

Pengaruh Daya Dukung Tanah Yang Diperkuat Dengan Menggunakan Anyaman Karet Ban (Studi Kasus : Jalan Bokem Kelurahan Rimba Jaya Kabupaten Merauke)

Dina Limbong Pamuttu¹, Yance Kakerissa^{1,*}, Debora Aprilia Mamoribo¹

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

dinalimbong@unmus.ac.id, kakerissa@unmus.ac.id, dheboramamoribo@gmail.com

Abstrak – Salah satu jenis tanah yang ada di daerah Kabupaten Merauke yaitu tanah alluvial yang terbentuk karena endapan, daerah endapan terjadi di sungai, dan rawa-rawa yang berada di dataran rendah. Saat musim hujan kondisi tanah yang lunak sehingga daya dukung tanah sangat rendah, dan memiliki resiko terjadinya retak-retak, jalan berlubang, penurunan pondasi. Perlu dilakukan perbaikan secara fisik memakai material geosintetik, tetapi perlu biaya yang cukup mahal dipilihlah material pengganti yang memiliki cara kerja yang sama dan banyak ketersediaannya, yaitu limbah ban mobil bekas. Tujuan penelitian ini, ingin mengetahui pengaruh penggunaan anyaman karet ban dalam upaya peningkatan daya dukung tanah. Metode yang digunakan, metode eksperimental pengujianya dalam bentuk permodelan. Untuk nilai daya dukung tanah didapat dari uji pembebanan dan grafik hubungan beban dan penurunan. Rasio daya dukung didapat dari perbandingan antara daya dukung ultimate tanah dengan perkuatan dan tanpa memakai perkuatan yang dinyatakan dalam (%). Hasil penelitian uji karakteristik tanah dua sistem klasifikasi yaitu sistem klasifikasi USCS termasuk jenis tanah lempung berpasir dan klasifikasi AASTHO masuk kelompok A-6 tanah berlempung. Dan hasil penelitian pengujian perkuatan tanah dari tanpa perkuatan dan dengan perkuatan mulai dari 24 Kpa, 52 Kpa, 62 Kpa didapat kenaikan nilai daya dukung rasio masing-masing, untuk tanah yang diberi perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 sebesar 117%, tanah yang diberi perkuatan anyaman ban lapisan 2 sebesar 158%. Jadi lebih efektif anyaman berjarak lapisan 2 dimana mengalami peningkatan daya dukung tanah sebesar 158%.

Kata kunci : Tanah, perkuatan tanah, anyaman karet ban, daya dukung tanah.

Abstract – One of the types of soil that is in area of Merauke Regency, namely alluvial soil formed by sediment, areas of sediment occurring in rivers, and swamps in the lowlands. During the rainy season the soil conditions are soft so that the carrying capacity of the soil is very low, and there is a risk of cracks, potholes and foundation subsidence. Physical repairs need to be carried out using geosynthetic materials, but it requires quite an expensive cost to choose a replacement material that has the same way of working and is widely available, namely used car tire waste. The purpose of this study, wanted to know the effect of the use of woven rubber tires in an effort to increase the carrying capacity of the soil. The method used, the experimental method of testing is in the form of modelling. The value of the soil carrying capacity is obtained from the loading tests and graph of the relationship between load and settlement. The bearing capacity ratio is obtained from the

comparison between the ultimate bearing capacity of the soil with and without reinforcement expressed in (%). Research result of soil characteristics tests, there are two classification systems, namely the USCS classification system which includes sandy loam soils and the AASTHO classification which is included in group A-6 clay soil. And research result of soil reinforcement tests without reinforcement and with reinforcement starting from 24 Kpa, 52 Kpa, and 62 Kpa obtained an increase in the value of carrying capacity of each ratio, for the soil reinforced with layer 1 rubber matting by 117%, the soil that was given the reinforcement of the woven layer 2 plaited tires by 158%. So the webbing is more effective that the woven spaced with 2 layers of limana has increased the soil carrying capacity by 158%.

Keywords: Soil, soil reinforcement, rubber tire plaiting, bearing capacity.

1. PENDAHULUAN

Tanah alluvial adalah salah satu jenis tanah yang ada di daerah Kabupaten Merauke dimana tanahnya terbentuk karena adanya endapan, pembusukan bahan-bahan organik, humus, dan pelapukan batu pasir [1]. Daerah endapan terjadi di sungai, danau, dan rawa-rawa yang berada di dataran rendah. Kabupaten Merauke sendiri dikenal sebagai kota dengan dataran yang rendah [2].

