

Analisis Nilai Daya Dukung Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Kampung Waninggap Say

Dodi Alfaer Sarwadan¹, Dina Pasa Lolo¹, Yance Kakerissa^{1*}, Bartolomeus Krismanto Pauta¹

¹Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Musamus
Merauke, Papua Selatan, Indonesia

*Correspondent author: kakerissa_ft@unmus.ac.id

Diterima: 10 Desember 2024, Direvisi: 22 Januari 2024, Diterima untuk dipublikasikan: 25 Februari 2025

Abstrak – Jalan merupakan komponen penting infrastruktur yang menghubungkan satu wilayah dengan wilayah lainnya, namun Ruas Jalan Tanah Miring SP 4 Merauke mengalami kerusakan yang parah hingga terlihat retakan, patahan dan penurunan di jalan raya. Beban konstruksi dari jalan dan bangunan, terkonsolidasi ke dalam tanah sehingga daya dukung tanah sangat penting saat mendirikan bangunan ataupun jalan di atasnya. Tujuan Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik tanah dasar serta nilai daya dukung tanah dan nilai kuat geser tanah dasar pada jalan Kampung Waninggap Say. Pengklasifikasian tanah dilakukan dengan menggunakan metode *AASHTO* dan *USCS (Unified Soil Classification System)* sedangkan untuk meperoleh nilai daya dukung digunakan metode *CBR (California Bearing Ratio)* dan Uji Kuat Geser Langsung. Hasil penelitian Tanah dasar di ruas jalan Kampung Waninggap Say masuk dalam jenis tanah lempung yang memiliki karakteristik bersifat kohesif, plastis dan memiliki daya dukung yang sangat rendah, klasifikasi *USCS* masuk ke dalam kelompok CH (*Clyg Hight*) yang merupakan tanah dengan material dominan Lempung Tak Organik, klasifikasi *AASHTO* masuk dalam kategori tanah berlempung golongan A-7-6 dengan kualitas sedang sampai buruk. Berdasarkan Hasil uji laboratorium terhadap sampel tanah waninggap say menunjukan Nilai daya dukung tanah adalah 3% yang masuk kategori tanah dasar buruk menurut tabel klasifikasi nilai *CBR*, sudut geser 21,76° dan kohesi 0,076 kg/cm². Rendahnya daya dukung pada tanah dasar tersebut menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Kampung Waninggap Say. Perlu dilakukan stabilitas serta perbaikan tanah dasar guna meningkatkan nilai daya dukungnya.

Kata kunci: Kerusakan jalan, tanah dasar, daya dukung

Abstract – Roads are an important infrastructure component that connects one area to another, however the Tanah Miring SP 4 Merauke Road section experienced serious damage to the point that cracks, fractures and subsidence were visible on the road. Construction loads from roads and buildings are consolidated into the soil so that the bearing capacity of the soil is very important when building buildings or roads on it. The aim of this research was to determine the characteristics of the subgrade as well as the soil bearing capacity and shear strength values of the subgrade on Jalan Kampung Waninggap Say. Soil classification is carried out using the *AASHTO* and *USCS (Unified Soil Classification System)* methods, while to obtain the bearing capacity value the *CBR (California Bearing Ratio)* method and the Direct Shear Strength Test are used. The results of the research. The subgrade soil on the Kampung Waninggap Say road section is included in the type of clay soil which has the characteristics of being cohesive, plastic and has a very low

bearing capacity., the *AASHTO* classification falls into the A-7-6 clayey soil category with moderate to poor quality. Based on the results of laboratory tests on Waninggap Say soil samples, the soil bearing capacity value is 3%, which is categorized as poor subgrade according to the *CBR* value classification table, friction angle 21.76° and cohesion 0.076 kg/cm². The low carrying capacity of the basic soil is one of the factors causing damage to the Kampung Waninggap Say road section. It is necessary to stabilize and improve the base soil in order to increase its carrying capacity.

Keywords: Road damage, subgrade soil, carrying capacity

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan komponen penting infrastruktur yang menghubungkan satu wilayah dengan wilayah lainnya, mendukung distribusi produk dan jasa serta pertumbuhan ekonomi masyarakat. Bahkan saat ini, untuk mendukung kegiatan ekonomi dan pertumbuhan wilayah diperlukan banyak pembangunan infrastruktur yang sesuai [1].

Semua beban konstruksi baik dari jalan dan bangunan, terkonsolidasi ke dalam tanah sehingga daya dukung tanah sangat penting dalam pembangunan [2]. Mengingat setiap daerah memiliki jenis tanah, karakteristik tanah, dan kualitas tanah yang beragam berdasarkan letak geografisnya maka akan mempengaruhi variasi daya dukung tanah. Daya dukung tanah yang rendah akan menimbulkan kerusakan pada jalan atau *deformasi* seperti amblas yaitu runtuhnya struktur perkerasan akibat daya dukung tanah dasar (*subgrade*) yang rendah, serta akan mempengaruhi durabilitas jalan di atasnya [3].

Masalah yang berhubungan dengan tanah memiliki dampak yang signifikan terhadap kerusakan konstruksi jalan. Masalah ini bukan hanya tentang penurunan muka tanah akan tetapi juga mempengaruhi seluruh perkerasan yang ada di atasnya, termasuk pengembangan lahan, ketidakstabilan, dan faktor lainnya [4]. Untuk mengidentifikasi jenis tanah di lapangan dan menjadi panduan untuk memperbaiki substruktur jalan, analisis tanah sangat diperlukan [5].

