

ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH TERHADAP KERUSAKAN JALAN PADA RUAS JALAN TAHUNA-TAMAKO KECAMATAN MANGANITU KABUPATEN KEPULAUAN SANGIHE

¹ Feitrisia M. S. Salindeho,
² Rifana S. S. I. Kawet, ³ Rocky F. Roring
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Manado
Email: feitrisias@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daya dukung tanah sebagai faktor yang berkontribusi terhadap kerusakan jalan pada ruas Jalan Tahuna-Tamako di Kecamatan Manganitu, Kabupaten Kepulauan Sangihe. Metode penelitian yang digunakan mencakup survei lapangan, pengumpulan data geoteknik, dan analisis laboratorium untuk mengevaluasi karakteristik tanah serta mengidentifikasi pola kerusakan jalan yang terkait dengan parameter geoteknik tanah. Hasil analisis menunjukkan beberapa karakteristik penting dari tanah di wilayah penelitian ini. Kadar air yang diperoleh dari pengujian laboratorium adalah sebesar 8,66% dengan berat jenis tanah atau specific gravity sebesar 2,586. Nilai-nilai Batas Atterberg tanah termasuk liquid limit (LL) sebesar 29,09%, plastic limit (PL) sebesar 16,56%, Plasticity Index sebesar 12,53%, dan Linear Shrinkage (LS) sebesar 11,16%. Tanah di lokasi penelitian tergolong sebagai tanah lempung berlanau dengan kadar air optimum tanah sebesar 28,40% dan Berat Isi Kering maksimum sebesar 1,292 gr/cm³ berdasarkan hasil pemadatan. Selain itu, pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) menunjukkan bahwa nilai CBR laboratorium rata-rata adalah sebesar 2,1%. Sementara nilai CBR lapangan rata-rata adalah sebesar 2,17%.

Kata kunci: CBR, Batas Atterberg, Daya dukung tanah, Kadar air optimum, Tanah lempung.

Abstract

This study aims to analyze the bearing capacity of the soil as a contributing factor to road damage on the Tahuna-Tamako Road section in Manganitu District, Sangihe Islands Regency. The research methods used include field surveys, geotechnical data collection, and laboratory analysis to evaluate soil characteristics and identify road damage patterns related to soil geotechnical parameters. The results of the analysis showed several important characteristics of the soil in this study area. The water content obtained from laboratory testing is 8.66% with a specific soil gravity of 2.586. The Atterberg Boundary values of soil include liquid limit (LL) of 29.09%, plastic limit (PL) of 16.56%, Plasticity Index of 12.53%, and Linear Shrinkage (LS) of 11.16%. The soil at the study site was classified as silted clay with an optimum soil moisture content of 28.40% and a maximum Dry Fill Weight of 1.292 gr/cm³ based on compaction results. In addition, CBR (*California Bearing Ratio*) testing shows that the average laboratory CBR value is 2.1%. Meanwhile, the average field CBR value is 2.17%.

Keywords: CBR, Atterberg Limit, Soil bearing capacity, Optimum moisture content, Clay soil.

PENDAHULUAN

Peran infrastruktur jalan sangat penting dalam perkembangan pada suatu negara ataupun daerah. Jaringan jalan yang baik dan terawat memiliki dampak positif yang luas, termasuk memfasilitasi mobilitas manusia, perdagangan, distribusi barang, serta akses ke layanan

penting seperti pendidikan, kesehatan, dan masyarakat. kondisi jalan yang baik dan mulus sangat penting untuk kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Namun, seringkali jalan mengalami kerusakan yang dapat menghambat aktivitas sehari-hari dan mengakibatkan biaya perbaikan yang tinggi.

Kerusakan jalan merupakan masalah yang sering dihadapi dalam pengelolaan infrastruktur jalan. Salah satu faktor penting yang mempengaruhi kerusakan jalan adalah daya dukung tanah di bawah jalan tersebut. Daya dukung tanah menunjukkan pada kekuatan tanah untuk menopang beban yang diberikan oleh lalu lintas kendaraan yang melintas di atasnya. Daya dukung yang buruk dapat menyebabkan penurunan atau deformasi permukaan jalan, retakan struktural, atau bahkan keruntuhan.