Saat musim penghujan kondisi tanah yang lunak sehingga daya dukung tanah sangat rendah, dan memiliki resiko terjadi retak-retak pada bangunan jalan, jalan berlubang-lubang dan penurunan pondasi jalan [3]. Seperti halnya kerusakan yang terjadi pada areal jalan Bokem arah Distrik Naukenjerai, kondisi tanah seperti ini harus ditingkatkan daya dukungnya dengan menggunakan material geosintetik. Namun penggunaan geosintetik cukup susah didapat dan membutuhkan biaya yang cukup mahal, sehingga dibuatlah alternatif pengganti geosintetik yang efisien salah satunya dengan memanfaatkan limbah karet ban sebagai bahan perkuatan tanah [4].

Limbah ban yang sangat banyak dapat berdampak bagi lingkungan jika tidak dimanfaatkan dengan baik [5]. Penelitian ini penulis mencoba memanfaatkan limbah ban mobil sebagai bahan ganti geosintetik dimana fungsinya sebagai tulangan atau perkuatan dalam bentuk anyaman.

Tujuan dari pada penelitian ini, ingin mengetahui pengaruh penggunaan anyaman limbah karet ban dalam upaya

peningkatan daya dukung tanah di areal jalan Bokem dan mengetahui karakteristik tanah dalam upaya peningkatan daya dukung tanah yang berada di kawasan jalan Bokem Kelurahan Rimba Jaya Kabupaten Merauke.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat penelitian dan lokasi sampel

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus. Sampel uji yang diteliti dalam penelitian ini bersumber dari kawasan jalan Bokem, Kelurahan Rimba Jaya, Kabupaten Merauke. Limbah ban mobil yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari bengkel tambah ban mobil yang berada di kawasan jalan Brawijaya, Kelurahan Kelapa Lima, Kabupaten Merauke tanah yang diambil berada didaerah Kuper Distrik Semangga Merauke.



Gambar 1. Daerah Bokem, Kelurahan Rimba Jaya, Kabupaten Merauke

Sampel tanah yang telah diambil selanjutnya dilakukan pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis tanah.

2.2. Persiapan sampel dan alat uji

Anyaman karet ban yang digunakan dalam penelitian ini memiliki lebar 58x118 cm, limbah karet ban mobil yang digunakan hanya bagian breaker yang merupakan karet terdalam dengan tekstur yang lembut yang ada pada dalam atau tread dengan ketebalan 2 mm dan lebar 3 cm. dan dibuat dalam dua variasi yang pertama dengan jarak antar anyaman 2 cm dan variasi kedua jarak 4 cm [6]. Alat pengujian yang digunakan adalah:

- Alat pengujian sifat fisis tanah : Alat pengujian kadar air, berat isi tanah, berat jenis tanah, Atterberg limits, analisa saringan, analisa hidrometer dan alat uji pemadatan tanah.
- Alat pengujian permodelan daya dukung tanah : bak uji permodelan dengan ukuran 120 x 60 x 50 cm, pompa hidrolis (*hidraulic jack*), manometer, dan dial indikator (*dial guage*)[7]

2.3. Pelaksanaan peneltian

Sampel tanah yang telah diambil dilakukan pengujian sifat tanah dengan pengujian sebagai berikut:

a. Pengujian kadar air

Kadar Air (w) yang disebut *water content* adalah selisih antara berat air tanah (Ww) dengan berat butiran padat (Ws), yang dinyatakan dalam (%) [8]. Untuk pengujian kadar air dapat menggunakan persamaan berikut :

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \tag{1}$$

Keterangan :

- Wc = Kadar air (%)
- Ww = Berat air tanah (gram)
- Ws = Berat kering tanah (gram)

b. Pengujian berat isi tanah

Berat isi adalah perbandingan antara berat tanah total dengan volume tanah total [9]. Untuk pengujian berat isi tanah dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\gamma = \frac{W}{V} \text{ (gram/cm}^3\text{)} \tag{2}$$

Keterangan :

- γ = Bobot isi tanah (gram/cm³)
- V = Volume silinder (cm³)
- W = Berat tanah (gram)

c. Pengujian berat jenis

Berat jenis (Gs) adalah perbandingan antara berat isi air volume butiran padat (γ_s) dengan berat volume air (γ_w), hasil dari pengujian ini dipakai untuk menentukan jenis tanah dapat menggunakan persamaan berikut [10] :

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \tag{3}$$

Keterangan :

- Gs = Berat jenis tanah
- γ_s = Berat volume butiran tanah padat
- γ_w = Berat volume air (gram)

d. Pengujian batas-batas *atterberg*

Batas *atterberg* merupakan pemeriksaan pada sifat-sifat tanah meliputi penentuan batas-batas *atterberg* yang mencakup batas cair, batas plastis, dan batas susut, data hasil pengujian digunakan untuk pengelompokkan dalam klasifikasi tanah [11].