Jalan di Distrik Tanah Miring, ruas jalan Satuan Permukiman (SP) 4 mengalami kerusakan sangat parah dengan kondisi jalan berlubang dengan genangan air [6]. Kondisi tersebut sangat menyulitkan pengemudi untuk mengakses jalan. Pada awalnya jalan ini digunakan sebagai jalan utama yang menghubungkan wilayah desa dan kota, namun kini jalan ini tidak lagi digunakan sebagai jalan utama

karena mengalami kerusakan. Adanya kerusakan pada jalan tersebut juga sangat berdampak negatif bagi masyarakat sekitar, mengingat jalan poros tersebut merupakan jalan penghubung antar kampung dan jalan tersebut juga merupakan jalan yang harus dilewati oleh masyarakat sekitar dalam proses distribusi hasil panen dan bahan perdagangan mereka [7].

Wilayah Merauke Papua Selatan dikenal memiliki jenis tanah lempung karena merupakan daerah rawa yang mengakibatkan jalanan di sana sering mengalami kerusakan [8]. Oleh karena itu peneliti merasa perlu untuk dilakukan penelitian terhadap sifat fisis dan mekanis pada tanah dasar tersebut agar dapat meningkatkan kualitas jalan, daya dukung dan sifat fisis mekanis tanah dasar guna menurunkan risiko kerusakan jalan serta dapat menjadi parameter untuk perbaikan jalan [9]. Dalam Penelitian ini akan digunakan metode *CBR* rencana yang dimana menggunakan analisis nilai *CBR* dengan cara melihat grafik kepadatan 80 % hingga kepadatan 100 % sehingga akan mendapatkan hasil analisis akurat dibandingkan penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya seperti oleh Anita Pratiwi dalam penelitian Tinjauan Tanah Dasar Jalan Payum Merauke Terhadap Nilai Kembang Susut Dan Bearing Capacity [10].

Tujuan penelitian ini dilakukang untuk mengetahui bagaimana karakteristik tanah dasar dan berapa nilai daya dukung tanah dan nilai kuat geser tanah dasar pada jalan Distrik Tanah Miring SP 4 Kampung Waninggap Say.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi penelitian

Lokasi Penelitian yang bertempat di jalan Poros SP 4 Kabupaten Merauke, untuk itu Sampel tanah yang merupakan tanah asli di ambil dijalan poros SP 4 dan berikut ini adalah gambaran umum lokasi penelitian pengambilan sampel tanah pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2. Metode pengambilan data

Pengambilan data lapangan atau sampel tanah di ambil dari pinggir bahu jalan yang berketinggian sekitar satu meter dari permukaan jalan, pengambilan sampel dilihat dari titik kerusakan jalan terparah setelah dilakukan observasi dan kemudian dilanjutkan dengan pemboran tangan dengan kedalaman tertentu. Untuk kebutuhan sampel yang di ambil adalah tanah (*Undisturbed*) dan (*Distributed*) [11].

a. Pengambilan sampel tanah

Pengambilan sampel tanah asli dilakukan pada lokasi ruas jalan Distrik Tanah Miring SP 4 Kabupaten Merauke, sampel diambil dengan melakukan pemboran dan *Test PIT* pada setiap titik yang di mana terdiri dari 4 titik untuk STA 0+100 (titik 1), STA 0+200 (titik 2), STA 0+300 (titik 3), dan STA 0+400 (titik 4) untuk setiap STA *handbor* dari badan jalan pada setiap kedalaman 20 cm, 40 cm, 80 cm, dan 100 cm sampai dengan kedalaman 200 cm untuk pengambilan sampel *UDS* kemudian untuk *Test PIT* sendiri dilakukan penggalian di samping badan jalan pada kedalaman 50 cm.

b. Pengambilan sampel tanah

Pengujian sampel tanah asli yang di ambil dari lokasi penelitian Ruas jalan SP4 kemudian akan dilanjutkan dengan pengujian sifat fisis dan mekanis Tanah yang bertempat di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus. Pengujian ini meliputi beberapa macam jenis penelitian yaitu Pengujian Kadar Air, Pengujian Berat isi tanah, Pengujian Berat jenis tanah, Pengujian Batas-batas *attemberg*, Pengujian Analisa Saringan, Penelitian Analisa *Hydrometer*, Pengujian kekuatan geser langsung, Pengujian Pemadatan Tanah, Pengujian *CBR* (*California Bearing Ratio*).

2.3. Lokasi penelitian

Setelah dilakukannya penelitian dan data hasil penelitian dari beberapa pengambilan sampel beserta pengujian sifat fisis dan mekanis tanah terkumpul, kemudian akan dilanjutkan dengan menganalisa hasil data yang akan disusun dalam bentuk tabel, grafik maupun hubungan deskripsi mengenai tabel dan grafik.

2.4. Analisa data

Setelah dilakukannya penelitian dan data hasil penelitian dari beberapa pengambilan sampel beserta pengujian sifat fisis dan mekanis tanah terkumpul [12]. kemudian akan dilanjutkan dengan menganalisa hasil data yang akan disusun dalam bentuk tabel, grafik maupun hubungan deskripsi mengenai tabel dan grafik.

a. Kadar air

Kandungan air suatu tanah ditentukan dengan membagi berat keringnya dengan berat air yang dikandungnya, (SNI 03-1965-1990) [13]. Berikut Persamaan (1) untuk menentukan kadar air:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \quad (1)$$

b. Berat isi tanah

Berat satuan tanah adalah perbandingan antara berat total tanah dengan berat total tanah dan perbandingan berat total tanah dengan kandungan total tanah (SNI 03-4804-1998) [14]. Berikut Persamaan (2)untuk menentukan berat isi tanah:

$$\gamma = \frac{w}{v} \quad (2)$$

c. Berat jenis tanah

Berat jenis tanah adalah salah satu parameter yang sering digunakan dalam menghitung hubungan antara volume dan berat tanah, yaitu porositas, angka pori dan derajat kejenuhan (SNI1964-2008) [15]. Berikut Persamaan (3) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$Gs = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (3)$$

