Bearing Ratio (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar dan dinyatakan dalam persentase. Tujuan percobaan CBR adalah untuk menentukan daya dukung tanah dalam kepadatan maksimum.
Nilai CBR tanah dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$CBR(\%) = \frac{x}{y}\ x\ 100\% \quad (2)$$

Dimana :
CBR = California bearing ratio (%)

x = Beban penguji terkoreksi (psi)
y = Beban standar (psi)

Daya dukung tanah dasar dinyatakan dengan nilai CBR yang menunjukkan daya dukung tanah sedalam 100 cm. Terkadang lapisan tanah dasar sedalam 100 cm itu memiliki nilai CBR yang berbeda-beda Untuk itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili satu titik pengamatan dengan menggunakan Rumus :

$$CBR_{titik\ pengamatan} = \left(\frac{h_1\sqrt[3]{CBR_1} + \ldots\ldots\ldots h_n\sqrt[3]{CBR_n}}{h}\right)^3 \quad (3)$$

Dimana :
$h_1 + h_2 + \ldots + h_n$ = h cm
h_n = tebal tiap lapisan tanah ke n
CBR_n = nilai CBR pada lapisan ke n

Dynamic Cone Penetrometer

Penentuan nilai CBR di lapangan dapat dilakukan dengan menggunakan alat yaitu penetrometer konus dinamis *(Dynamic Cone Penetrometer)* atau DCP.

Berdasarkan grafik hubungan nilai DCP dan nilai CBR menurut pedoman Kementerian Pekerjaan Umum, didapat persamaan untuk menentukan nilai CBR untuk masing-masing sudut konus sebagai berikut :

- Sudut konus 30°
  Log CBR = 1,352 – 1,125 (Log DCP) (4)
- Sudut konus 60°
  Log CBR = 2,8135 – 1,313 (Log DCP) (5)

Pada buku "Perkerasan Lentur Jalan Raya" yang diterbitkan oleh penerbit Nova, oleh Silvia Sukirman, nilai CBR diperoleh dengan cara menggunakan kertas transparan grafik korelasi nilai DCP dan nilai CBR lapangan. Kertas transparan tersebut digeser-geserkan dengan tetap menjaga sumbu grafik pada kedua gambar sejajar, sehingga diperoleh garis kumulatif tumbukan, garis tersebut merupakan nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut.

Analisis Regresi Sederhana

Analisis regresi linier sederhana adalah metode statistik yang digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Prediksi jumlah bangkitan dan tarikan dengan metode regresi memiliki dua variabel yaitu variabel dependen atau variabel terikat (Y) dan variabel independen atau variabel bebas (X)

Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini :

Farian Albajili (2014) dengan judul penelitian "KORELASI ANTARA NILAI CBR DAN NILAI KUAT GESER SEBAGAI TANAH TIMBUNAN" dan juga Bretyndah Kezia Lumikis (2013) dengan judul penelitian "KORELASI ANTARA TEGANGAN GESER DAN NILAI CBR PADA TANAH LEMPUNG EKSPANSIF DENGAN BAHAN CAMPURAN SEMEN"

Tahapan Penelitian

Lokasi Penelitian terletak di lokasi :

- Jl.Ayani, Kecamatan Segedong, Mempawah, Kalimantan Barat
- Gg. Nusantara 2, Kecamatan Mempawah Hilir, Mempawah,Kalimantan Barat
- Jl. Merpati, Kecamatan Mempawah Hilir, Mempawah, Kalimantan Barat
- Jl. Raya Serdang, Kecamatan Mempawah Hilir, Mempawah, Kalimantan Barat.

Tahapan penelitian meliputi :

1. Pengambilan Sampel
2. Pengujian sifat fisis tanah :
   - Uji kadar air tanah
   - Uji berat volume tanah
   - Uji berat jenis tanah
   - Uji batas cair
   - Uji batas susut
   - Analisa hidrometer
   - Analisa gradasi
3. Pengujian sifat mekanis :
   - Uji *Vane Shear Test*
   - Uji CBR dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer*
4. Analisis data menggunakan analisa regresi sederhana.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil Pengujian Sifat Fisis