Untuk pengujian *atterberg* dapat menggunakan persamaan berikut :

$$W = \frac{W_w}{W_d} \times 100\% \tag{4}$$

Keterangan :

- Ww = Berat air
- Ww = Berat sampel
- W_{wet} = Berat sampel + wadah basah
- W_{dry} = Berat sampel + wadah kering
- W_{dry} = Berat wadah
- W = Kadar air

e. Pengujian analisa saringan

Analisa saringan adalah suatu pemeriksaan untuk mengetahui gradasi butir tanah yang di letakan

dalam saringan dengan cara digetarkan atau di goyangkan, hasil pengujian digunakan untuk menggolongkan jenis butiran tanah [12]. Untuk pengujian analisa saringan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$P_t = \frac{W_1}{W_t} \times 100\% \tag{5}$$

Keterangan :

- P_t = Presentasi berat tanah yang tertinggal
- W_t = Berat tanah seluruhnya
- W₁ = Berat tanah yang tertinggal

f. Pengujian hidrometer

Pengujian hidrometer adalah didasarkan pada prinsip sedimentasi atau pengendapan butiran tanah dalam air. Pengujian digunakan untuk menggolongkan kedalam klasifikasi tanah [13]. Untuk pengujian hidrometer dapat menggunakan persamaan berikut :

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \tag{6}$$

Keterangan :

- D = Diameter tanah (mm)
- K = Temperatur uji
- L = Dalam efisiensi
- T = Dalam menit

g. Pengujian pemadatan

Pemadatan merupakan usaha menambah kerapatan butiran tanah dengan cara memakai energi mekanis. Dimana hubungan berat satuan kering (γ_d) dengan berat satuan basah (γ_b) dan kadar air (W_c) menghasilkan derajat kepadatan tanah [14]. Untuk pengujian pemadatan dapat menggunakan persamaan berikut :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+W_c} \text{ (gram/cm}^3\text{)} \tag{7}$$

Keterangan :

- γ_d = Berat volume kering (gram/cm³)
- γ_b = Berat volume basah (gram/cm³)
- W_c = Kadar air tanah (%)

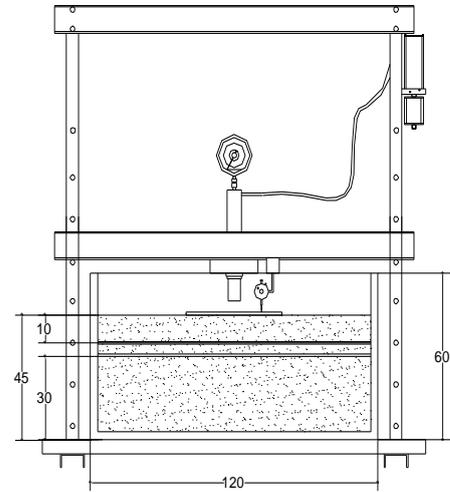
h. Pengujian permodelan

Setelah melakukan pengujian sifat fisis dan diketahui jenis tanahnya dilanjutkan dengan membuat permodelan perkuatan benda uji [6][7]. Yang mana dalam 3 skema pengujian yaitu :

- Pengujian Tanpa Perkuatan
- Pengujian perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 kedalaman 15 cm
- Pengujian perkuatan anyaman karet ban lapisan 2 kedalaman 15 cm dan 10 cm.