d. Analisa saringan

Ukuran butir tanah dapat berdampak pada kualitas tanah. Berdasarkan ukuran butiran tanah, jenis tanah dapat diberi nama atau dikategorikan (SNI 3423-2008) [16]. Berikut Persamaan (3) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$Pt = \frac{w_t}{w_1} \times 100\% \quad (4)$$

e. *Hydrometer*

Dalam menentukan distribusi ukuran butiran tanah digunakan saringan no.10 agar dapat mengetahui tanah yang diuji tidak terdapat butiran tanah yang tidak lolos pada ayakan tersebut dalam pengujian ini menggunakan analisis *Hydrometer* (SNI 3423-2008) [16]. Berikut Persamaan (5) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$D = K \sqrt{\frac{L}{T}} \quad (5)$$

f. Batas-batas *Atterberg*

Pada kadar air tertentu, konsistensi merupakan keadaan fisik tanah berbutir halus [17]. Homogenitas partikel mineral lempung mempengaruhi gaya tarik-menarik antar partikel (SNI 1967-2008). Berikut Persamaan (6) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$IP = LL - PL (\%) \quad (6)$$

g. Kepadatan tanah (*Proctor Standard*)

Dengan memanfaatkan energi mekanik untuk memampatkan partikel tanah, pemasatan bertujuan untuk meningkatkan kepadatan tanah (SNI 03-1742-2008) [18]. Berikut Persamaan (7) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} \quad (7)$$

h. *California Beraing Ratio (CBR)*

Departemen Jalan Raya Negara Bagian California merancang eksperimen daya dukung tanah yang dikenal sebagai CBR (California Bearing Ratio). Pengujian penetrasi, yang melibatkan menempatkan objek uji ke objek lain (SNI 17-44-2012) [19]. Berikut Persamaan (8) untuk

menentukan berat jenis tanah:

$$CBR = \frac{Beban Terkoreksi}{Beban Standar} \times 100 \% \quad (8)$$

i. Kuat geser langsung

Gaya tahan yang dihasilkan oleh butiran tanah sebagai respons terhadap dorongan atau tarikan dikenal sebagai kekuatan geser tanah (SNI 34-20-2016) [20]. Berikut Persamaan (9) untuk menentukan berat jenis tanah:

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \quad (9)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Hand boring (Boor Loog)*

Berdasarkan hasil pengujian *Hand Bor* yang dilakukan menunjukkan perkiraan jenis tanah pada Titik 1 (STA 0+100) yaitu Lempung Berperpasir untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah sedang, kemudian untuk kedalaman 100-200 cm perkiraan jenis tanah Lempung dan memiliki tekstur tanah Halus, pada Titik 2 (STA 0+200) yaitu Lempung Berperpasir dan Lempung Berlanau untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah sedang, kemudian untuk kedalaman 100-200 cm menunjukkan perkiraan jenis tanah Lempung dan Lempung Berlanau untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah Halus, pada Titik 3 (STA 0+300) yaitu Lempung Berperpasir dan Lempung Berlanau untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah sedang, kemudian untuk kedalaman 100-200 cm menunjukkan perkiraan jenis tanah Lempung dan Lempung Berlanau untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah Halus, pada Titik 4 (STA 0+400) yaitu Lempung Berperpasir dan Lempung Berlanau untuk kedalaman 0-100 cm dan memiliki tekstur tanah sedang, untuk kedalaman 100-200 cm menunjukkan perkiraan jenis tanah Lempung dan Lempung Berlanau yang memiliki tekstur tanah Halus.

3.2 Rekapitulasi hasil pengujian

Dari pengujian terhadap sampel tanah yang dilakukan penulis di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Musamus memperoleh hasil pengujian yang telah di rekapitulasi sebagaimana dapat dilihat pada tabel 1:

Tabel 1. Rekapitulasi hasil pengujian

Titik	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Satuan
Kadar Air (w)	26,33	24,99	23,63	26,36	%
Berat Isi	1,85	1,87	1,89	1,86	gram/cm ³
Berat Jenis (Gs)	2,70	2,68	2,69	2,68	
<i>Atterberg Limit</i>					
Batas Cair (LL)	64,65	59,94	55,80	56,36	%
Indeks Plastis (PI)	42,41	37,36	34,93	35,19	%
<i>Gradasi Ukuran Butiran</i>					
Kerikil (Gravel)	0,00	0,00	0,00	0,00	%
Pasir (Sand)	11,55	10,04	12,25	11,97	%
Lanau (Silt)	40,42	42,76	41,81	43,61	%

Titik	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Titik 4	Satuan
Lempung (Clay)	47,92	47,21	45,94	44,42	%
Pemedatan Tanah (Proctor Standard)					
Kadar Air Optimum	19,57	18,51	20,04	19,68	%
Berat Volume Kering	1,590	1,687	1,612	1,620	gram/cm ³
California Bearing Ratio (CBR)					
CBR 10 x Tumbukan	1,45	1,16	0,65	1,02	%
CBR 30 x Tumbukan	2,76	2,18	1,74	2,11	%
CBR 65 x Tumbukan	3,85	2,98	2,76	3,20	%
CBR Kepadatan 100 %	3,70	2,80	2,68	3,19	%
Kuat Geser Langsung					
Sudut Geser Dalam (ϕ)	19,62	24,02	22,95	20,47	°
Kohesi (c)	0,0564	0,0917	0,0846	0,0740	kg/cm ²

Berikut hasil rekapitulasi pengujian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap keempat titik tersebut yang dimana jarak setiap titik yaitu 100 meter dan menunjukkan tanah dengan kualitas daya dukung rendah dilihat dari nilai *CBR* yang tidak memenuhi standar nilai tanah dasar.

