

Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Naioni Kecamatan Alak Kota Kupang)

The Effect Of Subsequent Characteristics On Road Damage Level (Case Study: Naioni Road Segment, Alak District, Kupang)

Elsy E. Hangge¹, Tri M.W. Sir¹, Jeanne E.D.Soaes^{2*)}

¹ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

² Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Tanah Dasar, Karakteristik Tanah, Tingkat Kerusakan Jalan, *California Bearing Ratio* (CBR).

Keywords:

Subgrade, Soil Characteristics, Road Damage Level, *California Bearing Ratio* (CBR)

Article history:

Received: 3-03-2023

Accepted: 28-05-2023

*)Koresponden email:

jeannesperito@gmail.com

elsy@staf.undana.ac.id

trimwsir@yahoo.com

Abstrak

Ruas Jalan Naioni merupakan ruas jalan yang mempunyai tingkat kerusakan jalan yang bervariasi mulai dari kerusakan ringan, sedang, sampai berat. Kerusakan-kerusakan ini dapat diakibatkan oleh sifat dari tanah dasar. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dasar serta pengaruhnya terhadap tingkat kerusakan jalan. Metode pengujian yang digunakan yaitu metode observasi melalui pengujian sifat fisik dan mekanis. Hasil penelitian menunjukkan tanah untuk semua tingkat kerusakan jalan termasuk kelompok CH. Tanah untuk semua tingkat kerusakan jalan termasuk kelompok A-7-6, yaitu tanah lempung yang dikategorikan buruk sebagai bahan untuk tanah dasar. Dari hasil penelitian, tingkat kerusakan jalan berbanding lurus dengan meningkatnya nilai indeks plastisitas, batas cair, batas plastis, kadar air optimum dan nilai pengembangan tanah. Sebaliknya, berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum dan CBR. Hasil pengujian CBR di laboratorium menunjukkan nilai CBR terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi syarat nilai CBR terendam (>3%), dengan nilai CBR terendam pada kerusakan berat, sebesar 1,22%. CBR tak terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi syarat nilai CBR tak terendam (>6%), dengan nilai CBR terendam pada kerusakan berat, sebesar 2,12%. Nilai pengembangan tanah terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat yaitu sebesar 4,08%.

Abstract

Naioni Road is a section of road that has different degrees of damage, from light to severe. These damages can be caused by the nature of the subgrade. The purpose of this research was to learn about the physical and mechanical qualities of the subgrade as well as their impact on the extent of road damage. The observation method is used to test physical and mechanical qualities. The results revealed the soil for all stages of degradation, including the CH group (USCS). Soils for all levels of road damage including group A-7-6, namely loamy soils which are categorized as poor as material for subgrade soils. According to the study's findings, the amount of road damage increases in direct proportion to the increase in the value of the plasticity index, liquid limit, plastic limit, optimum moisture content, and soil development value. On the other hand, it is inversely related to the decline in the value of the shrinkage limit, the maximum dry volume weight, and the CBR value. The results of the CBR testing in the lab demonstrated that the submerged CBR value for all degrees of road damage did not fulfill the standards for the submerged CBR value (>3%), with the lowest CBR value for severe damage being at 1.22%. The non-submerged CBR for all degrees of road damage did not fulfill the standards for the non-submerged CBR value (>6%), with the lowest CBR value for severe damage being 2.12%. The highest land development value occurred in heavily damaged road conditions is 4.08%.