Lokasi	Kode	w (%)	γ (gr/cm³)	LL (%)	PL (%)	IP (%)	Lempung (%)
Segedong	L1.1	112,036	1,471	73,091	36,986	36,105	40
	L1.2	99,546	1,457	63,754	32,581	31,173	48
	L1.3	104,142	1,467	70,240	32,055	38,185	41
	L1.4	91,710	1,484	67,884	30,965	36,919	48
Mempawah 1	L2.1	68,360	1,560	47,801	26,944	20,857	17
	L2.2	74,705	1,583	49,870	29,822	20,048	33
	L2.3	71,207	1,583	48,431	29,887	18,543	38
	L2.4	58,644	1,691	47,158	23,631	23,527	29
Mempawah 2	L3.1	74,837	1,529	57,949	23,763	34,185	50
	L3.2	103,943	1,296	66,963	33,801	33,162	17
	L3.3	93,844	1,325	72,199	41,031	31,168	35
	L3.4	83,024	1,380	64,822	33,087	31,735	26

Tabel 3. Nilai Kuat Geser Undrained Asli dan Remoulded

Lokasi	Kode Titik Uji	Nilai Kuat Geser (Cu) (Kg/cm²)	
		Tanah Asli	Tanah Remoulded
Segedong	L1.1	0,1073	0,1030
	L1.2	0,0774	0,0893
	L1.3	0,1127	0,0972
	L1.4	0,0967	0,0853
Mempawah 1	L2.1	0,1119	0,0971
	L2.2	0,1162	0,1212
	L2.3	0,1370	0,1167
	L2.4	0,1774	0,1646
Mempawah 2	L3.1	0,1075	0,1060
	L3.2	0,0981	0,0878
	L3.3	0,1072	0,1131
	L3.4	0,1629	0,1052

Tabel 4. Jenis Konsistensi Tanah Berdasarkan Nilai Kuat Geser Tanah Undrained

Lokasi	Kode Titik Uji	Kuat Geser Undrained (Cu)		Konsistensi Tanah
		(kg/cm2)	kn/m2	
Segedong	L1.1	0,1073	10,5233	Sangat Lunak
	L1.2	0,0774	7,5887	Sangat Lunak
	L1.3	0,1127	11,0532	Sangat Lunak
	L1.4	0,0967	9,4830	Sangat Lunak
Mempawah 1	L2.1	0,1119	10,9707	Sangat Lunak
	L2.2	0,1162	11,3994	Sangat Lunak
	L2.3	0,1370	13,4328	Lunak
	L2.4	0,1774	17,3958	Lunak
Mempawah 2	L3.1	0,1075	10,5379	Sangat Lunak
	L3.2	0,0981	9,6191	Sangat Lunak
	L3.3	0,1072	10,5080	Sangat Lunak
	L3.4	0,1629	15,9778	Lunak

Tabel 5. Nilai CBR Menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum

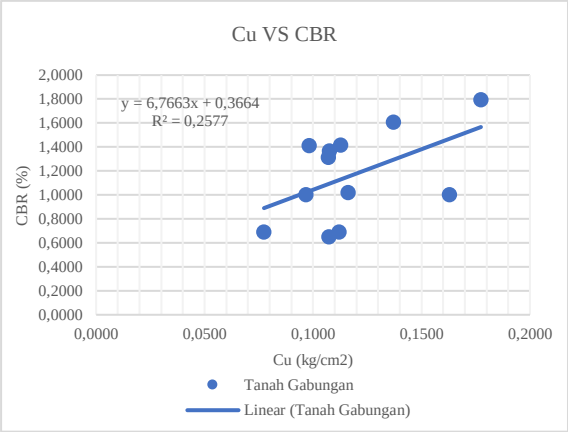
Lokasi	**Titik Pengamatan**	**Nilai CBR Titik Pengamatan**
		Nilai CBR (%)
Segedong	L1.1	0,650
	L1.2	0,690
	L1.3	1,417
	L1.4	1,003
Mempawah 1	L2.1	0,689
	L2.2	1,018
	L2.3	1,607
	L2.4	1,791
Mempawah 2	L3.1	1,366
	L3.2	1,410
	L3.3	1,313
	L3.4	1,000

Tabel 6. Nilai CBR Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman

Lokasi	**Titik Pengamatan**	**Nilai CBR (%)**
Segedong	L1.1	2,000
	L1.2	2,100
	L1.3	2,700
	L1.4	2,350
Mempawah 1	L2.1	1,600
	L2.2	2,250
	L2.3	2,900
	L2.4	2,800
Mempawah 2	L3.1	2,600
	L3.2	2,500
	L3.3	2,750
	L3.4	2,050

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Gabungan Lunak dan Sangat Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi gabungan lunak dan sangat lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.