3.3 Sistem klasifikasi AASHTO

Tabel 2. Klasifikasi tanah menggunakan AASHTO

Titik / STA	Keterangan	Jenis Tanah
Titik (0+100)	Lolos ayakan Nomor 200 sebesar 88,35% > 35%. Batas Cair sebesar 64,65%. Indeks Plastis sebesar 47,92%.	A-7-6 Tanah berlempung dengan kualitas sedang sampai buruk.
Titik (0+200)	Lolos ayakan Nomor 200 sebesar 89,96 % > 35%. Batas Cair sebesar 59,94%. Indeks Plastis sebesar 37,36%.	A-7-6 Tanah berlempung dengan kualitas sedang sampai buruk
Titik (0+300)	Lolos ayakan Nomor 200 sebesar 87,75% > 35%. Batas Cair sebesar 55,80%. Indeks Plastis sebesar 34,93%.	A-7-6 Tanah berlempung dengan kualitas sedang sampai buruk
Titik (0+400)	Lolos ayakan Nomor 200 sebesar 88,03% > 35%. Batas Cair sebesar 56,36%. Indeks Plastis sebesar 35,19%.	A-7-6 Tanah berlempung dengan kualitas sedang sampai buruk

Berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO hasil pengujian sifat fisik tanah yang telah dilakukan oleh peneliti memperoleh hasil yaitu jenis tanah berlempung pada Titik 1 (STA 0+100) sampai Titik 4 (STA 0+400) tanah yang lolos saringan No.200 (0,075 mm) adalah diatas 88%. Dengan jumlah tanah yang lolos saringan No.200 lebih dari 35% .

3.4 Sistem klasifikasi USCS

Tabel 3. Klasifikasi tanah menggunakan USCS

Titik / sta	Divisi Utama	Simbol	Nama Umum
Titik 1 (0+100)	Lolos ayakan No. 200 Batas Cair 64,65% > 50% Plastis Indeks 47,92%	CH	Lempung Tak Organik
Titik 2 (0+200)	Lolos ayakan No.200 Batas Cair 59,94% > 50% Plastis Indeks 37,36%	CH	Lempung Tak Organik
Titik 3 (0+300)	Lolos ayakan No.200 Batas Cair 55,80% > 50% Plastis Indeks 34,93%	CH	Lempung Tak Organik
Titik 4 (0+400)	Lolos ayakan No.200 Batas Cair 56,36% > 50% Plastis Indeks 35,19%	CH	Lempung Tak Organik

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik tanah menggunakan sistem klasifikasi USCS mendapatkan hasil yaitu tanah dasar di Kampung Wanigap Say dominan Lempung Tak Organik, sebagaimana pada Titik 1 (STA 0+100) sampai Titik 4 (STA 0+400) masuk ke dalam kelompok CH yang merupakan tanah dengan material dominan Lempung Tak Organik yang lolos saringan No.200 lebih dari 88%, memiliki nilai Batas Cair $\geq 50\%$, serta memiliki nilai Indeks Plastisitas diatas 4 dan apabila di tarik garis lurus berada diatas garis A pada grafik plastisitas.

3.5 Pengujian kadar air

Pada pengujian kadar air tanah, peneliti melakukan pengujian dengan mengambil 3 (tiga) benda uji dengan berat yang berbeda dari masing-masing Titik dan STA. Hasil dari pengujian ketiga benda uji tersebut akan diambil nilai rata-ratanya. Pada penelitian uji kadar air ini, tanah asli di ruas jalan SP 4 Kampung Wanigap Say memperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 25,33%. Pada pengujian Kadar Air terhadap benda uji I di Titik 1 (STA 0+100) memperoleh hasil sebagai berikut:

$$w = \frac{6,33}{23,39} \times 100\%$$

$$w = 27,29\%$$

Setelah dilakukan perhitungan benda uji II diperoleh nilai kadar air sebesar 25,60%, sedangkan pada benda uji III diperoleh kadar air sebesar 26,44%. Dari nilai kadar air ketiga benda uji tersebut didapatkan nilai kadar air rata-rata sebesar 26,48% pada Titik 1 (STA 0+100).

3.6 Pengujian berat isi tanah

Pada pengujian berat isi tanah dilakukan hal yang sama seperti pengujian kadar air dimana masing-masing Titik dan STA diambil 3 benda uji dan dihitung menggunakan persamaan (2), pada benda uji I mendapatkan hasil berat isi tanah sebagai berikut:

$$\gamma = \frac{112,43}{60,35}$$

$$\gamma = 1,86 \text{ gr/cm}^3$$

Pada benda uji II dan III Titik 1 (sta 0+100) digunakan persamaan yang sama dan mendapatkan hasil 1,83 dan 1,85. Dari berat isi tanah ketiga sampel tersebut diperoleh nilai rata-ratanya sebesar 1,85 gram/cm³.

3.7 Pengujian berat jenis tanah

Pada pengujian berat jenis tanah dilakukan pengambilan 2 benda uji dengan berat yang berbeda pada setiap Titik dan sta yang selanjutnya akan diuji serta dihitung menggunakan persamaan (3), Pada pengujian Berat Jenis terhadap benda uji I di Titik 1 (STA 0+100) mendapatkan hasil sebesar

$$Gs = \frac{44,57}{16,48}$$

$$Gs = 2,70 \text{ gr}$$

Perhitungan di atas juga digunakan untuk menghitung sampel II yang kemudian mendapatkan hasil 2,69 gram, sehingga nilai rata-rata berat jenis tanah pada Titik 1 (STA 0+100) yaitu 2,70 gram. Hasil pengujian Berat Jenis pada Titik 2 (sta 0+200) sampai Titik 4 (STA 0+400).