Pengujian permodelan daya dukung tanah dilakukan dengan memberikan beban pada tanah yang telah diberi perkuatan menggunakan pompa hidrolik, besar beban yang diberikan pada tanah

dapat dibaca melalui manometer yang terhubung langsung dengan pompa hidrolik, dan penurunan permukaan tanah yang terjadi akibat pemberian beban dapat dibaca melalui dial indikator [15]. Berikut sketsa model pengujian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Permodelan benda uji

Dari pengujian permodelan didapat nilai penurunan dan beban, sehingga dengan korelasi antara beban dan penurunan dapat diketahui nilai daya dukung tanah ultimit pada masing-masing skema perkuatan [16]. Setelah didapatkan nilai daya dukung dengan perkuatan, kemudian membandingkan nilai daya dukung tanpa perkuatan dan nilai daya dukung dengan perkuatan untuk mendapatkan nilai rasio daya dukung (BCR) [17]. Untuk daya dukung tanah dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q_u = \frac{P_u}{A} \tag{8}$$

Keterangan :

- Q_u = daya dukung ultimit (kN/m²)
- P_u = Beban ultimit (kN)
- B = lebar pondasi (m)
- L = panjang pondasi (m)

Dan nilai BCR merupakan rasio antara daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat dengan daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat yang dinyatakan dalam (%) [17]. Dapat menggunakan persamaan berikut :

$$BCR = \frac{q_r}{q_0} \tag{9}$$

Keterangan :

- q_r = daya dukung ultimit tanah pondasi yang diperkuat
- q₀ = daya dukung ultimit tanah pondasi yang tidak diperkuat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan maka setiap hasil dari pengujian dapat direkap kedalam tabel rekapitulasi sifat fisis tanah pada tabel 1 :

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian sifat fisis

No	Pengujian	Simbol	Satuan	Nilai	Syarat
1	Kadar Air	Wc	%	36,096	
2	Berat Isi Tanah	γ	gr/cm ³	2,18	
3	Berat Jenis (Gs)			2,70	2,68-2,75
4	Atterberg Limit				
	Batas cair	LL	%	33,10	
	Batas Plastis	PL	%	9,30	Nilai PI > 17
	Plastisitas Indeks	PI	%	23,80	
5	Analisa Saringan dan Hidrometer				
	Lolos Saringan 200		%	78,60	50% atau lebih
	Kerikil		%	-	
	Pasir		%	21,40	
	Lanau		%	25,76	
	Lempung		%	52,83	
6	Pemadatan Tanah (Proctor Standart)				
	Kadar Air Optimum	Wopt	%	22,03	
	Berat Volume Kering	γ_d	gr/cm ³	1,53	
	Klasifikasi		Kelompok		Material Dominan
7	Sistem Klasifikasi AASHTO		A-6		Tanah Berlempung
			GI (15,993)		
8	Sistem Klasifikasi USCS		CL		Tanah Lempung Berpasir

3.1. Sifat fisik tanah

a. Pengujian kadar air

Pengujian kadar air tanah didapatkan dengan menggunakan persamaan (1) berikut :

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1, kadar air } W &= \frac{W_w}{W_s} \times 100 \\ &= \frac{10,20}{29,20} \times 100 \\ &= 34,93 \% \end{aligned}$$

Untuk sampel 2 dan 3 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama didapat nilai kadar air 36,68% dan 36,68%. Nilai kadar air rata-ratanya adalah 36,096%.

b. Pengujian berat isi tanah

Pengujian berat isi tanah didapat dengan menggunakan persamaan (2) berikut :

$$\text{Sampel 1 bobot isi } \gamma = \frac{W}{V}$$

$$\gamma = \frac{135,6}{62,31}$$

$$\gamma = 2,176 \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

Untuk sampel 2 dan 3 dilakukan perhitungan dengan cara yang sama didapat nilai berat isi untuk sampel 2 mendapatkan hasil 2,187 (gram/cm³) dan sampel 3 dengan hasil 2,179 (gram/cm³), sehingga untuk nilai rata-rata bobot isi yang diperoleh sebesar 2,181 (gram/cm³).

c. Pengujian berat jenis tanah

Nilai pengujian berat jenis tanah didapat dengan menggunakan persamaan (3) berikut :

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1 Berat jenis } G_s &= \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \\ G_s &= \frac{50}{217-198} \times 100 \\ G_s &= 2,632 \end{aligned}$$

Perhitungan dengan menggunakan persamaan yang sama dilakukan juga pada sampel 2, untuk sampel 2 mendapatkan nilai sebesar 2,778, sehingga nilai rata-rata yang didapatkan untuk berat jenis tanah adalah 2,70.

d. Pengujian batas-batas atterberg

Nilai pengujian batas-batas atterberg didapat dengan menggunakan persamaan (4) berikut :

- **Batas cair (LL)**
Sampel 1, contoh batas cair (LL) pada 13 pukulan sampel A
Persentase kadar air $W = \frac{W_w}{W_d} \times 100\%$
Batas cair $W = \frac{5,3}{15,1} \times 100\%$
 $= 35,10 \%$

Dari perhitungan *liquid limit* sampel 1 di atas pada ketukan 13 di dapat nilai kadar air 35,10 %, cara yang sama dilakukan juga pada sampel kedua dan sampel pada ketukan 22, 30, dan 38 sehingga didapat nilai kadar air rata-rata 33,100%.