Gambar 1. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Gabungan Lunak dan Sangat Lunak

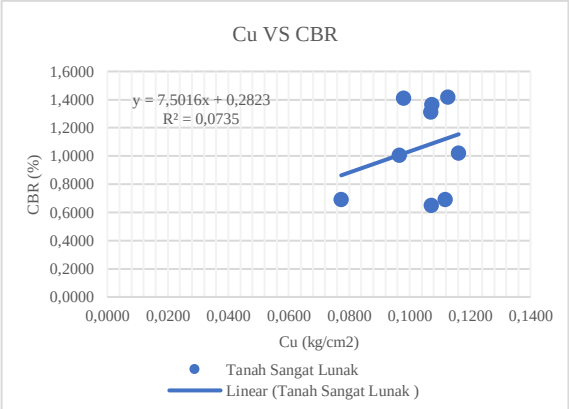
Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi gabungan lunak dan sangat lunak

Tabel 7. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

Data Uji	Cu dan CBR		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = 6,7663(Cu) + 0,3664		
r	0,5077		Cukup Kuat
R^2	0,2577		Akurasi model cukup baik
Se	0,1078		Rendah
Uji Hipotesis	thitung > ttabel	1,8634 > 1,8124	Pengaruh signifikan

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Sangat Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi sangat lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.



Gambar 2. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Sangat Lunak

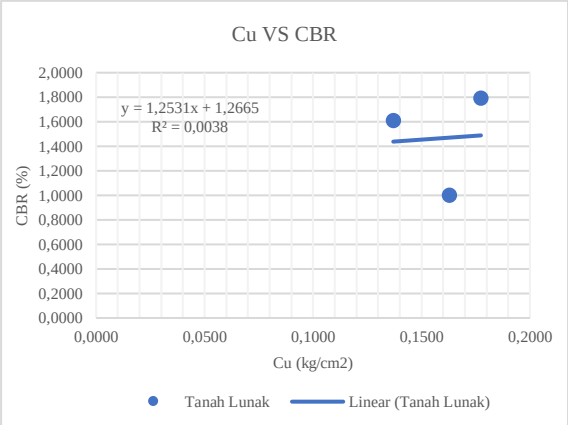
Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi sangat lunak

Tabel 8. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

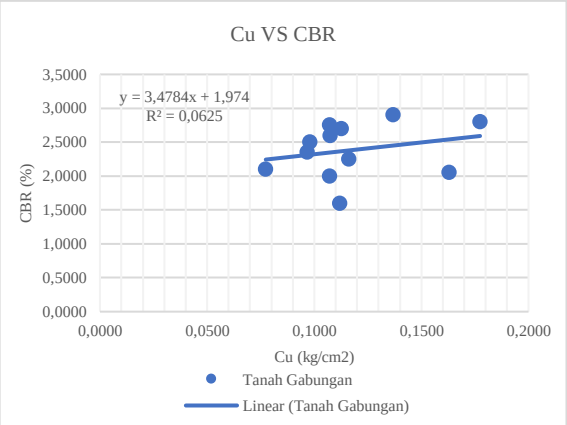
Data Uji	Cu dan CBR		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = 7,5016(Cu) + 0,2823		
r	0,2823		Rendah
R^2	0,0735		Akurasi model tidak baik
Se	0,1271		Rendah
Uji Hipotesis	thitung < ttabel	0,7451 < 1,8954	Pengaruh tidak signifikan

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.



Gambar 3. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Lunak



Gambar 4. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Gabungan Lunak dan Sangat Lunak

Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi lunak

Tabel 9. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

Data Uji	Cu dan CBR		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = 1,2531(Cu) + 1,2665		
r	0,0619		Sangat Rendah
R^2	0,0038		Akurasi model tidak baik
Se	0,5845		Rendah
Uji Hipotesis	thitung < ttabel	0,0621< 6,3137	Pengaruh tidak signifikan

Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi gabungan lunak dan sangat lunak