3.8 Pengujian analisa saringan

Pada pengujian analisa saringan sampel tanah yang digunakan yaitu sebanyak 500 gram, kemudian akan dilakukan penyaringan dengan 10 jenis saringan yang memiliki diameter berbeda untuk dapat menentukan persentase butiran tanah pada setiap unit saringan. Dalam melakukan analisa saringan digunakan persamaan (4), pada Titik 1 (STA 0+100) didapatkan hasil tanah tertinggal pada ayakan diameter 4,750 yaitu:

$$\text{Jumlah tertinggal pada } \Phi \text{ ayakan } 4,750 \text{ Pt } \frac{0}{500} \times 100\% = 0$$

Adapun hasil pengujian analisis saringan untuk melihat hasil ayakan 2,360 sampai dengan ayakan 0,075 dapat dilihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian analisa saringan

Diameter (Φ) Ayakan	Berat Awal 500					
	Berat Ayakan + sampel	Berat Ayakan (Gram)	Berat Sampel (Gram)	% Tertinggal	% Tertinggal Komulatif	% Lulos Komulatif
4,750	337,78	337,78	0	0	0	100
2,360	335,04	334,38	0,66	0,132	0,132	99,868
2,00	439,98	439,78	0,20	0,040	0,172	99,828
1,180	298,49	298,02	0,47	0,094	0,266	99,734
0,600	334,98	334,33	0,65	0,130	0,396	99,604
0,425	319,64	316,53	3,11	0,622	1,018	98,982
0,300	311,05	307,76	3,29	0,658	1,676	98,324
0,250	335,57	331,56	4,01	0,802	2,48	97,522
0,180	326,84	316,24	10,6	2,120	4,598	95,402
0,075	401,81	366,53	35,28	7,056	11,654	88,346
Sisa		441,73	88,346			
Jumlah		500	100			

Berdasarkan tabel diatas, menunjukkan hasil pengujian analisa saringan dengan jumlah sampel lolos ayakan kumulatif sebanyak 58,27 gram atau sebesar 11,654% dan jumlah sampel tertinggal pada ayakan kumulatif sebanyak 441,73 gram atau sebesar 88,346% dari sampel awal sebesar 500 gram. Jumlah sampel lolos ayakan tersebut menggambarkan bahwa tanah pada Titik 1 (STA 0+100) merupakan tanah berbutir halus dan masuk pada klasifikasi tanah lempung. Selain hasil pengujian dan perhitungan di atas, hasil pengujian pada Titik 2 (STA 0+200) hingga Titik 4 (STA 0+400) menggunakan gunkan persamaan yang sama.

3.9 Pengujian Hydrometer

Setelah melaksanakan pengujian *hydrometer*, dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (5) untuk mendapatkan jumlah butiran terbesar di kedalaman efektif pada tiap kali pembacaan *hydrometer*. Dalam pengujian *hydrometer* untuk mengetahui Butiran Terbesar pada menit 0,5 dengan Kedalaman Efektif 10,7 cm di Titik 1 (STA 0+100) mendapatkan hasil yaitu:

$$D = 0,01212 \sqrt{\frac{10,7}{0,5}} = 0,056 \text{ mm}$$

Adapun hasil pengujian *Hydrometer* untuk melihat hasil *tpembacaan* pada menit *T* 1 sampai dengan 48 jam dapat dilihat pada tabel 4.9 berikut:

Tabel 5. Hasil pengujian *Hydrometer*

Waktu Menit	Pemb. Hidrometer	Suhu °C	K	Dalam	Diameter
				Eff (L) Cm	Tanah (Mikrofon)
1	2	3	4	5	6
Formula	Data	Data	Dari Tabel	Dari Tabel	4x\sqrt(5/1)
0,5	34	29	0,01212	10,7	0,056
1	32	29	0,01212	10,9	0,040
2	31	29	0,01212	11,4	0,029
5	28	29	0,01212	11,7	0,019
15	25	29	0,01212	12,2	0,011
30	22	29	0,01212	12,7	0,008
60	19	29	0,01212	13,2	0,006
120	13	29	0,01212	14,2	0,004
240	13	29	0,01212	14,2	0,003
24 Jam	11	29	0,01212	14,5	0,001
48 Jam	10	29	0,01212	14,7	0,001

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui sukarnya sampel tanah pada Titik 1 (STA 0+100) untuk mengendap atau dapat juga disebut sebagai sulitnya sedimentasi tanah yang berada air. Kondisi tersebut menunjukkan ciri-ciri dari tanah yang masuk pada jenis lempung. Selain perhitungan di atas, data pengujian dan perhitungan hidrometer pada Titik 2 (STA 0+200) hingga Titik 4 (STA 0+400) menggunakan gunkan persamaan yang sama.

3.10 Pengujian batas-batas *Atterberg*

Pengujian *Atterberg* dilakukan untuk mengetahui batas konsistensi tanah berbutir halus dengan variabilitas kandungan air tanahnya yang kemudian akan mendapatkan nilai batas cair, batas plastis, maupun batas susut. Dari nilai batas cair dan batas plastis tersebut juga kemudian dapat diketahui pula nilai indeks plastisitasnya yang selanjutnya akan digunakan untuk mengklasifikasikan tanah yang diteliti. Nilai Plastis Indeks dapat dicari menggunakan persamaan (6), pada Titik 1 (STA 0+100) diperoleh nilai Plastis Indeks sebesar:

$$PI = 64,65 - 22,24$$

$$PI = 42,41$$

Sebagaimana yang telah tertera pada perhitungan di atas, dapat kita lihat bahwa dari hasil pengujian nilai LL sebesar 64,65%, sedangkan nilai PL sebesar 22,24% sehingga menghasilkan nilai PI sebesar 42,41%. Jumlah nilai PI ini yang mempengaruhi hasil klasifikasi tanah dasar sehingga masuk pada tanah jenis Lempung. Untuk data hasil pengujian *atterberg* pada Titik 2 (STA 0+200) hingga Titik 4 (STA 0+400) di gunakan persamaan yang sama.

