

# PENGARUH KARAKTERISTIK TANAH DASAR TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN JALAN

## (STUDI KASUS: RUAS JALAN BASUKI RAHMAT KENARI KOTA KEFAMENANU)

Fransiskus Oktorivansi Liu<sup>1\*</sup>, Tri M. W. Sir<sup>2</sup>, Elia Hunggurami<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jalan Adisucipto, Kupang  
e-mail: ([trimwsir@staf.undana.ac.id](mailto:trimwsir@staf.undana.ac.id))

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jalan Adisucipto, Kupang  
e-mail: ([eliahunggurami@yahoo.com](mailto:eliahunggurami@yahoo.com))

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Nusa Cendana, Jalan Adisucipto, Kupang  
e-mail: ([rivanliu10@gmail.com](mailto:rivanliu10@gmail.com))

### ABSTRAK

Ruas jalan Basuki Rahmat Kenari 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 ML yang merupakan tanah berlempung. Tanah pada kondisi rusak ringan termasuk kelompok A-7-5 dan tanah pada kondisi rusak sedang dan rusak berat termasuk kelompok A-7-6, yaitu tanah berlanau yang dikategorikan baik sampai jelek 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 1,11%. CBR tak terendam untuk semua tingkat kerusakan jalan tidak memenuhi syarat nilai CBR tak terendam (>6%), dengan nilai CBR terendam pada kerusakan berat, sebesar 2,07%. Nilai pengembangan tanah terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat yaitu sebesar 3,58%.

Kata Kunci: Tanah Dasar, Karakteristik Tanah, kerusakan Jalan, *California Bearing Ratio*.

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Jalan raya adalah salah satu prasarana yang yang mempercepat pertumbuhan dan perkembangan suatu Negara. Di dalam Undang-Undang Republik Indonesia No.38 tahun 2004 tentang prasarana jalan, disebutkan bahwa jalan mempunyai peranan penting dalam mewujudkan perkembangan kehidupan bangsa. Jalan darat sangat dibutuhkan oleh masyarakat dalam melaksanakan aktivitas sehari-hari. Tingginya frekuensi kendaraan yang lewat mengakibatkan turunnya tingkat pelayanan jalan yang ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan perkerasan jalan. Kerusakan tersebut mengakibatkan kerugian, seperti waktu tempuh semakin lama, kemacetan dan kecelakaan lalu lintas. Ruas jalan memiliki komponen pokok yaitu perkerasan jalan. Desain perkerasan jalan disesuaikan dengan standar yang ditetapkan oleh masing-masing negara. Ada dua tipe perkerasan jalan, yaitu flexible pavement (perkerasan lentur) dan rigid pavement (perkerasan kaku). Perkerasan lentur adalah struktur perkerasan yang sangat banyak digunakan dibandingkan dengan struktur perkerasan kaku. Struktur perkerasan lentur dikonstruksi baik untuk konstruksi jalan, maupun untuk konstruksi landasan pacu. Perkerasan lentur merupakan lapisan yang terdiri lapisan aspal beton (Surface Course), lapisan pondasi (Base Course), dan lapis tanah dasar (Subgrade). Dalam merencanakan tebal perkerasan akan didesain sesuai umur rencana yang direncanakan. Namun dalam kondisi lapangan tidak menutup kemungkinan jalan tersebut setelah dibuka untuk melayani lalu lintas mengalami kerusakan yang lebih cepat. Hal ini terjadi karena beberapa faktor, di antaranya terdapat faktor cuaca, beban kendaraan yang berlebih dan kondisi karakteristik tanah dasar yang ikut mempengaruhi kesalahan dalam pelaksanaan konstruksi perkerasan jalan. Tanah di setiap daerah memiliki karakteristik yang tidak sama dan tingkat kekerasan yang berbeda, terlihat di ruas jalan Basuki Rahmat Kenari kota Kefamenanu Kabupaten TTU, yang mana ruas jalan tersebut banyak terdapat kerusakan jalan di antaranya rusak permanen, retak, terkelupasnya bagian lapis atas jalan

serta terdapat lubang di hampir sepanjang jalan Basuki Rahmat Kenari. Jalan Basuki Rahmat Kenari memiliki panjang jalan lebih dari 1000 m (+1 km), lebar jalan 4,20 m dan bahu jalan 1 m.