Tabel 10. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

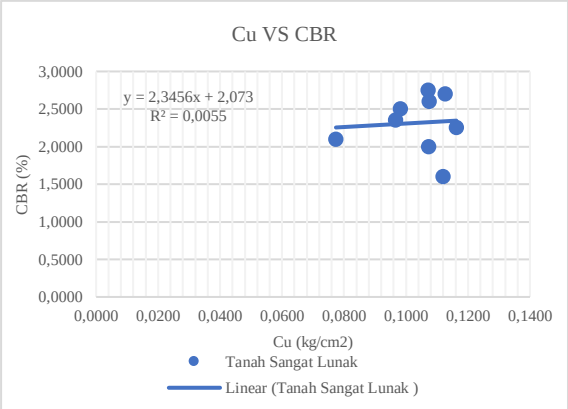
Data Uji	Cu dan CBR		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = 3,4784(Cu) + 1,974		
r	0,2500		Rendah
R^2	0,0625		Akurasi model tidak baik
Se	0,1264		Rendah
Uji Hipotesis	thitung < ttabel	0,8165 < 1,8124	Pengaruh tidak signifikan

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Gabungan Lunak dan Sangat Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi gabungan lunak dan sangat lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Sangat Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi sangat lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.



Gambar 5. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Sangat Lunak

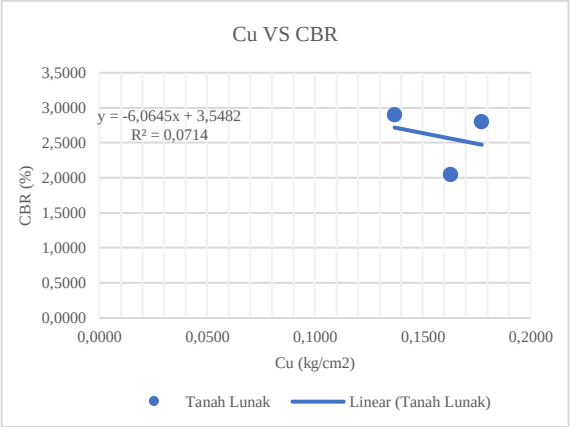
Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi sangat lunak.

Tabel 11. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

Data Uji	Cu dan *CBR*		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = 2,3456(Cu) + 2,0730		
r	0,0742		Sangat rendah
R^2	0,0055		Akurasi model tidak baik
Se	0,1504		Rendah
Uji Hipotesis	thitung < ttabel	0,1969 < 1,8954	Pengaruh tidak signifikan

Korelasi Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR (Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Lunak

Korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi lunak dapat dilihat pada Gambar berikut. Untuk variabel bebas adalah x yaitu nilai kuat geser dan untuk variabel terikat adalah y yaitu nilai CBR.



Gambar 6. Grafik Korelasi Antara Nilai Kuat Geser dan Nilai CBR Pada Tanah Lempung Untuk Konsistensi Lunak

Berikut tabel rekapitulasi hasil analisa regresi sederhana dari korelasi antara nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi lunak.

Tabel 12. Rekapitulasi Analisa Regresi Sederhana Cu dan CBR

Data Uji	Cu dan *CBR*		Keterangan
Persamaan Regresi	CBR = -6,0645(Cu) + 3,5482		
r	-0,2673		Rendah
R^2	0,0714		Akurasi model tidak baik
Se	0,6331		Rendah
Uji Hipotesis	thitung < ttabel	0,2273 < 6,3137	Pengaruh tidak signifikan

Pengaruh Nilai Berat Volume (Densitas) Terhadap Nilai CBR

Berikut tabel nilai berat volume dan nilai CBR untuk dua metode penentuan nilai CBR yaitu menurut pedoman Kementerian Pekerjaan Umum dan menurut buku Perkerasan Lentur Jalan Raya oleh Silvia Sukirman.

Tabel 13. Rekapitulasi Nilai Berat Volume dan Nilai CBR (Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman).

Hasil Pengujian Berat Volume dan CBR				
Lokasi	Kode Titik Uji	Kedalaman (m)	Berat Volume (gr/cm3)	CBR (%)
Segedong	L1.1	1	1,4711	2,0000
	L1.2	1	1,4569	2,1000
	L1.3	1	1,4672	2,7000
	L1.4	1	1,4836	2,3500
Mempawah 1	L2.1	1	1,5598	1,6000
	L2.2	1	1,5827	2,2500
	L2.3	1	1,5834	2,9000
	L2.4	1	1,6910	2,8000
Mempawah 2	L3.1	1	1,5291	2,6000
	L3.2	1	1,2963	2,5000
	L3.3	1	1,3249	2,7500
	L3.4	1	1,3803	2,0500

Tabel 14. Rekapitulasi Nilai Berat Volume dan Nilai CBR (Menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum).