Salah satu penyebab terjadinya kerusakan jalan dapat juga disebabkan oleh kondisi tanah yang ada dibawah perkerasan jalan tersebut. Pada umumnya, jenis tanah pada setiap daerah berbeda-beda dan memiliki tingkat kekerasan yang tidak sama sehingga dapat terlihat dari rusaknya. Hal ini juga terlihat pada ruas jalan Tahuna-Tamako kelurahan Karatung 1 Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe dimana pada ruas jalan tersebut dapat dilihat terjadi kerusakan jalan yang diantaranya mengalami rusak permanen, retak pada permukaan jalan, kebocoran air pada bawah lapisan jalan, dan beberapa kali bagian jalan amblas meskipun sudah sering di perbaiki. Jika dilihat dari kerusakan yang terjadi pada jalan ini dapat juga di disebabkan rendahnya nilai daya dukung tanah. Identifikasi permasalahan yang terjadi pada ruas jalan Tahuna-Tamako kelurahan Karatung 1 Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe yaitu pengaruh daya dukung tanah yang rendah.

Untuk itu pemahaman yang mendalam tentang kerusakan jalan dan hubungannya dengan nilai daya dukung tanah sangat penting untuk merencanakan perawatan dan perbaikan jalan yang tepat. Namun, penelitian yang fokus pada analisis daya dukung tanah terhadap kerusakan jalan pada ruas jalan masih

terbatas, terutama pada ruas jalan Tahuna-Tamako kelurahan Karatung 1 Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe.

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya yaitu:

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah pada jalan Tahuna-Tamako kelurahan Karatung 1 Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe.
2. Mengetahui hubungan daya dukung tanah dan kerusakan yang terjadi pada jalan Tahuna-Tamako kelurahan Karatung 1 Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe.

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jalan

Jalan adalah sebuah struktur fisik yang dibangun untuk memfasilitasi transportasi darat. Jalan terdiri dari permukaan yang keras dan rata yang dirancang untuk mendukung pergerakan kendaraan, pejalan kaki, dan sepeda. Jalan biasanya terhubung dengan sistem jalan yang lebih besar dan membentuk jaringan transportasi.

B. Konstruksi Perkerasan Jalan

Tujuan dari lapisan perkerasan jalan adalah untuk menyerap dan mendistribusikan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada struktur jalan.

B.1. Tanah Dasar/*sub grade*

Bagian pada lapisan tanah dasar merupakan bagian tanah yang berguna sebagai tempat perletakan lapis perkerasan serta menopang konstruksi perkerasan jalan yang ada diatasnya. Dilihat dari muka tanah, maka tanah dasar dapat di bagi menjadi 3 diantaranya:

1. Tanah galian.
2. Tanah urugan.
3. Tanah asli.

B.2. Macam-Macam Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan jalan umumnya terbagi atas dua, yaitu perkerasan lentur atau flexible pavement dan perkerasan kaku atau juga disebut rigid pavement. Selain dari pada itu ada juga perkerasan yang sudah banyak digunakan, perkerasan ini merupakan perkerasan gabungan dari dua perkerasan tersebut yaitu (composite pavement) yang dikemukakan oleh Sukirman (1999).

B.2a Perkerasan Lentur

Perkerasan ini adalah jenis permukaan jalan yang memakai aspal yang menjadi bahan pengikat, dan pada dasarnya fleksibel dan kembali ke keadaan semula setelah konstruksi. Pada struktur jalan ini, beban yang ada di atasnya disalurkan ke bawah tanah secara bertahap dan hierarkis (metode akhir). Oleh karena itu, dalam sistem ini beban lalu lintas dipindahkan secara bertahap dari tingkat atas ke tingkat bawah.

B.2b Perkerasan Kaku (Rigid Pavement

Perkerasan ini, juga dikenal sebagai perkerasan beton, yang mana perkerasan jenis ini menggunakan beton sebagai bahan utamanya. Perkerasan ini biasanya terdiri dari lapisan beton yang diperkuat dengan baja tulangan atau serat.