## B. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik tanah dasar dan pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan Basuki Rahmat Kenari, Kecamatan Kota Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara.

## 2. Tinjauan Pustaka

### A. Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air dalam contoh tanah dengan beratbutiran pada volume tanah yang diselidiki (Das, 2009). Perhitungan kadar air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada suatu jenis tanah. Kandungan air dalam tanah sangat berpengaruh pada konsistensi tanah. Selain itu kadar air tanah juga digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100\% \quad (1)$$

di mana:

- W : Kadar air (%)
- $W_w$  : Berat air (gram)
- $W_s$  : Berat butiran padat (gram)

### B. Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan antara berat volume butiran padat ( $\gamma_s$ ) dengan berat volume air ( $\gamma_w$ ) pada temperatur 4°C.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \quad (2)$$

di mana:

- $G_s$  : Berat jenis (*Specific Gravity*)
- $\gamma_s$  : Berat volume butiran padat (gram/cm<sup>3</sup>)
- $\gamma_w$  : Berat volume air pada temperatur 4°C (gram/cm<sup>3</sup>)

### C. Batas Cair

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Untuk mengatur kadar air dari tanah agar memenuhi syarat yang ditetapkan, ditentukan dari uji Casagrande. Karena sulitnya mengatur kadar air pada waktu celah menutup pada 25 kali pukulan, biasanya percobaan dilakukan beberapa kali dengan kadar air yang berbeda dengan jumlah pukulan berkisar antara 15 sampai 35. Kemudian, hubungan kadar air dan jumlah pukulan digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan (Hardiyatmo, 2002). Hubungan antara kadar air dan log N dianggap sebagai suatu garis lurus yang dinamakan sebagai kurva aliran (flow curve). Kemiringan dari kurva aliran disebut indeks aliran.

$$I_F = \frac{w_2 - w_1}{\log N_2 / N_1} \quad (3)$$

di mana:

- $I_F$  : indeks aliran (*Flow index*)
- $w_1$  : Kadar air (%) pada  $N_1$  pukulan
- $w_2$  : Kadar air (%) pada  $N_2$  pukulan

### D. Batas Plastis

Batas plastis didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah plastis dan semi padat (Hardiyatmo, 2002). Batas plastis bertujuan untuk menentukan batas terendah kadar air ketika tanah dalam keadaan plastis (SNI, 2008).

$$\frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\% \quad (4)$$

### E. Batas Susut

Batas susut didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi padat dan padat (Hardiyatmo, 2002). Batas susut digunakan untuk mengevaluasi potensi susut atau kemungkinan pengembangan atau juga retak-retak dalam pekerjaan-pekerjaan tanah (SNI, 2008).

$$= \left\{ \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} - \frac{(v_1 - v_2)}{\gamma_w} \right\} \times 100\% \quad (5)$$

di mana:

- $m_1$  : Berat tanah basah dalam cawan percobaan (gram)
- $m_2$  : Berat tanah kering oven (gram)
- $v_1$  : Volume tanah basah dalam cawan (cm<sup>3</sup>)
- $v_2$  : Volume tanah kering (cm<sup>3</sup>)
- $\gamma_w$  : Berat volume air (g/cm<sup>3</sup>)

### F. Indeks Plastisitas

Indeks plastisitas adalah selisih batas cair dan batas plastis (Hardiyatmo, 2002). Indeks plastisitas tanah bertujuan untuk menentukan angka indeks plastisitas suatu tanah (SNI, 2008).

$$PI = LL - PL \quad (6)$$

di mana:

- $PI$  : Plastisitas indeks (*Plasticity Index*) (%)
- $LL$  : Batas cair (*Liquid Limit*) (%)
- $PL$  : Batas Plastis (*Plastic Limit*) (%)

### G. Analisis Saringan

Analisis saringan tanah adalah penentuan presentasi berat butiran pada satu unit saringan dengan ukuran diameter lubang tertentu (Hardiyatmo, 1992). Analisis saringan digunakan untuk ukuran partikel-partikel berdiameter lebih besar dari 0,075 mm.