1. Pendahuluan

Dalam dunia Teknik Sipil tanah merupakan dasar dari perencanaan pembangunan suatu pekerjaan. Hal ini karena tanah berfungsi sebagai dasar perletakan dan memikul beban dalam berbagai pekerjaan konstruksi salah satunya adalah konstruksi jalan. Karakteristik tanah merupakan sifat dasar dari tanah. Karakteristik dari tanah dasar di setiap daerah akan berbeda-beda, maka pengetahuan akan sifat-sifat tanah dasar sangat penting, karena akan mempengaruhi struktur di atasnya. Menurut Sukiman (1999), perkerasan jalan adalah permukaan pelindung bagi tanah dasar, dan berfungsi untuk mendistribusikan beban ke tanah dasar. Dukungan tanah dasar terhadap perkerasan, bergantung dari reaksi tanah dasar terhadap beban dan perubahan iklim (Alamsyah, 2001). Reaksi tanah dasar bergantung pada karakteristik fisik tanah karena akan mengendalikan kinerja dari tanah dasar seperti kembang susut dan penurunan dasar tanah yang akan berdampak pada perkerasan jalan. Pekerjaan perkerasan jalan yang tidak sesuai dengan karakteristik tanah akan mengakibatkan terjadinya kerusakan pada perkerasan jalan berupa retak-retak dan jalan yang bergelombang serta dalam jangka waktu yang panjang akan mengakibatkan jalan berlubang. Permasalahan seperti ini terjadi di desa Naioni, kecamatan Alak, kota Kupang, maka perlu dilakukan pengujian terhadap karakteristik tanah dasar untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yang ada. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik dan sifat mekanis dari tanah dasar.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sampel tanah dasar yang diambil dari Ruas Jalan Naioni, Kecamatan Alak, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur, yang di ambil pada tiga titik sepanjang ruas jalan Naioni berdasarkan tingkat kerusakan jalan yang ada. Metode penelitian yang digunakan adalah metode observasi melalui pengujian sifat fisik dan mekanis, yakni pengujian di Laboratorium pada bulan Februari 2022 – Agustus 2022.

2.1. Teknik Pengambilan Data

1. Teknik Dokumentasi

Teknik dokumentasi dilakukan dengan mengambil dan mengumpulkan foto atau gambar, serta data-data pendukung lainnya seperti referensi dari buku dan jurnal yang berisikan tentang dasar teori serta rumus-rumus yang digunakan dalam penelitian ini.

2. Teknik Observasi

Teknik observasi yaitu melalui pengamatan dan pencatatan secara sistematis mengenai gejala yang tampak pada obyek penelitian. Teknik observasi dalam penelitian ini adalah pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana dan Laboratorium Pengujian dan Bina Teknik Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Nusa Tenggara Timur.

2.2. Tahapan Penelitian

1. Observasi Awal Lokasi Penelitian

Observasi awal dilakukan dengan cara melihat kerusakan yang paling dominan sepanjang ruas jalan Naioni, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan meter berdasarkan jenis kerusakan pada perkerasan jalan, kemudian dilakukan pengelompokan terhadap tingkat kerusakan berdasarkan lebar dan panjang kerusakan.

2. Pengambilan Sampel dan Persiapan Benda Uji

Sampel tanah diambil dari Ruas Jalan Naioni pada letak koordinat 10°15'13"S 123°36'13"E, 10°15'22"S 123°36'15"E, 10°15'33"S 123°36'17"E dengan kedalaman ±50 cm dari permukaan atas tanah. Sampel tanah terganggu yang telah diambil kemudian dikeringkan dengan dijemur di bawah terik matahari langsung selama tiga sampai empat hari. Setelah kering tanah dihancurkan dan diayak menggunakan saringan No.4, No.10, dan No.40.

3. Pengujian Tanah Asli

Pengujian terhadap tanah asli dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah dari ketiga jenis sampel tanah. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa jenis pengujian berdasarkan prosedur pada ASTM Standar. Pengujian yang dimaksudkan antara lain :

A. Pengujian kadar air (ASTM D 2216-98)

B. Pengujian berat jenis spesifik (ASTM D 854-02)

C. Pengujian batas-batas *Atterberg*

- Batas cair (ASTM D 4318-00)

- Batas plastis (ASTM D 4318-00)
 - Batas susut (ASTM D 427-04)
- D. Pengujian distribusi ukuran butiran
- Analisa saringan (ASTM D 422-63)
 - Analisa hidrometer (ASTM D 442-63)
- E. Pengujian pemadatan standar (ASTM D 698-00)
- F. Pengujian CBR (ASTM D 1883-99)
- G. Pengujian potensi pengembangan (ASTM D 1883-99)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Observasi Awal

Berdasarkan hasil observasi langsung di ruas jalan Naioni terdapat tiga tingkat kerusakan jalan yaitu rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat. Kerusakan pada rusak ringan berupa retak halus, untuk rusak sedang terdapat kerusakan berupa retak halus dan cekungan, serta pada rusak berat terdapat kerusakan berupa retak pinggir.