Ada beberapa macam di antaranya:

- 1) Perkerasan tanpa tulangan dengan sambungan.
- 2) Perkerasan bertulang dengann sambungan.
- 3) Perkerasan tanpa tulangan.
- 4) Perkerasan dengan beton prategang.
- 5) Perkerasan bertulang fiber.

B.2c Perkerasan Komposit (Composite Pavement)

Perkerasan ini merupakan gabungan antara perkerasan atas yang kaku (rigid pavement) dan perkerasan

lentur (flexible pavement), dimana kedua jenis perkerasan tersebut bekerja sama untuk menopang beban yang ditempatkan di atasnya. Oleh karena itu, ketebalan aspal harus ditentukan agar memiliki kekuatan yang cukup untuk mencegah retak refleksi pada perkerasan beton di bawahnya.

C. Pengertian Tanah

Pembentukan tanah bermula dari pelapukan yang terjadi pada batuan sehingga membentuk partikel-partikel yang kecil serta melalui proses yang Panjang, proses ini disebut proses mekanis dan kimia. Proses mekanis disebabkan karena terjadinya pemuaihan dan penyusutan pada batuan yang diakibatkan oleh siklus suhu yang terus berubah-ubah, yang pada akhirnya menyebabkan keruntuhan batuan. Dan udara, air, serta partikel-partikel tanah itu sendiri yang menjadi ketiga komponen tanah yang membentuk suatu massa dengan massa total tanah.

D. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem yang mengklasifikasikan berbagai jenis tanah dengan sifat-sifat yang berbeda namun serupa ke dalam kelompok dan subkelompok berdasarkan kegunaannya. Sistem klasifikasi ini memberikan bahasa sederhana untuk dengan mudah menggambarkan karakteristik umum pada tanah yang bervariasi (Das, 1995).

Metode klasifikasi tanah yang ada antara lain:

D.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tekstur

Departemen Pertanian Amerika Serikat telah memabarkan sistem klasifikasi ukuran butir yang mengukur representasi grafik segitiga melalui presentasi pasir, lanau, dan tanah liat.

Cara ini tidak memperhitungkan plastisitas tanah dikarenakan kandungan (baik jumlah maupun jenis) mineral lempung yang ada dalam tanah. Untuk memahami sifat-sifat tanah maka perlu memperhatikan jumlah dan jenis mineral lempung yang terkandung.

D.2 Sistem Klasifikasi Tanah Unified (Unified Soil Classification System/ USCS)

Sistem Klasifikasi Tanah Seragam "USCS", pertama kali diusulkan oleh Profesor Arthur Casagrande, dan dikembangkan tahun 1942 untuk mengelompokkan tanah menurut sifat tekstur dan dikembangkan lebih lanjut oleh Biro Reklamasi Amerika Serikat (USBR) dan Korps Insinyur Angkatan Darat Amerika Serikat. (USACE). Setelahnya, (ASTM) menggunakan USCS sebagai metode standar untuk klasifikasi tanah. Dalam pembagian ini, tanah dibagi menjadi tiga, dan masing-masing kelompok dijelaskan lebih terperinci dengan memperlihatkan simbol untuk masing-masing jenisnya (Hendarsin, 2000).

D.3 Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO

Pada tahun 1929, sistem klasifikasi AASHTO (American Association of State Highway Traffic Officials) dikembangkan. Sistem klasifikasi ini direvisi beberapa kali pada tahun 1945 dan masih digunakan sampai sekarang. Hal ini diusulkan oleh Komite Klasifikasi Bahan Jalan Subgrade dan Granular dari Penelitian Jalan Raya. Papan (ASTM - Nomor Standar D-3282, AASHTO Model M145). Yang menjadi tujuan dari system klasifikasi ini yaitu untuk mengetahui kualitas tanah pada konstruksi jalan terlebih lagi pada lapisan dasar (*subgrade*) dan pada tanah dasar.

E. Daya Dukung Tanah

Untuk suatu perencanaan terlebih jalan, kapasitas beban lapisan tanah bawah mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap ketebalan permukaan jalan. Semakin besar nilai dari daya dukung tanah maka semakin tipis pula perkerasan yang diperlukan untuk menyanggah beban lalu lintas yang ada di atasnya. Jenis tanah, kepadatan, dan kadar air sangat mempengaruhi daya dukung lapisan tanah dasar (Hendarsin, 2000).