### H. Pemadatan

Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering oleh beban dinamis (Hardiyatmo, 2002). Pemadatan tanah di laboratorium dimaksudkan untuk menentukan kadar air optimum dan kepadatan kering maksimum (SNI, 2008).

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + W} \quad (7)$$

di mana:

- $\gamma_d$  : Berat volume kering (gram/cm<sup>3</sup>)
- $\gamma_b$  : Berat volume basah (gram/cm<sup>3</sup>)
- $W$  : Kadar air (%)

### I. CBR

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban penetrasi dari suatu lapisan tanah atau perkerasan yang dilakukan dengan kedalaman serta kecepatan penetrasi yang juga sama. CBR laboratorium biasanya digunakan untuk perencanaan pembangunan jalan baru dan lapangan terbang (SNI, 1989).

$$= \frac{P_T}{P_C} \times 100 \quad (8)$$

di mana:

- CBR : Perbandingan antara beban percobaan dengan beban standar (%)
- $P_T$  : Beban percobaan (lbs)

$P_c$  : Beban standar (lbs)

### J. Potensi Pengembangan

Potensi pengembangan merupakan fungsi dari persen ukuran butir lempung dan aktivitas pada tanah campuran lempung - pasir yang dipadatkan sampai kepadatan maksimum standar proctor (Hardiyatmo, 2002). Potensi pengembangan digunakan untuk menentukan besarnya pengembangan atau penurunan pada tekanan vertikal (aksial) yang telah ditentukan atau menentukan besarnya tekanan vertikal yang diperlukan supaya tidak terjadi perubahan volume dari benda uji yang dibebani secara aksial dan tidak bergerak ke arah lateral (ke samping) (SNI, 2008).

$$\frac{\sum_{i=1}^n \left( \frac{w_i}{100} \right) \left( \frac{h_i}{h} \right)}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{w_i}{100} \right)} = 100\% \quad (9)$$

## 3. Metodologi Penelitian

### A. Bahan

Sampel tanah diambil dari Ruas Jalan Basuki Rahmat Kenari Kefamenanu, Kecamatan Kota Kefamenanu, Kabupaten Timor Tengah Utara, Provinsi Nusa Tenggara Timur, dengan letak koordinat 9 0 27' 11" S 124 0 28' 33"E, 9 0 27.12" S 124 0 28' 36"E, 9 0 27' 12" S 124 0 28' 40"E Sampel tanah ini diambil pada jarak ±15 m dari bahu jalan dengan kedalaman minimum 50 cm dari permukaan tanah

### B. Analisa Data

Pada penelitian ini, metode analisis data yang digunakan adalah metode kuantitatif deskriptif. Metode ini dilakukan melalui jalan menggambarkan, menjelaskan atau meringkas berbagai kondisi, situasi, fenomena atau variabel penelitian menurut kejadian sebagaimana adanya. Kejadian yang dimaksud adalah yang dapat dipotret, diobservasi serta yang dapat diungkapkan melalui bahan-bahan dokumenter. Proses pengumpulan data didapat dari hasil pengujian sampel tanah kemudian diuji sifat fisik dan mekanisnya di laboratorium. Data hasil pengujian tersebut diolah dengan menggunakan persamaan-persamaan dari 2.1 sampai 2.12.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil diperoleh data sebagai berikut:

Hasil Uji persyaratan statistic dapat dilihat pada tabel 6

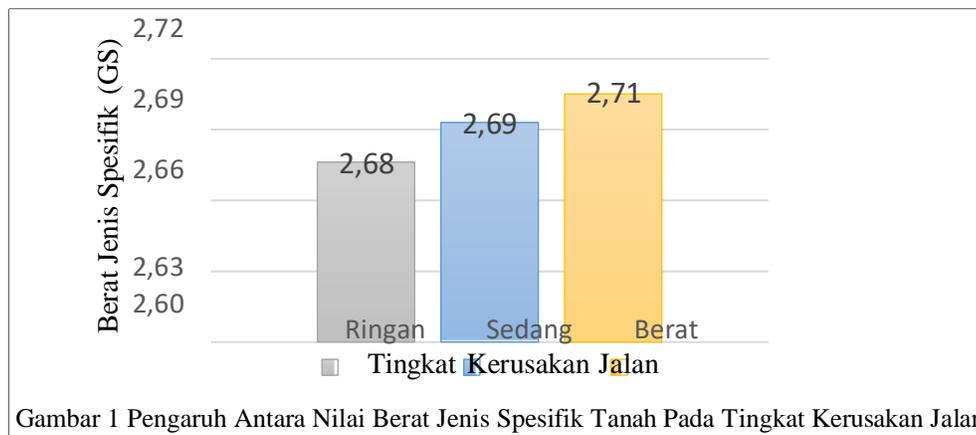
No	Jenis Pengujian	Hasil			
		Rusak Ringan	Rusak Sedang	Rusak Berat	
1	Kadar Air (Lampiran 2)	20,81	22,41	24,89	
2	Berat Spesifik (gr) (Lampiran 3)	2,68	2,69	2,71	
3	Atterber Limit % (Oven)	Batas Cair	39,00	41,43	42,98
		Batas Plastis	30,27	32,65	33,99
		Batas Susut	24,03	22,66	20,01
4	Atterber Limit % (Tanpa oven)	Batas Cair	39,43	41,69	43,16

5	Analisis butiran (Lolos saringan no. 200) (Lampiran 5)	79,83	81,68	83,95
6	AASTHO	A-7-5	A-7-6	A-7-6
7	USCS	ML	ML	ML
8	Indeks plastisitas (%) (Lampiran 6)	8,72	8,78	8,98
9	Kadar air Optimum (%) (Lampiran 12)	15,33	18,71	20,52
10	Berat Volume Kering maksimum (gr/cm <sup>3</sup> ) (Lampiran 12)	1,72	1,65	1,60
11	CBR terendam (%) (Lampiran 15,20,26)	1,53	1,26	1,11
12	CBR tak terendam (%) (Lampiran 17,23,28)	3,79	2,97	2,07
13	Nilai pengembangan tanah (%) (Lampiran 15,20,26)	1,93	2,85	3,58

## A. Pengaruh Karakteristik Tanah Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

### Distribusi Ukuran Butiran

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

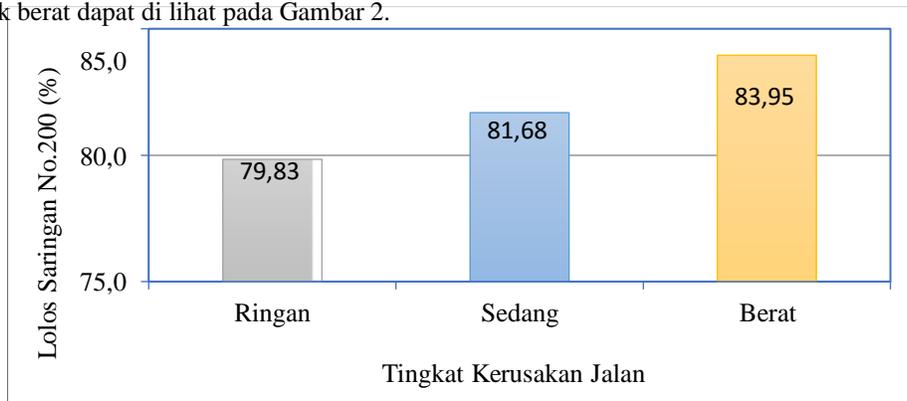


Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai berat jenis spesifik dari setiap tingkat kerusakan jalan mengalami peningkatan dari 2,68, 2,69 dan 2,71. Sesuai dengan (Tabel 2.14) tentang Specific Gravity beberapa macam tanah, maka sesuai dengan nilai