3.2 Karakteristik Tanah Dasar

Berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan mekanis di laboratorium, karakteristik tanah dasar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tanah Dasar

No	Jenis Pengujian	Nilai		
		R.Ringan	R.Sedang	R.Berat
1	Kadar Air (%)	24,58	34,49	36,14
2	Berat Jenis Spesifik	2,54	2,57	2,6
3	Batas Cair (%)	52,08	55,97	66,4
	Batas Plastis (%)	24,55	25,69	31,35
	Batas Susut (%)	12,88	10,98	9,66
4	Analisis Butiran (Lolos saringan no.200) (%)	77,78	92,52	96,48
5	Indeks Plastisitas (%)	27,53	30,28	35,04
6	Kadar Air Optimum(%)	25,81	27,5	29,9
7	Berat Volume Kering Maksimum (gr/cm ³)	1,25	1,23	1,19
8	CBR Terendam (%)	2,07	1,56	1,22
9	CBR Tidak Terendam (%)	4,13	3,11	2,12
10	Nilai Pengembangan Tanah (%)	2,21	3,14	4,08

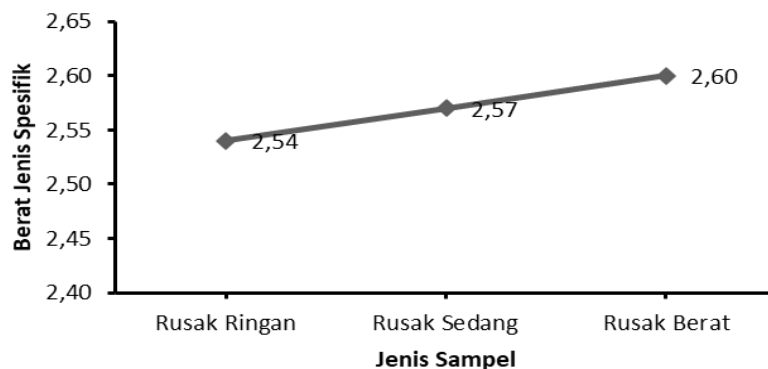
3.2. Klasifikasi Tanah Dasar

Pada umumnya, ada dua sistem klasifikasi tanah yang digunakan berdasarkan distribusi ukuran butiran dan batas-batas Atterberg, yakni sistem klasifikasi AASHTO dan sistem klasifikasi USCS (Das 2009). Berdasarkan sistem AASHTO tanah dasar pada setiap tingkat kerusakan jalan masuk dalam jenis tanah A-7-6 dengan nilai GI untuk tanah rusak ringan sebesar 22,1, tanah rusak sedang 31,8, dan tanah rusak berat 40,81. Adapun berdasarkan sistem USCS tanah dasar untuk setiap tingkat kerusakan jalan tergolong dalam kelompok CH, yang merupakan lempung non organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

3.3. Kaitan Karakteristik Tanah Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

1. Berat Jenis Spesifik

Hasil pengujian berat jenis spesifik tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 1.