Beberapa metode seperti CBR (*California Bearing Ratio*), k (Modulus Reaksi Tanah Dasar), M_r (*Resilient Modulus*), Skala Penetrasi Konus Dinamis/DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan HCP (*Hand Cone Penetrometer*) digunakan untuk menentukan daya dukung tanah. Di Indonesia, daya dukung tanah dasar yang memenuhi persyaratan desain ketebalan perkerasan ditentukan dengan menggunakan pengujian CBR.

CBR diperoleh dari hasil pengujian contoh tanah yang disiapkan baik di laboratorium maupun langsung di lapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

a. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif analitik yang menggabungkan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Desain ini dipilih untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang daya dukung tanah dan hubungannya dengan kerusakan jalan melalui pengamatan visual, pengambilan sampel tanah, serta uji fisis, uji CBR Laboratorium dan uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*).

b. Metode pengambilan sampel

Untuk penelitian ini, cukup mengambil sampel tanah terganggu dari

beberapa lokasi di sepanjang jalan. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Karatung, Kecamatan Manganitu, di Kabupaten Kepulauan Sangihe, dengan menggunakan koordinat lintang ($3^{\circ}33'11.7''\text{LU}$) dan bujur ($125^{\circ}30'19.3''\text{BT}$).

Di lokasi pengambilan sampel, sampel tanah diambil dengan menggunakan cangkul sedalam 50 cm untuk mengeluarkan akar tanaman. Pengambilan sampel tanah mewakili tanah yang ada pada lokasi yang terjadi kerusakan.

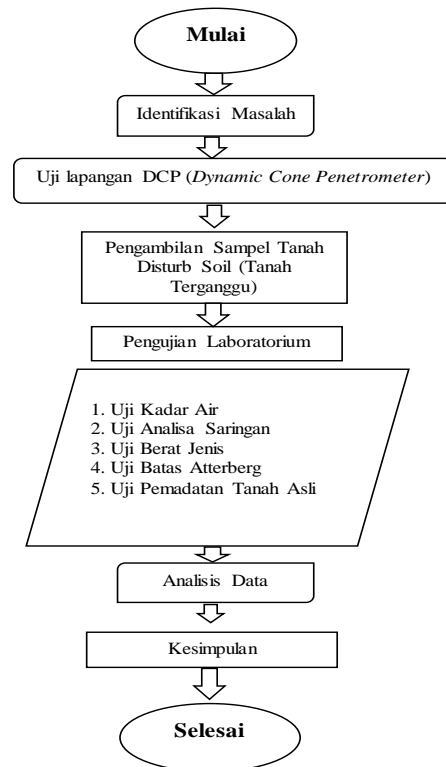
c. Pelaksanaan Pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam 2 tahap. Pelaksanaan pengujian pertama yang dilakukan adalah pengujian lapangan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) dan dilakukan pengujian laboratorium, uji fisik tanah dan uji CBR (*California Bearing Ratio*). Dan untuk pengujian Laboratorium dilakukan di laboratorium Politeknik Negeri Manado.

Berikut merupakan urutan prosedur penelitian:

1. Melakukan Pengujian lapangan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)
2. Melakukan Pengujian Kadar Air pada sampel tanah asli.
3. Melakukan Pengujian Analisa Saringan pada sampel tanah asli.
4. Melakukan Pengujian Berat Jenis pada sampel tanah asli.
5. Melakukan Pengujian Batas Atterberg pada sampel tanah asli.
6. Melakukan Pengujian Pematatan Tanah pada sampel tanah asli.
7. Melakukan Pengujian CBR (*California Bearing Ratio*) Laboratorium pada sampel tanah asli.

d. Bagan Alir Penelitian



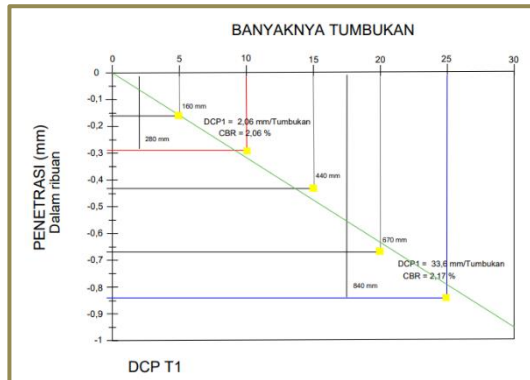
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji Lapangan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