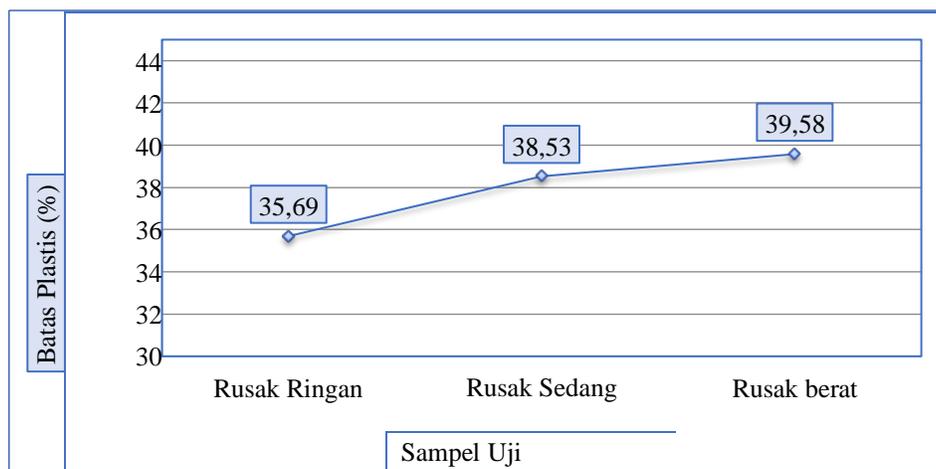
berat jenis spesifik yang diuji tanah ini berbutir halus. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil dari pengujian terdahulu pada tanah dasar di ruas jalan Manulai-Tablolong, dimana nilai pada setiap kerusakan mengalami peningkatan pada kondisi jalan rusak ringan 2,61, rusak sedang 2,62, dan rusak berat 2,65 (Hangge dkk, 2022).

### Distribusi Ukuran Butiran

Berdasarkan Pengujian distribusi ukuran butiran terdiri dari uji saringan dan analisis hidrometer. Hasil pengujian menunjukkan persentase tanah berbutir halus melalui persentase butiran yang lolos saringan No.200 untuk setiap tingkat kerusakan seperti ditunjukkan pada grafik. Grafik distribusi ukuran butiran tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat dapat di lihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Distribusi Ukuran Butiran Tanah Pada Tingkat Kerusakan Jalan



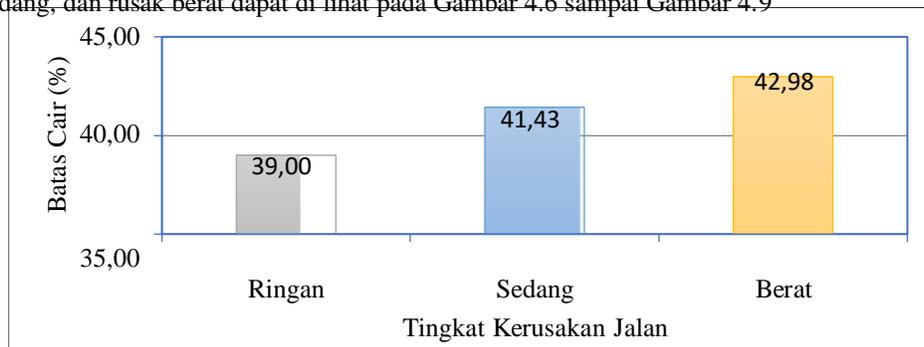
Gambar 3. Hubungan Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Batas Plastis