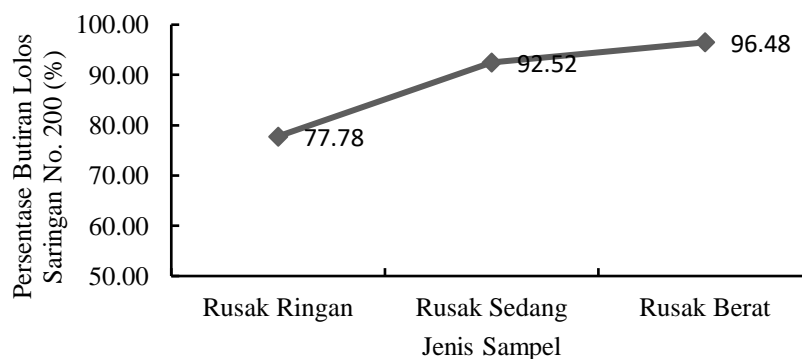


Gambar 1. Hubungan Antara Nilai Berat Jenis Spesifik Tanah Pada Setiap Tingkat Kerusakan Jalan

Gambar 1 menunjukkan nilai berat jenis spesifik untuk setiap tingkat kerusakan jalan mengalami peningkatan dari rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Berdasarkan nilai berat jenis spesifik maka tanah pada ketiga tingkat kerusakan jalan yang ada merupakan jenis tanah lempung. Menurut (Hardiyatmo, 2006) tanah lempung merupakan jenis tanah yang memiliki daya dukung rendah, dan potensi pengembangan (*swelling*) yang besar. Oleh karena itu tanah lempung merupakan tanah yang buruk untuk digunakan sebagai tanah dasar (*subgrade*) dalam pekerjaan konstruksi, seperti jalan raya, karena hal tersebut akan menghasilkan suatu konstruksi yang tidak optimal atau cepat rusak.

2. Distribusi Ukuran Butiran

Hasil pengujian distribusi ukuran butiran pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat di tunjukan dalam Gambar 2.

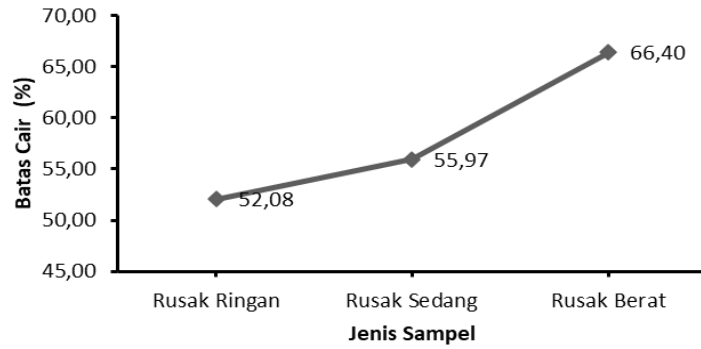


Gambar 2. Distribusi ukuran butiran tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, rusak berat

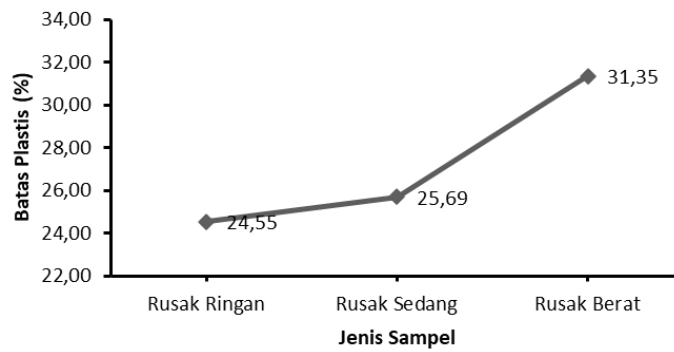
Berdasarkan nilai persentase butiran tanah untuk setiap tingkat kerusakan jalan, maka tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berbutir halus. Berdasarkan nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya, tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berlempung. Berdasarkan presentase butiran dan kelompok tanah maka dapat diartikan bahwa tanah pada ruas jalan Naioni merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas tinggi. Tanah lempung berplastisitas tinggi biasa digolongkan sebagai tanah lunak dengan daya dukung dan kekuatan yang rendah, sehingga tidak baik apabila digunakan sebagai tanah dasar dalam suatu pekerjaan konstruksi. Menurut Hardiyatmo (2006) tanah dasar yang memiliki sifat sedang sampai dengan buruk apabila dipadatkan tanah tersebut akan menjadi debu dan kemungkinan terjadi penurunan. Penurunan pada tanah berbutir halus lebih besar dibandingkan tanah berbutir kasar, maka tanah pada ruas jalan Naioni mengalami penurunan yang besar sehinggannya mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.