- **Batas plastis (PL)**
Sampel 1, contoh batas plastis (PL) pada sampel A
Persentase kadar air $W = \frac{W_w}{W_d} \times 100\%$
Batas cair $W = \frac{0,41}{1,59} \times 100\%$
 $= 25,79 \%$

Hasil perhitungan *Plastis Limit* sampe 1 didapat nilai kadar air 25,79 %, cara yang sama dilakukan pada sampel kedua sehingga diperoleh nilai 14,94 % dan nilai kadar air rata-ratanya 20,36%.

Nilai indeks plastis (IP) dapat ditentukan pada persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Indeks plastis (IP)} &= LL - PL \\ &= 33,10 - 20,36 \\ &= 12,74 \% \end{aligned}$$

e. Pengujian analisa saringan

Pada pengujian analisa saringan ini metode yang digunakan yakni, analisa saringan basah analisa ini menggunakan saringan untuk butiran yang memiliki diameter lebih dari 0,075 mm. Berat sampel yang digunakan dalam analisa saringan basah sebesar 500 gram. Perhitungan pengujian ini dapat menggunakan persamaan (5) berikut :

Persentase tertinggal :

$$\begin{aligned} \text{Ayakan 4,750 mm} &= \frac{0}{500} \times 100 = 0 \% \\ \text{Ayakan 2,360 mm} &= \frac{11}{500} \times 100 = 2,2 \% \\ \text{Ayakan 2,000 mm} &= \frac{10}{500} \times 100 = 2 \% \\ \text{Ayakan 1,180 mm} &= \frac{10}{500} \times 100 = 2 \% \\ \text{Ayakan 0,600 mm} &= \frac{11}{500} \times 100 = 2,2 \% \\ \text{Ayakan 0,425 mm} &= \frac{11}{500} \times 100 = 2,2 \% \\ \text{Ayakan 0,300 mm} &= \frac{11}{500} \times 100 = 2,2 \% \\ \text{Ayakan 0,250 mm} &= \frac{13}{500} \times 100 = 2,6 \% \\ \text{Ayakan 0,150 mm} &= \frac{12}{500} \times 100 = 2,4 \% \\ \text{Ayakan 0,075 mm} &= \frac{18}{500} \times 100 = 3,6 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian analisa saringan ini, tanah lolos ayakan no. 200 atau diameter saringan 0,075 mm adalah 78,6 % tanah tersebut merupakan tanah berbutir halus.

f. Pengujian hidrometer

Pada pengujian analisa ukuran butiran tanah dengan hidrometer tanah uji dilarutkan kedalam air, dalam keadaan "dispersed" butir tanah akan turun mengendap bebas. Menentukan gradasi atau pembagian ukuran butir tanah dari suatu sampel tanah dengan ukuran partikel yang lebih kecil dari 0,075 mm. Dapat dilihat pada persamaan (6) berikut :

$$0,50 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{10,2}{0,5}} = 0,055 \text{ mm}$$

$$1,00 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{10,4}{1}} = 0,039 \text{ mm}$$

$$2,00 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{10,7}{2}} = 0,028 \text{ mm}$$

$$5,00 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{11,2}{5}} = 0,018 \text{ mm}$$

$$15,0 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{11,7}{15}} = 0,011 \text{ mm}$$

$$30,0 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{12,7}{30}} = 0,008 \text{ mm}$$

$$60,0 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{13,2}{60}} = 0,006 \text{ mm}$$

$$120 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{14}{120}} = 0,004 \text{ mm}$$

$$240 \text{ menit, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{15}{240}} = 0,003 \text{ mm}$$

$$24 \text{ jam, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{15,5}{1440}} = 0,001 \text{ mm}$$

$$48 \text{ jam, } D = 0,01212 \sqrt{\frac{16,3}{2880}} = 0,001 \text{ mm}$$

g. Pengujian pemadatan tanah

Pengujian pemadatan dengan menggunakan *proctor standard* ini bertujuan untuk menentukan hubungan berat isi kering maksimum dengan kadar air optimum. Pada pengujian ini menggunakan persamaan (7) berikut :

$$\text{Sampel 1 } \gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+W_c}$$

$$\gamma_d = \frac{1,618}{1+(16,57/100)}$$

$$\gamma_d = 1,388 \text{ gram/cm}^3$$

Berdasarkan hasil pengujian diatas didapat kadar air optimum sebesar 22,03 % dan berat isi kering sebesar 1,53 gram/cm³.