Gambar 2 Berdasarkan grafik hasil pengujian analisis saringan dan hidrometer menunjukkan bahwa nilai persentase butiran lolos saringan untuk setiap tingkat kerusakan jalan semakin meningkat dari tanah rusak ringan, ke rusak sedang, sampai rusak berat. Klasifikasi tanah menurut USCS untuk persentase butiran pada setiap tingkat kerusakan jalan yang lebih dari 50% tanah lolos saringan No.200 merupakan tanah berbutir halus. Berdasarkan nilai batas cair dan indeks plastisitas, tanah rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat termasuk dalam kelompok ML yaitu tanah lempung anorganik, pasir sangat halus, debu padas, pasir halus berlanau atau berlempung. Klasifikasi tanah menurut AASHTO tanah yang lebih dari 35% butirannya lolos ayakan No.200 diklasifikasikan ke dalam kelompok tanah berbutir halus. Berdasarkan nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya, tanah rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat termasuk dalam kelompok A-7-5 dan A-7-6, yang mana untuk tanah kelompok -7 merupakan jenis tanah berlempung. Berdasarkan persentase butiran kelompok tanah, maka dapat diartikan bahwa tanah pada Ruas Jalan Basuki Rahmat ini merupakan tanah berbutir halus dengan plastisitas sedang. Tanah lempung berplastisitas sedang 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 Das (2009), semakin ke kanan letak kelompok tanah dalam tabel Klasifikasi AASHTO, maka semakin berkurang kualitas tanah tersebut untuk digunakan sebagai bahan tanah dasar. Hardiyatmo (2006) mengemukakan bahwa 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 dengan tanah berbutir kasar, maka tanah pada Ruas Jalan Basuki Rahmat mengalami penurunan yang besar sehingga mengakibatkan kerusakan jalan. Selanjutnya, penurunan nilai GI menyatakan kebalikan dari kualitas tanah sebagai tanah dasar. Artinya semakin besar nilai GI maka kualitas tanah semakin buruk untuk bahan tanah dasar begitupun sebaliknya (Das, 2009). Berdasarkan hasil dari pengujian terdahulu klasifikasi tanah menurut AASHTO termasuk A-7, yaitu tanah lempung yang penilaian sebagai tanah dasar biasa sampai jelek, sehingga tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar karena dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan (Frianus,dkk., 2022)

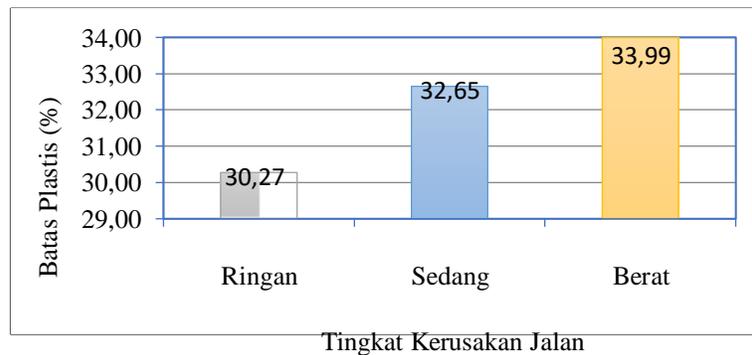
### Nilai Batas-batas Atterberg

Pengujian batas-batas Atterberg terdiri dari uji batas cair (liquid limit), uji batas plastis (plastic limit), uji batas susut (shrinkage limit) dan indeks plastisitas (plasticity index). Hasil pengujian batas-batas Atterberg pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat dapat di lihat pada Gambar 4.6 sampai Gambar 4.9



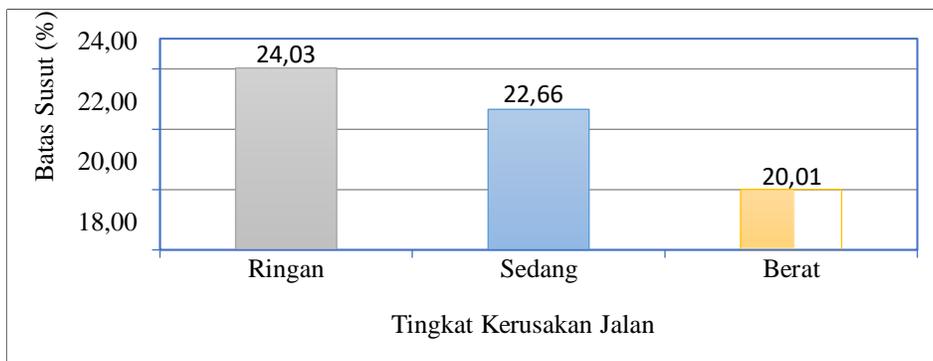
Gambar 4. Hubungan Pengaruh Antara Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Batas Cair

Gambar 4, menunjukkan nilai batas cair untuk setiap tingkat kerusakan berbeda dan juga terjadi kenaikan. Kenaikan yang ada berturut-turut sebesar 39,00%, 41,43%, dan 42,98%.