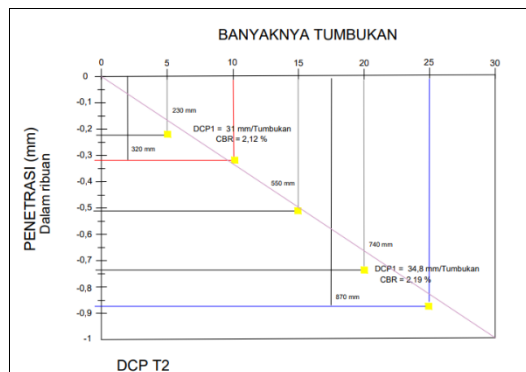
Uji lapangan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) merupakan metode geoteknik yang pada umum digunakan untuk mengukur daya dukung tanah dan kekuatan jalan terhadap beban lalu lintas. Uji ini dilakukan dengan menggunakan alat DCP yang mengukur kedalaman penetrasi maksimum yang dapat dicapai oleh ujung kerucut tajam yang didorong ke dalam tanah dengan gaya tertentu. Digunakan grafik hubunganyang di rumuskan TRL, Road Note 8, 1990, untuk sudut konus 60° dengan menggunakan persamaan $\text{Log CBR} = 2,48 - 1,057 (\text{Log DCP})$. Maka hasil pengujian DCP menggunakan conus 60° maka didapatkan hasil sebagai berikut:

Lokasi	DCP1 (mm/Tumbukan)	CBR Lapangan (%)
Titik No 1	33,6	2,17
Titik No 2	34,8	2,19
Titik No 3	32,4	2,15

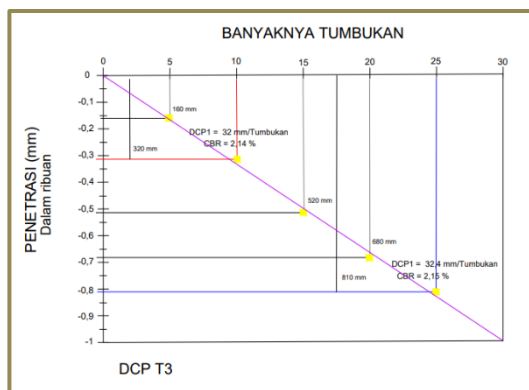
Tabel 4.1 Hasil perhitungan CBR Lapangan



Gambar 4.1 Grafik pengujian DCP Titik 1



Gambar 4.2 Grafik pengujian DCP Titik 2



Gambar 4.2 Grafik pengujian DCP Titik 3

2. Uji Fisik dan Mekanis Tanah

Uji fisik tanah adalah serangkaian teknik laboratorium yang digunakan untuk memahami sifat-sifat fisik dari suatu sampel tanah. Ini mencakup pengukuran karakteristik seperti ukuran butiran, tekstur, bobot jenis, dan kadar air tanah. Pengujian sifat fisik tanah ini dilakukan di Laboratorium Politeknik Negeri Manado. Dari pengujian yang dilakukan pada sampel tanah, didapatkan nilai-nilai berikut:

Tabel 4.5 hasil pengujian sifat fisik dan mekanis tanah asli

NO.	PENGUJIAN	SAMPEL	SATUAN
1	Kadar Air	w	8,66 %
2	Berat Jenis	Gs	2,586 -
3	Berat Isi	g	1,225 gr/cm ³
4	Analisis Ukuran Butir (WS)		
	L ₆₀ # 10		88,65 %
	L ₆₀ # 40		85,75 %
	L ₆₀ # 60		87,52 %
	L ₆₀ # 100		87,99 %
5	Atterberg Limits		
	Liquid Limit	LL	29,09 %
	Plastic Limit	PL	16,56 %
	Plasticity Index	PI	12,53 %
	Linear Shrinkage	LS	11,16 %
6	Pemadatan		
	Kadar air Optimum	W _{opt}	28,40 %
	Berat Isi Kering Maksimum	g _{max}	1,292 gr/cm ³
7	California Bearing Ratio (CBR) rata-rata		2,10 %

a. Analisis hasil pengujian kadar air

Uji kadar air tanah asli dilakukan terhadap dua contoh tanah yang jenis tanahnya sama. Dan dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata nilai kadar air sampel tanah yang dikumpulkan dari ruas jalan Tahuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah sebesar 8,66%.