3. Nilai Batas – batas Atterberg

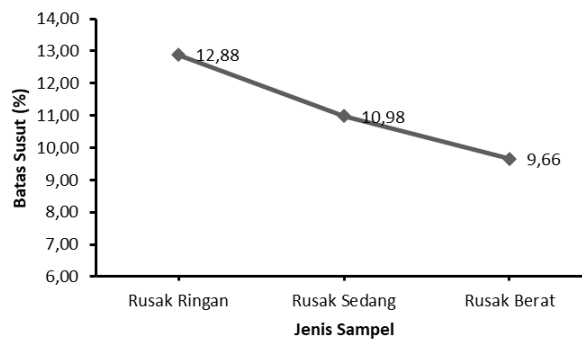
Hasil pengujian batas-batas *Atterberg* pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 3 - Gambar 6.



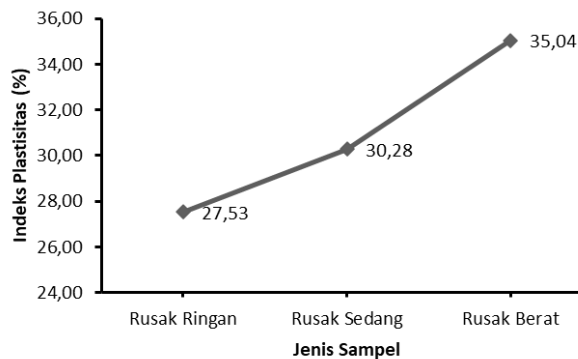
Gambar 3. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas cair



Gambar 4. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas plastis



Gambar 5. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai batas susut



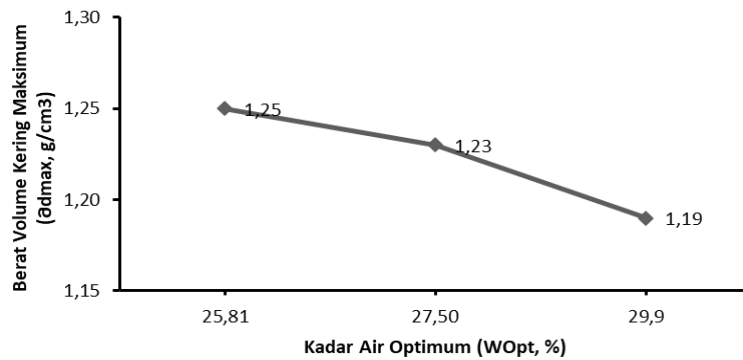
Gambar 6. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai indeks plastisitas

Berdasarkan nilai batas cair, batas plastis, batas susut, dan indeks plastisitas, maka tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung dengan plastisitas yang tinggi karena nilai indeks plastisitas > 17, serta potensi pengembangan yang tinggi dan sangat tinggi berdasarkan nilai

indeks plastisitas dan nilai batas cair. Semakin tinggi nilai indeks plastisitasnya maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Dimana tanah ini merupakan tanah yang mempunyai potensi kembang susut yang besar apabila terjadi perubahan kadar air. Tanah dengan sifat ini, maka kontribusi terhadap kerusakan sangat besar karena kemungkinan terjadinya perubahan kadar air dalam tanah, juga potensi untuk terjadi pengembangan dan penyusutan pada saat peralihan iklim sangat besar. Hal ini berdampak pada kerusakan jalan berupa terjadinya retakan yang dapat teridentifikasi melalui permukaan jalan (Daud, 2006). Menurut Hardiyatmo, (2006) perubahan volume akibat kembang susut juga sering merusak bangunan gedung ringan dan perkerasan jalan raya.