3.11 Pengujian kepadatan tanah (*Proctor Standard*)

Pengujian kepadatan tanah dilakukan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum, atau bisa disebut kondisi dimana tanah mencapai batasnya untuk menyerap atau memuat kandungan air. Nilai kadar air optimum tersebut dapat menjadi acuan baik atau tidak sebuah tanah untuk dilakukan pembangunan di atasnya. Semakin kecil nilainya menggambarkan semakin buruk pula kondisi tanahnya. Untuk mendapatkan nilai kadar air optimum perlu diketahui terlebih dahulu nilai volume kering optimum tanahnya, nilai volume kering optimum tanah dapat dihitung menggunakan persamaan (7), pada Titik 1 (STA 0+100) didapatkan nilai volume kering tanah optimum sebesar:

$$\gamma_d = \frac{1,901}{1+19,57} = 1,590 \text{ gr/cm}^3$$

Dengan volume kering optimum tanah tersebut diperoleh nilai kadar air optimum sebesar 19,57%, kadar air optimum merupakan nilai kadar air yang diperoleh pada saat tanah dalam kondisi kepadatan 100%. Persamaan tersebut juga digunakan pada Titik 2 (STA 0+200) hingga Titik 4 (STA 0+400) menggunakan gunkan persamaan yang sama.

3.12 Pengujian California Beraing Ratio (*CBR*)

Dalam pengujian *CBR* yang penguji lakukan di Laboratorium menggunakan metode *CBR* desain SNI-2012. Dalam pengujian *CBR* tersebut dilakukan pengujian CBR Tanpa rendaman (*unsoaked*). Nilai *CBR* diperoleh dari hasil pembacaan jarum dial setelah dilakukan tumbukan (10, 30 dan 65 kali tumbukan). Penguji menggunakan persamaan (8), pada Titik 1 (STA 0+100) didapatkan nilai *CBR* yaitu:

Nilai *CBR* 0,1 inci = (Nilai beban 0,1 inchi / 3000) x 100

$$= \left(\frac{117,68}{3000} \right) \times 100$$

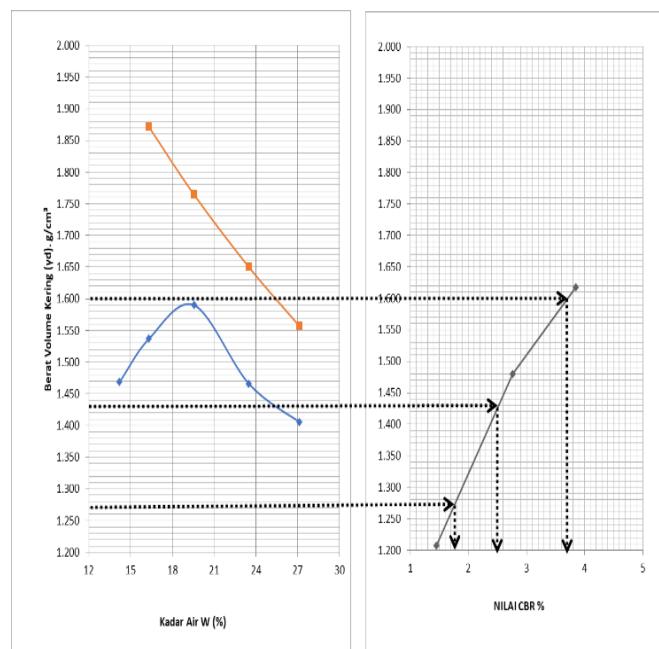
$$= 3,92\%$$

Nilai *CBR* 0,2 inci = (Nilai beban 0,2 inchi / 4500) x 100

$$= \left(\frac{169,98}{3000} \right) \times 100$$

$$= 3,78\%$$

Perhitungan tersebut juga digunakan pada Titik (STA 0+200) hingga Titik (STA 0+400) dengan 3 (tiga) jenis jumlah tumbukan yang berbeda.



Gambar 2. Nilai *CBR* dengan cara Grafik. (kepadatan 80%, 90%, dan 100%)

Dalam Gambar 4.1 grafik nilai *CBR* dan grafik kepadatan diatas dapat kita lihat bahwa kepadatan 100% terjadi pada saat Nilai *CBR* = 3,70% dan nilai berat Volume kering optimum = 1,590gr/cm³. Sesuai dengan nilai berat volume kering optimum pada grafik pemandatan di atas yang apabila ditarik garis vertikal berpotongan dengan nilai *CBR* pada nilai 3,85%. Untuk nilai kepadatan Titik 1 (STA 0+100) hingga Titik 4 (STA 0+400) menggunakan gunkan persamaan yang sama.

3.13 Pengujian kuat geser langsung

Dalam pengujian kuat geser langsung yang penguji lakukan di gunakan persamaan (9) untuk memperoleh nilai kuat geser tanah dasar Kampung Wannggap Say, pada benda uji I di Titik 1 (STA 0+100) diperoleh nilai kuat geser langsung sebesar :

$$\tau = 0,0564 + 0,030 \operatorname{tg} 20$$

$$\tau = 0,068 \text{ kg/m}^2$$

Persamaan tersebut juga digunakan pada Titik 2 (STA 0+200) – Titik 4 (STA 0+400), untuk hasil pengujian dan perhitungan lebih jelasnya dapat dilihat pada Lampiran 20, 40, 60 dan 80. Hasil pengujian kuat geser langsung pada Titik 1 (STA 0+100) – Titik 4 (STA 0+400) dapat dilihat pada tabel 4.10 berikut:

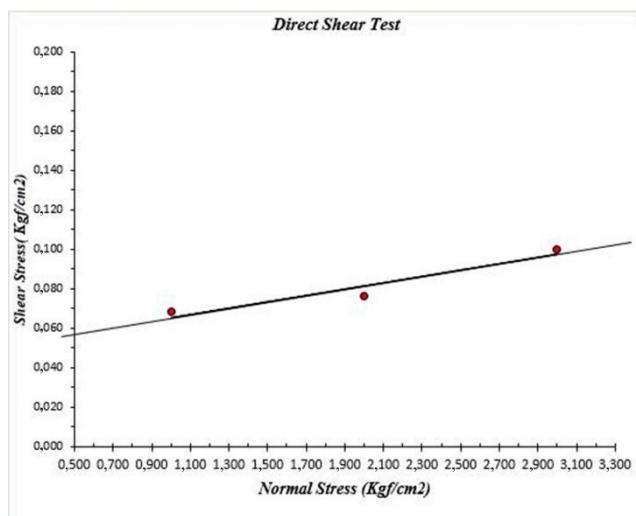
Tabel 5. Kuat geser langsung

Kohesi (kg/m ²)	Tegangan Geser	Tegangan
-----------------------------	----------------	----------

	(kg/m ²)	Normal (kg/m ²)
0,05641	0,068	0,030
	0,076	0,060
	0,100	0,121

Berdasarkan tabel diatas Titik 1 (STA 0+100) memiliki nilai kohesi sebesar $0,05641 \text{ kg/m}^2$, sehingga diperoleh kuat geser pada benda uji I sebesar $0,068 \text{ kg/m}^2$ kuat geser benda uji II sebesar $0,076 \text{ kg/m}^2$ dan kuat geser benda uji III sebesar $0,100 \text{ kg/m}^2$. Sedangkan pada hasil perhitungan tegangan normal diperoleh hasil $0,030 \text{ kg/m}^2$ pada benda uji I, $0,060 \text{ kg/m}^2$ pada benda uji II dan $0,12 \text{ kg/m}^2$ pada benda uji III. Nilai kuat geser tersebut menunjukkan angka yang rendah, nilai kuat geser menunjukkan kemampuan suatu tanah untuk melawan tegangan geser yang terjadi akibat beban yang diletakan atau diberikan di atasnya. Sehingga dengan nilai kuat geser tersebut dapat dikatakan Grafik kuat geser langsung dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

Gambar 3. Grafik Hasil Direct Shear Test



Dari hasil Grafik pada Gambar 4.2 menunjukkan nilai kuat geser dan tegangan normal benda uji I pada Titik 1 (STA 0+100) sehingga menghasilkan sudut geser dalam sebesar 20° yang masuk pada kategori sudut geser tanah jenis lempung.

3.14 Daya dukung tanah dasar SP 4 Merauke

Dari pengujian tanah dasar di ruas jalan Kampung Wannggap Say yang telah peneliti lakukan pada empat titik mulai dari Titik 1 (STA 0+100), Titik 2 (STA 0+200), titik 3 (STA 0+300) dan titik 4 (STA 0+400) memperoleh hasil diantaranya, Analisa sampel dari *Hand Boring* yaitu mendapatkan hasil perkiraan jenis tanah dominan Lempung, Pengujian *AASHTO* dengan hasil uji yang menunjukkan bahwa tanah dasar tersebut masuk kategori tanah berlempung golongan A-7-6 dengan kualitas sedang sampai buruk. Pengujian *USCS* yang menunjukkan hasil uji sampel tanah dasar masuk ke dalam kelompok CH yang merupakan tanah dengan dominan Lempung Tak Organik. Lempung memiliki butiran halus, sukar ditembus air, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Pengujian Kadar Air dari tanah tak terganggu memperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 25,33% yang

masuk dalam kategori kadar air yang tinggi, berat isi tanah diperoleh nilai rata-ratanya sebesar $1,87 \text{ gram/cm}^3$, kemudian diperoleh nilai rata-rata berat jenis tanah yaitu $2,69 \text{ Gs}$, jumlah rata-rata nilai *CBR* 10 tumbukan diperoleh nilai 1,07%, jumlah rata-rata nilai *CBR* 30 tumbukan sebesar 2,18%, nilai rata-rata *CBR* 65 tumbukan yaitu 3,20%, sedangkan nilai rata-rata *CBR* kepadatan 100% adalah 3,09%. Nilai rata-rata sudut geser dalam diperoleh hasil $21,76^\circ$ dan Kohesi $0,076 \text{ kg/cm}^2$ yang merupakan ciri-ciri dari tanah lempung.

Kondisi tanah dasar yang masuk pada klasifikasi tanah jenis lempung tak organik maupun tanah berlempung dengan kualitas sedang hingga buruk sangat berpotensi menyebabkan kerusakan pada struktur perkeraan yang ada di atasnya. Berdasarkan sifat tanah lempung yang telah dijelaskan di atas secara langsung telah menunjukkan hubungan antara kerusakan jalan di Kampung Wannggap Say dengan klasifikasi tanah dasar yang ada di jalan tersebut. Dimana pada jalan tersebut benar-benar terjadi kerusakan parah dengan adanya patahan hingga penurunan permukaan tanah beserta konstruksi perkeraan jalan di atasnya dan dapat digunakan sebagai gambaran telah terjadinya kembang susut tanah dasar maupun pergeseran tanah dasar akibat tidak stabilnya tanah dasar yang ada di bawah konstruksi perkeraan jalan tersebut.

Dalam perbaikan jalan tersebut sangat diperlukan perlakuan khusus atau modifikasi pada tanah dasarnya terlebih dahulu, sebab apabila tidak di lakukan perbaikan kualitas tanah dasar maka akan mempengaruhi kualitas maupun durabilitas dari jalan di atasnya. Selain dari klasifikasi tanah dasar tersebut dapat pula di lihat hasil pengujian *CBR* dan Uji Geser dengan hasil sperti di jelaskan di atas yang menunjukkan hasil pengujian selaras dengan hasil klasifikasi yang juga telah dilakukan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa tanah dasar yang ada di ruas jalan Kampung Wannggap Say mudah untuk berubah atau tidak stabil. Dengan jumlah kadar air yang tinggi akan menyebabkan daya dukung tanah menurun dan mudah bergeser.