Terlihat dari nilai kadar air rata-rata yang didapatkan dapat disimpulkan ruas jalan ini mempunyai kadar air yang cukup tinggi. Lihat **Tabel 4.5**

b. Analisis hasil pengujian berat jenis

Uji berat jenis (G_s) dilakukan terhadap kedua sampel di laboratorium dan diperoleh nilai berat jenis sebesar rata-rata sebesar 2,586 dari pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sampel tanah yang di ambil dari ruas jalan Tahuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe termasuk dalam kategori tanah “lempung berlanau”.

c. Analisis hasil pengujian analisis saringan

Dari Pengujian analisis saringan ini maka dapat di simpulkan bahwa tanah yang di ambil dari ruas jalan Tanhuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe secara garis besar dikategorikan pada kelompok atau golongan tanah lempung berlanau. Lihat Tabel 4.5

e. Analisis hasil pengujian batas-batas Atterberg

Didapatkan nilai Batas plastisitas (PL) tanah asli sebesar 16,56% yang menunjukkan bahwa diperlukan kadar air tanah sebesar 16,56% untuk berubah dari wujud semi padat menjadi plastis.

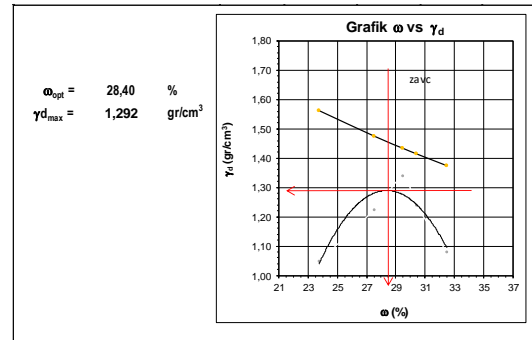
Sementara didapatkan hasil uji batas cair (LL) tanah asli sebesar 29,09% yang menunjukkan kadar air yang diperlukan tanah asli untuk berubah wujud plastis menjadi cair adalah 29,09%. Dan untuk nilai indeks plastisitas (PI) didapatkan nilai sebesar 12,53%. Lihat **Tabel 4.5**

f. Analisis pengujian Pemasatan

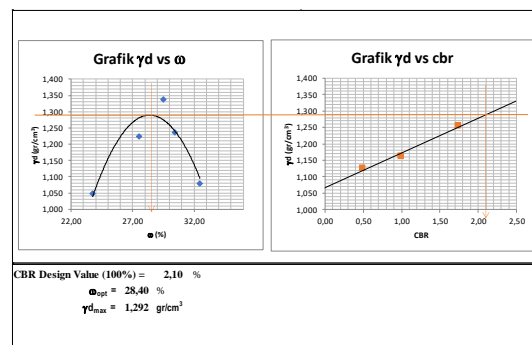
Hasil pengujian pemasatan tanah yang di ambil dari ruas jalan Tahuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe didapatkan **28,40%** nilai kadar air optimum dan **1,292** untuk nilai berat isi kering. Lihat **Gambar 4.4**

g. Analisis pengujian CBR

Pengujian yang didapat dari CBR tanah dari ruas jalan Tahuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe adalah **2,10 %** itu artinya kekuatan tanah terhadap beban yang dipikul tidak kuat, sehingga dapat disimpulkan tanah dari jalan tersebut lempung. Lihat **Gambar 4.5**



Gambar 4.4 Pemasatan Tanah Asli



Gambar 4.5 Hasil pengujian CBR tanah asli

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dilapangan maupun di laboratorium maka dapat di simpulkan :

1. Bahwa karakteristik tanah pada ruas jalan Tahuna-Tamako Kecamatan Manganitu Kabupaten Kepulauan Sangihe, memiliki karakteristik yang konsisten dengan tanah lempung berlanau. Sifat fisik tanah ini memiliki tingkat plastisitas yang sedang hingga tinggi, serta daya dukung yang rendah.