4. *Pemadatan Standar Proktor*

Hasil pengujian pemadatan standar proktor pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat ditunjukkan dalam Gambar 7.

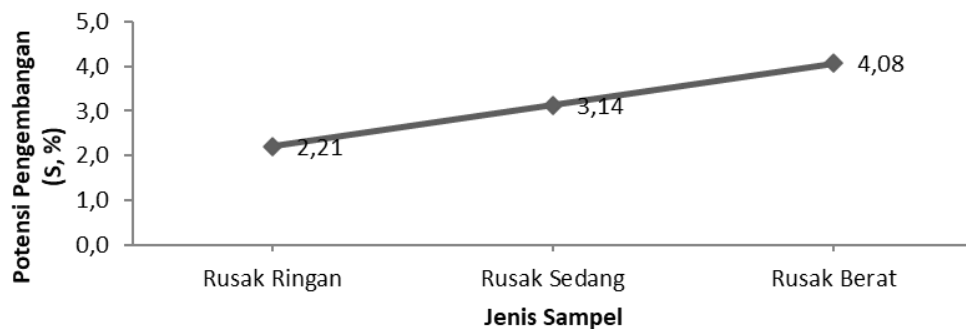


Gambar 7. Hubungan antara kadar air optimum terhadap berat volume kering maksimum hasil uji pemadatan standar *proctor*

Hasil Uji Pemadatan Standar *Proctor* menunjukkan tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung yang mana rentan terhadap perubahan kadar air, dimana jika terjadi peningkatan kadar air maka kepadatan tanah akan berkurang. Pada kadar air yang tinggi nilai kepadatannya akan berkurang karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air, yang mengakibatkan tanah menjadi jenuh sehingga tanah akan mudah mengalami penurunan apabila diberi beban. Menurut Hangge, dkk (2020) tanah dengan nilai berat volume kering maksimum yang rendah dan nilai kadar air optimum yang tinggi akan menyebabkan kerusakan pada perkerasan jalan, sehingga tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar.

5. *Potensi Pengembangan Tanah*

Uji potensi pengembangan tanah dilakukan sebelum uji CBR. Tanah yang telah dipadatkan kemudian direndam selama 4 hari untuk mendapatkan kondisi tanah jenuh air dan mengalami pengembangan maksimum. Hasil pengujian ditunjukkan dalam Gambar 8.



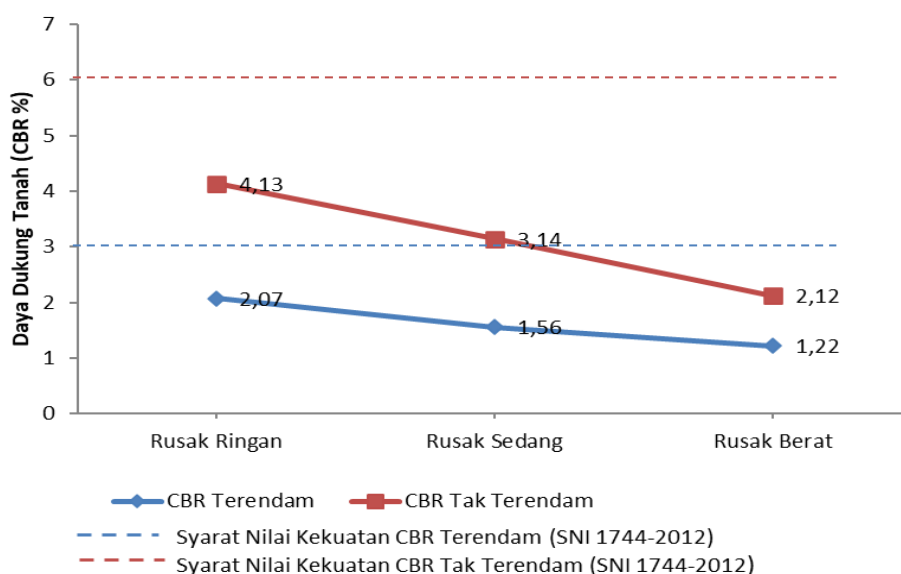
Gambar 8. Hubungan antara tingkat kerusakan jalan terhadap nilai potensi pengembangan