3.2. Klasifikasi Tanah

Pada umumnya klasifikasi tanah yang sering digunakan adalah *American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)* dan *Unified Soil Classification System (USCS)*[18]. Dari hasil pengujian sifat fisis yang telah dilakukan klasifikasi tanah di dalam pengujian ini menggunakan sistem klasifikasi USCS dan AASHTO sebagai berikut :

a. Sistem klasifikasi menurut AASHTO

Dalam sistem klasifikasi tanah *Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO)* penggolongan tanah lempung atau lanau masuk kedalam golongan A-4 sampai A-7 dengan syarat

lolos saringan no 200 lebih besar dari 35 % , data hasil pengujian sifat fisis hasil analisa saringan tanah Bokem yang lolos no 200 sebanyak 78,60 % , untuk nilai *liquid limit* sebesar 33,10 % dan indeks plastis sebesar 12,74 % . Sehingga tanah Bokem digolongkan kedalam jenis kelompok A-6 yaitu tanah berlempung.

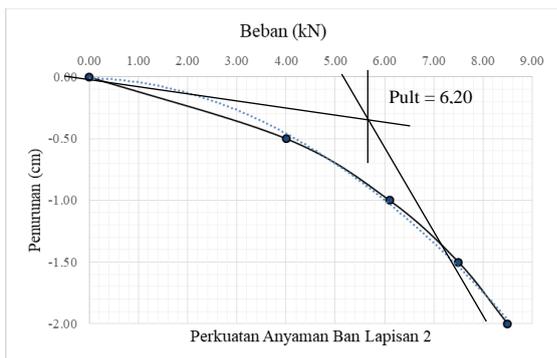
b. Sistem klasifikasi menurut USCS

Pengujian Untuk sistem klasifikasi *USCS* berdasarkan tabel *USCS* tanah berbutir halus lempung atau lanau yang lolos saringan 200 lebih dari 50 % dan batas cair kurang dari sama dengan 50% maka digolongkan kedalam jenis ML,CL dan OL, dari hasil pengujian didapat nilai lolos saringan 200 sebanyak 78,60 % , *liquid limit* 33,10 % dan indeks plastis 12,74 % , sehingga ketika dimasukan dalam grafik *USCS* tanah Bokem masuk kedalam kelompok CL.

3.3. Pengujian permodelan daya dukung tanah

a. Penurunan settlement

Dari hasil pengujian penurunan (*settlement*) model perkuatan tanah lunak tanpa perkuatan dan menggunakan perkuatan kombinasi anyaman karet ban bekas 2 lapisan dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik penurunan tanah dengan menggunakan 2 lapisan perkuatan anyaman karet

Dari grafik dapat dilihat bahwa tanah lunak dengan perkuatan anyaman karet ban 2 lapisan dengan beban 4,00 kN dan penurunan -0,50 cm, beban 6,10 kN dan penurunan -1,00 cm, beban 7,60 kN penurunan -1,50 cm, beban 8,60 kN dan penurunan -2,00 cm. Beban ultimit (P_{ult}) yang diberikan sebesar 6,20 kN.

Tabel 2. Rekapitulasi nilai beban ultimit

No.	Pemodelan perkuatan	Beban ultimit (kN)
1	Tipe 1	2,40
2	Tipe 2	5,20
3	Tipe 3	6,20

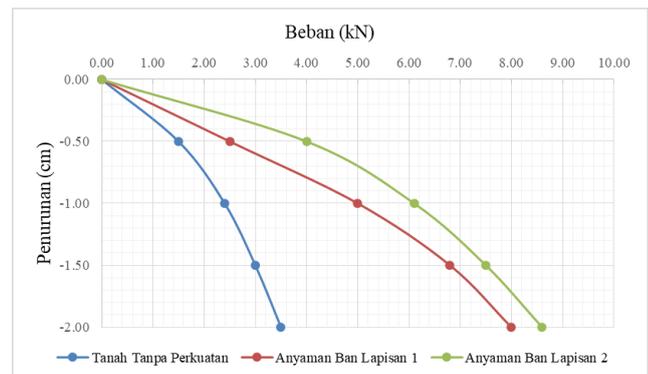
Berdasarkan rekapitulasi nilai beban ultimit pada tabel 2 diperoleh bahwa perkuatan anyaman karet ban bekas untuk penurunan -0.50 cm sampai dengan -2,00 cm beban ultimit yang diberikan memiliki nilai terbesar yaitu 6,20 kN.