2. Di lihat dari nilai daya dukung tanah yang sudah di uji di laboratorium maupun lapangan didapatkan hasil CBR laboratorium rata-rata 2,10% dan CBR lapangan rata-rata 2,17% dapat di ketahui bahwa nilai daya dukung tanah $< 3\%$ sangat berpengaruh terhadap kerusakan jalan di karenakan nilai daya dukung tanah di kategorikan dengan daya dukung yang sangat jelek sehingga tidak sanggup untuk memikul beban yang ada di atasnya.

B. SARAN

1. Penelitian Lanjutan: Melakukan penelitian lebih mendalam terhadap jenis tanah di ruas jalan Tahuna-Tamako untuk memahami lebih jelas karakteristik fisik dan mekaniknya. Langkah ini bisa meliputi lebih banyak pengujian laboratorium dan pengamatan lapangan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi daya dukung tanah, seperti komposisi tanah dan faktor lingkungan.

2. Perbaikan Infrastruktur: Perlu dilakukan perbaikan jalan dengan mempertimbangkan karakteristik tanah dan daya dukungnya. Penggunaan teknologi atau material konstruksi yang lebih sesuai dengan jenis tanah lempung berlanau serta penguatan struktur jalan dengan bantuan perkuatan tanah atau material yang memperbaiki daya dukung tanah.

3. Perawatan Rutin: Rutin melakukan perawatan jalan, termasuk inspeksi berkala, perbaikan kecil, dan pengendalian erosi atau pergeseran tanah. Tindakan ini akan membantu mempertahankan kekuatan jalan serta meminimalkan kerusakan lebih lanjut akibat sifat daya dukung tanah yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1995, Panduan Praktikum Mekanika Tanah, Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta 29
- Agung, Ananda. (2017). Pengujian Batas Cair Dan Plastis, Jakarta
- Ahadi. (2011). Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi. from <http://www.ilmusipil.com/klasifikasi-jalan-menurut-fungsi>. (diakses 10 agustus 2023).
- Akbar, S.J, & Wesli. (2014). Studi Korelasi Daya dukung tanah, Teras Jurnal, Vol 1, No 1,62.
- Bahsan, E & Syiham, A. (2017). Buku Panduan Praktikum Mekanika tanah.
- Bowles, Joseph E, 1993, Sifat-sifat Fisik dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah), Erlangga, Jakarta
- Craig, RF., 1989, Mekanika Tanah, Erlangga, Jakarta.
- Das. Braja M. 2009. Mekanika Tanah dan Prinsip Geoteknik. Jakarta : Penerbit Erlangga. Daud, D.D. 2016. Studi Pengaruh Kualitas Lingkungan Geofisik Tanah Terhadap Kerusakan Ruas Jalan Polisi Militer-Jalan Kejora. INERSIA, Volume 12 Nomor 1. Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Yogyakarta.
- Grim, Ralph E., 1953, Clay Mineralogy, Me Graw-Hill, New York.
- Gusti Ayu Suarini, & Ismawati. (2008). Media Teknik Sipil. Perbandingan Nilai Daya Dukung Tanah.
- Hangge, E. E, Karels, & Kapitan, A. O. 2022. Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan. Jurnal Teknik Sipil, Vol.11 No.2 Universitas Nusa Cendana Kupang.

- Hardiyatmo, Hary Christady, 2006, Mekanika Tanah 1 (Edisi 4), Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- SNI 1744-2012. 2022. Metode Uji CBR Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional. Sukiman, S. 1999, Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung: Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Yahya, Robby G. 2016. Kerusakan Jalan Raya Akibat Tanah Mengembang. Jurnal Teknik Sipil, Volume 11 Nomor 1. Universitas Lalang Buana. Bandung
- Terzaghi, Peck, 1987, ~Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa, Erlangga, Jakarta.
- Yong, R.N., and \Varkelltin, B.P., Soil PropeJties and Behaviour, EL Sevier Scientific Publishing Co., New York, 449 PP.