Hasil pengujian menunjukkan semakin besar nilai potensi pengembangan, maka semakin

meningkat kerusakan jalan. Nilai pengembangan terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat. Pengembangan tanah terjadi karena adanya perubahan volume tanah yang diakibatkan oleh penyerapan air. Tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung dengan potensi pengembangan tinggi dan sangat tinggi yang mana akan mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaliknya bila kadar air bertambah maka lempung akan mengembang. Sifat mudah mengembang pada tanah mengakibatkan terjadinya gerakan vertikal sehingga akan berdampak pada perubahan volume tanah dasar pada konstruksi jalan. Perubahan volume tanah akan membahayakan konstruksi di atasnya, serta pengembangan tanah akan merusak perkerasan jalan.

6. *California Bearing Ratio (CBR)*

Pengujian CBR dibagi menjadi dua yaitu CBR terendam dan tak terendam. Hasil pengujian nilai CBR terendam dan tak terendam untuk setiap tingkat kerusakan jalan ditunjukkan dalam Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan antara nilai CBR terendam dan CBR tidak terendam tanah dasar terhadap tingkat kerusakan jalan

Merujuk pada SNI 1744-2012, nilai CBR terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi standar sebagai tanah dasar yaitu < 3%, untuk nilai CBR tak terendam pada setiap tingkat kerusakan jalan juga tidak memenuhi standar sebagai tanah dasar yaitu < 6%. Nilai CBR mengalami penurunan dari CBR tak terendam ke CBR terendam. Penurunan ini terjadi karena perendaman yang dilakukan akan meningkatkan kadar air tanah sehingga kekuatan tanah menjadi berkurang dan mengakibatkan penurunan nilai CBR. Peningkatan kadar air pada tanah akan menyebabkan semakin lemahnya daya dukung tanah (Hangge dkk, 2022). Menurut Hardiyatmo (2006) tanah dasar akan mengalami kehilangan kualitas daya dukung tanah karena pengaruh air. Hal ini dikarenakan air lebih banyak meresap ke dalam tanah pada periode yang panjang. Kondisi tanah pada Ruas Jalan Naioni merupakan tanah lempung yang mudah mengembang sehingga apabila terjadi penyerapan air, maka tanah akan mengembang yang mengakibatkan terjadi perubahan pada bentuk tanah. Perubahan ini yang dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Dalam Yahya (2016) menunjukkan pada tanah yang mengalami kerusakan perkerasan jalan nilai CBR < 3% untuk CBR terendam dan < 6% untuk CBR tak terendam. Berdasarkan hasil ini maka tanah dasar dengan nilai CBR yang tidak memenuhi standar yang ada tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar dalam pekerjaan perkerasan jalan karena akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan di atasnya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat, diklasifikasikan sebagai tanah lempung dengan plastisitas tinggi, serta potensi pengembangan yang tinggi dan sangat tinggi, sehingga dikategorikan buruk sebagai tanah dasar. Tingkat kerusakan jalan berbanding lurus dengan semakin meningkatnya nilai indeks plastisitas, batas cair, batas plastis, dan nilai pengembangan tanah. Sebaliknya, tingkat kerusakan jalan pada Ruas Jalan Naioni ini berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum, dan nilai CBR baik CBR terendam maupun CBR tidak terendam.

Daftar Pustaka

- Alamsyah, A.A, 2001, *Rekayasa Jalan Raya*. Malang. Universitas Muhammadiyah.
- ASTM. 1980. *Annual Books Of ASTM Standards (American Society For Testing Material)*. Philadelphia.
- 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.
- Hangge, E. E., Bella, R. A., & Ullu, M. C. 2020. "Pemanfaatan Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif." *Jurnal Teknik Sipil* 10(1): 1-14.
- Hangge, E. E., Karels, D. W., & 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.