Hasil Pengujian Berat Volume dan CBR				
Lokasi	Kode Titik Uji	Kedalaman (m)	Berat Volume (gr/cm3)	CBR (%)
Segedong	L1.1	1	1,4711	0,6495
	L1.2	1	1,4569	0,6897
	L1.3	1	1,4672	1,4168
	L1.4	1	1,4836	1,0028
Mempawah 1	L2.1	1	1,5598	0,6889
	L2.2	1	1,5827	1,0185
	L2.3	1	1,5834	1,6066
	L2.4	1	1,6910	1,7912
Mempawah 2	L3.1	1	1,5291	1,3657
	L3.2	1	1,2963	1,4100
	L3.3	1	1,3249	1,3126
	L3.4	1	1,3803	0,9996

Berdasarkan Tabel 13 dan 14, nilai berat volume berpengaruh terhadap nilai CBR. Semakin kecil nilai berat volume maka semakin kecil nilai CBR yang berarti daya dukung tanah juga rendah.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil dari analisa regresi linier sederhana untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Rumus Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) pada tanah lempung di kabupaten Mempawah sebagai berikut :
   a. Data tanah konsistensi gabungan CBR = 6,7663(Cu) + 0,3664 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang cukup kuat sebesar 0,5077
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak CBR = 7,5016(Cu) + 0,2823 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang rendah sebesar 0,2711
   c. Data tanah konsistensi lunak CBR = 1,2531(Cu) + 1,2665 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang sangat rendah sebesar 0,0619

2. Hasil dari analisa regresi linier sederhana untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Grafik Uji Lapangan Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) pada tanah lempung di kabupaten Mempawah sebagai berikut :
   a. Data tanah konsistensi gabungan CBR = 3,4784(Cu) + 1,9740 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang rendah sebesar 0,2500
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak CBR = 2,3456(Cu) + 2,0730 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang sangat rendah sebesar 0,0742
   c. Data tanah konsistensi lunak CBR = -6,0645(Cu) + 3,5482 dengan uji analisa regresi sederhana menghasilkan koefisien korelasi yang rendah sebesar -0,2673

3. Nilai koefisien determinasi dan standar estimasi untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Rumus Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) sebagai berikut :
   a. Data tanah gabungan memiliki nilai R^2 = 0,2577 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model cukup baik dan memiliki nilai Se = 0,1078 yang menunjukan persamaan dari data tanah gabungan memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak memiliki nilai R^2 = 0,0735 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model tidak baik dan memiliki nilai Se = 0,1271 yang menunjukan persamaan dari data tanah sangat lunak memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.
   c. Data tanah konsistensi lunak memiliki nilai R^2 = 0,0038 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model tidak baik dan memiliki nilai Se = 0,5845 yang menunjukan persamaan dari data tanah lunak memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.

4. Nilai koefisien determinasi dan standar estimasi untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Grafik Uji Lapangan Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) sebagai berikut :
   a. Data tanah gabungan memiliki nilai R^2 = 0,0625 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model tidak baik dan memiliki nilai Se = 0,1264 yang menunjukan persamaan dari data tanah gabungan memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak memiliki nilai R^2 = 0,0055 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model tidak baik dan memiliki nilai Se = 0,1504 yang menunjukan persamaan dari data tanah sangat lunak memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.
   c. Data tanah konsistensi lunak memiliki nilai R^2 = 0,0714 yang menunjukan bahwa persamaan memiliki akurasi model tidak baik dan memiliki nilai Se = 0,6331 yang menunjukan persamaan dari data tanah lunak memiliki tingkat kesalahan estimasi yang rendah.

5. Hasil pengujian hipotesis untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Rumus Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum) sebagai berikut :
   a. Data tanah gabungan memiliki nilai thitung > ttabel yang menunjukan H_0 ditolak, sehingga H_1 di terima yang berarti ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) berpengaruh terhadap nilai *CBR*.
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak memiliki nilai thitung < ttabel yang menunjukan H_0 diterima, sehingga H_1 di tolak yang berarti tidak ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) tidak berpengaruh terhadap nilai *CBR*.
   c. Data tanah konsistensi lunak memiliki nilai thitung < ttabel yang menunjukan H_0 diterima, sehingga H_1 di tolak yang berarti tidak ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) tidak berpengaruh terhadap nilai *CBR*.