Pada pengujian ini dibuat pemodelan perbandingan tanpa perkuatan, perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 dan perkuatan anyaman karet ban lapisan 2. Data perbandingan penurunan settlement dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Perbandingan penurunan skema permodelan

Penurunan (cm)	Beban (kN)		
	Tanpa Perkuatan	Anyaman Lapisan 1	Anyaman Lapisan 2
0,00	0,00	0,00	0,00
-0,50	1,50	2,50	4,00
-1,00	2,40	5,00	6,10
-1,50	3,00	6,80	7,50
-2,00	3,50	8,00	8,60

Dari hasil tersebut dapat dijelaskan bahwa terdapat peningkatan daya dukung dilihat dari meningkatnya beban yang diberikan antara tanah yang tidak diberikan perkuatan dengan tanah yang diberi perkuatan, dapat dilihat dari grafik perbandingan penurunan (*settlement*) tiap skema pemodelan sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik perbandingan penurunan permodelan

b. Daya dukung rasio

Dari pengujian penurunan dan beban tanah lunak dengan perkuatan anyaman karet ban didapat nilai beban ultimit (P_u) 6,20 kN dengan lebar pondasi (B) 25 cm dan Panjang pondasi (L) 40 cm. Menentukan nilai daya dukung tanah lunak yang telah diberi perkuatan mengacu pada analisis Terzaghi dapat dilihat pada rumus (8) berikut :

$$Q_u = \frac{P_u}{A}$$

Diketahui :

$$P_u = 6,20 \text{ kN}$$

$$A = 25 \times 40 \text{ cm}$$

$$q_u = \frac{6,20}{1000} = 0,0062 \text{ kN/m}^2 = 62 \text{ kPa}$$

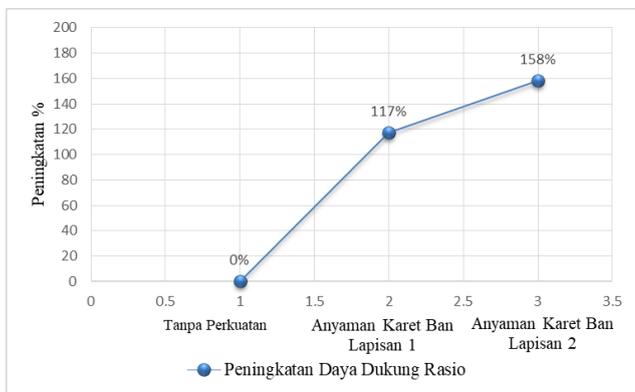
Nilai BCR untuk melihat peningkatan daya dukung tanah tanpa perkuatan dengan daya dukung tanah menggunakan perkuatan. Setelah dilakukan pengujian didapatkan daya dukung untuk tanah lunak tanpa perkuatan sebesar 24 kPa, tanah lunak dengan perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 sebesar 52 kPa, dan tanah lunak dengan perkuatan

anyaman karet ban lapisan 2 sebesar 62 kPa. Untuk nilai BCR dapat menggunakan rumus (9) ada pada tabel rekapitulasi daya dukung rasio sebagai berikut :

Tabel 4. Rakapitulasi nilai (%) daya dukung rasio

No.	Perkuatan	Beban Pu (kN)	Daya Dukung Ultimit (Kpa)	BCR	Peningkatan (%)
1	Skema 1	2,40	24	1	-
2	Skema 2	5,20	52	2.17	117
3	Skema 3	6,20	62	2.58	158

Peningkatan nilai persentase daya dukung rasio tanah lunak dapat dilihat pada gambar 5 sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik peningkatan daya dukung rasio

Dari hasil daya dukung tanah lunak tanpa perkuatan dan dengan perkuatan masing-masing 24,00 kPa, 52,00 kPa, dan 62,00 kPa didapat kenaikan nilai daya dukung rasio (BCR) masing-masing, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 sebesar 117%, untuk tanah lunak yang diberi perkuatan anyaman karet ban lapisan 2 sebesar 158%.