Tanah dasar yang bergeser mengakibatkan konstruksi perkeraan di atasnya menjadi rusak, baik berupa retakan, patahan hingga penurunan tanah atau ambles. Kondisi ini sangat fatal bila terjadi, karena kerusakannya akan sangat parah dan juga sangat sulit untuk diperbaiki.

4. KESIMPULAN

Tanah dasar di ruas jalan Kampung Wannggap Say merupakan jenis tanah Lempung yang memiliki karakteristik yaitu bersifat kohesif, plastis dan memiliki daya dukung yang sangat rendah. Sesuai dengan hasil pengujian yang dilakukan pada tanah dasar di titik 1 STA 0+100, titik 2 STA 0+200, titik STA 0+300 dan titik 4 STA 0+400, hasil klasifikasi *USCS* masuk ke dalam kelompok CH yang merupakan tanah dengan dominan Lempung Tak Organik. Lempung memiliki butiran halus, sukar ditembus air, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kembang susut tinggi dan proses konsolidasi lambat.

Nilai daya dukung tanah di ruas jalan Kampung

Wannggap Say adalah 3% yang dimana nilai tersebut masuk pada kategori tanah dasar buruk menurut tabel klasifikasi nilai *CBR*, serta nilai sudut geser sebesar $21,76^\circ$ dengan kohesi $0,076 \text{ kg/cm}^2$. Hal ini menggambarkan bahwa tanah dasar tersebut masuk kedalam tanah jenis lempung yang memiliki sifat kohesif sehingga lebih mudah tergeser dalam kandungan air yang tinggi, semakin tinggi kadar air maka semakin rendah nilai daya dukungnya dan lebih mudah menyebabkan kerusakan pada jalan diatasnya. Rendahnya daya dukung pada tanah dasar tersebut menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya kerusakan pada ruas jalan Kampung Wannggap Say.

REFERENSI

- [1] “Hery Christandy Hardiyatmo : Mekanika Tanah. 2000.”
- [2] H. C. Hardiyatmo, “Mekanika Tanah II,” *Gadjah Mada Univ. Press*, vol. 91, no. 5, pp. 1–398, 1992.
- [3] H. C. Hardiyatmo, “Mekanika Tanah II. Edisi Ketiga,” 2003, *Yogyakarta: Gadjah Mada University Press*.
- [4] R. putri Indahningrum, J. Naranjo, Hernández, J. Naranjo, L. O. D. E. L. Peccato, and Hernández, “ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH DASAR PADA KERUSAKAN PERKERASAN JALAN AKSES JALAN TEGAL BINANGUN PALEMBANG,” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 2507, no. 1, pp. 1–9, 2020.
- [5] L. D. Wesley, “Mekanika Tanah untuk tanah endapan dan residu,” p. 577, 2012, [Online]. Available:2010_Mekanika Tanah untuk Tanah endapan dan residu.
- [6] A. K. Moh. Matsna, Kandar, Supriadi, Nurhasanah Bakhtiar, “Pendidikan Agama Islam,” *Banjarbaru Graf. Wangi Kalimantan*, vol. 2, no. 1705045066, pp. 1–111, 2017.
- [7] M. H. Abdullah and R. R. Dhana, “Analisis Daya Dukung Tanah Terhadap Kerusakan Jalan Di Desa Bulutigo Kecamatan Laren Kabupaten Lamongan,” *J. Tek.*, vol. 13, no. 2, p. 53, 2021.
- [8] R. Rochmawati, “MENENTUKAN DAYA DUKUNG TANAH (STUDI KASUS: JALAN BARU KAYU BATU BASE-G,” vol. 3, no. c, pp. 50–58, 2020.
- [9] Y. Juansyah, D. Oktarina, Feriyansyah, and D. Fadilsari, “Analisa Pengaruh Kerusakan Jalan Ditinjau Dari Nilai Daya Dukung Dan Karakteristik Tanah Dengan Metode California Bearing Ratio (CBR) (Studi Kasus : Ruas Jalan Campang Raya),” vol. 3, no. 2, pp. 67–71, 2019.
- [10] H. Hairulla, C. Utary, Y. Kakerissa, and A. Pratiwi, “Tinjauan Tanah Dasar Terhadap Nilai Kembang Susut Dan Bearing Capacity,” pp. 22–27, 2021.
- [11] R. M. Kosanke, “ANALISA DAYA DUKUNG TANAH TERHADAP KERUSAKAN JALAN PADA RUAS JALAN MEGAMENDUNG, KELURAHAN PISANG CANDI, KECAMATAN SUKUN, KOTA MALANG,” 2019.
- [12] L. D. Wesley, *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1977.
- [13] SNI 03-1971-1990, “Metode Pengujian Kadar Air Agregat,” *Badan Standarisasi Nas.*, vol. 27, no. 5, p. 6889, 1990.
- [14] SNI 03-4804-1998, “Metode Pengujian Berat Isi dan Rongga udara dalam agregat,” *Metod. Pengui. Bobot Isi dan Rongga Udar. dalam Agreg.*, pp. 1–6, 1998.
- [15] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Cara uji berat jenis tanah,” 2008.
- [16] SNI 3423:2008, “ICS 93.020 Badan Standardisasi Nasional,” *Cara uji Anal. ukuran butir tanah*, pp. 1–27, 2008.
- [17] S. N. Indonesia and B. S. Nasional, “Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah,” 2008.
- [18] Standar Nasional Indonesia, “Cara Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah,” *Sni 03-1742-2008*, pp. 1–20, 2008.
- [19] SNI 1744:2012, “Metode uji CBR laboratorium,” *Standar Nas. Indones. Badan Standarisasi Nas.*, pp. 1–28, 2012.
- [20] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 3420:2016 Metode Uji Kuat Geser Langsung Tanah Tidak Terkonsolidasi dan Tidak Terdrainase,” 2016.