6. Hasil pengujian hipotesis untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR (Berdasarkan Grafik Uji Lapangan Menurut Buku Perkerasan Lentur Jalan Raya Oleh Silvia Sukirman) sebagai berikut :
   a. Data tanah gabungan memiliki nilai thitung < ttabel yang menunjukan H_0 diterima, sehingga H_1 di tolak yang berarti tidak ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) tidak berpengaruh terhadap nilai *CBR*.
   b. Data tanah konsistensi sangat lunak memiliki nilai thitung < ttabel yang menunjukan H_0 diterima, sehingga H_1 di tolak yang berarti tidak ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) tidak berpengaruh terhadap nilai *CBR*.
   c. Data tanah konsistensi lunak memiliki nilai thitung < ttabel yang menunjukan H_0 diterima, sehingga H_1 di tolak yang berarti tidak ada pengaruh secara signifikan antara nilai kuat geser (Cu) dan nilai *CBR*. Jadi dapat disimpulkan bahwa nilai kuat geser (Cu) tidak berpengaruh terhadap nilai *CBR*.

7. Berdasarkan hasil pengujian nilai berat volume berpengaruh dalam besar kecilnya nilai CBR, semakin besar nilai berat volume maka semakin besar juga nilai CBR dan juga sebaliknya.

8. Berdasarkan hasil perbandingan persamaan pada penelitian ini didapat kesimpulan semakin tinggi nilai kuat geser (Cu), semakin tinggi juga nilai *CBR* yang dapat disimpulkan dari garis linear persamaan pada konsistensi tanah gabungan untuk penentuan nilai CBR menurut Pedoman Kementerian Pekerjaan Umum.

9. Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan untuk korelasi nilai kuat geser dan nilai CBR pada tanah lempung untuk konsistensi tanah sangat lunak dan tanah lunak secara garis besar tidak memiliki pengaruh secara signifikan atau tidak memiliki hubungan.

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk menyempurnakan dan mengembangkan tema penelitian ini, diantaranya adalah :

1. Pada saat pengambilan sampel tanah di lapangan dan pengujian di lapangan perlu memperhatikan hal - hal sebagai berikut :
   - Pemilihan lokasi pengujian,
   - Prosedur penggunaan alat,
   - Proses pengambilan data di lapangan,
   - Pemeliharaan sampel tanah dimulai dari pengambilan sampel sampai tahap pengujian sifat fisis di laboratorium.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari korelasi nilai kuat geser (Cu) dan nilai

California bearing ratio (CBR) yang lebih lengkap untuk wilayah lainnya di Indonesia.

3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan mencari korelasi nilai kuat geser (Cu) dan nilai *California bearing ratio* (CBR) yang lebih lengkap untuk jenis tanah konsistensi sedang, kaku, sangat kaku, dan keras dan juga untuk semua jenis tanah.
4. Agar didapat nilai koefisien korelasi (r) dan koefesien determinasi (R^2) yang tinggi dalam kata lain hasil analisis korelasi terhadap data menghasilkan persamaan yang akurat, sebaiknya dilakukan penambahan data dan juga melakukan penelitian ini pada semua jenis tanah dan jenis konsistensinya agar di dapat kesalahan standar estimasi (se) rendah dimana data yang dianalisis dapat dikatakan representatif.
5. Memperbanyak referensi yang berhubungan dengan penelitian ini untuk penelitian lebih lanjut kedepannya agar di dapat hasil yang diinginkan.
6. Ketelitian sangat diperlukan dalam penelitian ini agar didapatkan hasil yang akurat sesuai dengan kondisi yang diinginkan.

REFERENSI

Albajili, F. (2014). Korelasi Antara Nilai CBR Dan Nilai Kuat Geser Sebagai Tanah Timbun. Jom FTEKNIK Volume 1 No. 2 Oktober 2014, 1, 1-10.

Ardianto, Y. (2017). Menentukan Nilai CBR Menggunakan Alat DCP Dalam Grafik Dan Persamaan Fungsi. Bandar Lampung.

Das, B. M. (2010). *Geotechnical Engineering Handbook.* (B. M. Das, Ed.) J. Ross Publishing.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2002. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Terzaghi, K., Peck, R. B., 1987, *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa,* Penerbit Erlangga, Jakarta.

Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) Dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). (2010). Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.

Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya.* Bandung: NOVA.