4. KESIMPULAN

Hasil uji Karakteristik tanah yang diambil dari kawasan jalan Bokem Kelurahan Rimba Jaya, diklasifikasikan dalam sistem USCS termasuk kedalam kelompok CL yaitu tanah lempung berpasir. Pada sistem AASTHO masuk kelompok A-6 tanah berlempung.

Berdasarkan hasil pengujian dapat dikatakan bahwa pengaruh penggunaan anyaman karet ban mengalami peningkatan. Dimana dengan perkuatan anyaman karet ban lapisan 1 mengalami peningkatan sebesar 117%, dan pada perkuatan anyaman karet ban lapisan 2 sebesar 158%. Jadi

penggunaan variasi anyaman karet ban lapisan 2 dengan jarak antar anyaman berjarak besar lebih efektif dimana 158% mengalami peningkatan peningkatan daya dukung tanah.

REFERENSI

[1] E. Budianto, H. F. Betaubun, and R. A. Fure, “Studi Perkuatan Tanah Lunak Dengan Menggunakan Kombinasi Dari Cerucuk Kayu Dan Geotekstil,” *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 02, pp. 55–60, 2020.

[2] M. Akbar, H. Betaubun, C. Utary, D. L. Pamuttu, and D. A. Pasalli, “Identifikasi Jenis dan Tingkat Kerusakan Jalan pada Sistem Jaringan Jalan Perkotaan,” *J. Res. Inov. Civ. Eng. as Appl. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 7–13, 2023.

[3] H. Hairulla, D. S. Nababan, and T. I. Timaubas, “Experimental Daya Dukung Tanah Lempung Dengan variasi Butiran Kasar Terhadap Nilai CBR,” *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 02, pp. 61–66, 2020.

[4] M. Akbar and D. L. Pamuttu, “Analisis Kerusakan Jalan Pada Daerah Penyangga Lumbung Pangan Nasional Di Kabupaten Merauke,” *Mustek Anim Ha*, Vol. 10, No. 3, Pp. 94–99, 2021.

[5] D. L. Pamuttu, E. Budianto, H. Hairulla, and P. T. Simbolon, “Pengujian Nilai CBR Campuran Material Lokal Dan Semen Sebagai Lapisan Pondasi Bawah,” *Musamus J. Civ. Eng.*, vol. 4, no. 02, pp. 70–75, 2022.

[6] W. Setyo, “Perkuatan Tanah Lempung Menggunakan Anyaman Ban Karet Bekas Di Antara Fondasi Atas Dan Dibawah Lapisan Permukaan Dengan Beban Statis,” *Tugas Akhir Wahyu Setyo*, 2019.

[7] A. Apiyono, Sumiyanto, and B. Mulyono, “Efektifitas Geogrid Karet Ban Bekas Untuk Perkuatan Tanah Dasar Jalan Raya Pada Perubahan Muka Air Tanah,” 2017.

[8] SNI 03-1965-1990, “Pengujian Kadar Air,” 2012.

[9] L. . Wesley, *MEKANIKA TANAH*. 2017.

[10] SNI 1964:2008, “Pengujian Berat Jenis.” 2008.

[11] SNI 03-1967-1990, “Pengujian Atterberg.” 2015.

[12] SNI 03-1968-1990, “Pengujian Analisa Saringan.” 1990.

[13] O.-3423-1994 SNI, “Pengujian Hidrometer,” 1994.

[14] SNI 03-1742-1989, “Pengujian Pemadatan.” 2015.

[15] B. M. Das, *MEKANIKA TANAH*, Jilid 1. 1995.

[16] Wardoyo *et al.*, “TANAH LUNAK INONESIA,” p. 6, 2019.

[17] D. E. Wibowo, H. W. Rahmadianto, and E. Endaryanta, “Usaha Peningkatan Daya Dukung Tanah Lempung Menggunakan Layer Krikil, Anyaman Bambu dan Kombinasi Kolom-Layer Pasir,” *INERSIA Informasi dan Ekspose Has. Ris. Tek. Sipil dan Arsit.*, vol. 17, no. 1, pp. 47–56, 2021, doi: 10.21831/inersia.v17i1.40629.

[18] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah I*. 2022.