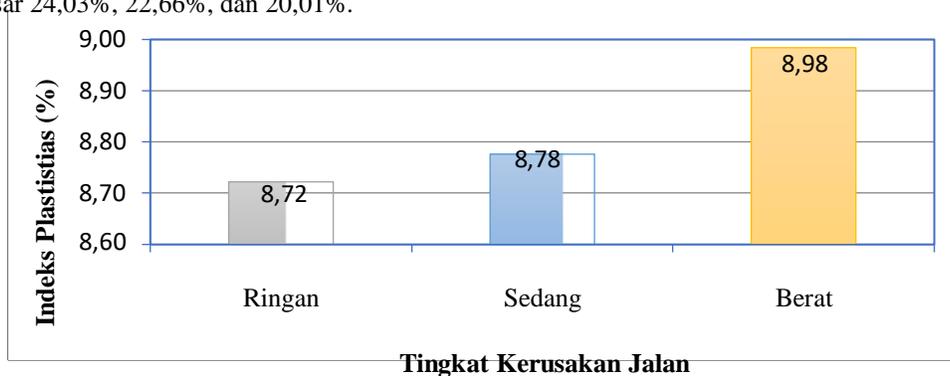
Gambar 5 Pengaruh Antara Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Batas Plastis

Gambar 5 menunjukkan nilai batas plastis untuk setiap tingkat kerusakan berbeda dan juga terjadi kenaikan. Kenaikan yang ada berturut-turut sebesar 30,27%, 32,65%, dan 42,98%.



Gambar 6 Pengaruh Antara Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Batas Susut

Gambar 6 menunjukkan nilai batas susut untuk setiap tingkat kerusakan berbeda dan juga terjadi penurunan. Penurunan yang ada sebesar 24,03%, 22,66%, dan 20,01%.



Gambar 7 Pengaruh Antara Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Indeks Plastisitas

Gambar 7 menunjukkan nilai indeks plastisitas untuk setiap tingkat kerusakan berbeda dan juga terjadi kenaikan. Kenaikan yang terjadi sebesar 8,72%, 8,78%, dan 8,98%.

Berdasarkan Gambar 4 sampai Gambar 7 diperoleh nilai-nilai sebagai berikut:

### 1. Rusak Ringan

Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak ringan 39,00%, batas plastis 30,27%, batas susut 24,03% dan nilai indeks plastisitas 8,72%. Menurut USCS berdasarkan nilai batas cairnya, tanah rusak ringan merupakan tanah lempung anorganik dengan plastisitas sedang, karena nilai batas cairnya < 50% yaitu sebesar 39,00%. Berdasarkan AASHTO dilihat dari nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya tanah rusak ringan termasuk dalam jenis tanah berlempung karena nilai batas cairnya < 40% yaitu 39,43% dan nilai indeks plastisitasnya < 11% yaitu 8,72%. Selanjutnya berdasarkan Hardiyatmo (2006) tentang hubungan batas-batas Atterberg dengan nilai potensi pengembangan (Tabel 2.19), untuk tanah rusak ringan potensi pengembangannya di antara rendah dan sedang karena nilai indeks plastisitasnya < 18% yaitu 8,72%, dan nilai batas cair di antara 39-50% yaitu 39,00%.

### 2. Rusak Sedang

Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak sedang 41,43%, batas plastis 32,65%, batas susut 22,66% dan nilai indeks plastisitas 8,78%. Menurut USCS berdasarkan nilai batas cairnya, tanah rusak sedang merupakan tanah lempung anorganik dengan plastisitas sedang, karena nilai batas cairnya < 50% yaitu sebesar 41,69%. Berdasarkan AASHTO dilihat dari nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya tanah rusak sedang termasuk dalam jenis tanah berlempung karena nilai batas cairnya > 41% yaitu 41,69% dan nilai indeks plastisitasnya < 11% yaitu 8,78%. Selanjutnya berdasarkan Hardiyatmo (2006) tentang hubungan batas-batas Atterberg dengan nilai potensi pengembangan (Tabel 2.19), untuk tanah rusak sedang potensi pengembangannya di antara rendah dan sedang karena nilai indeks plastisitasnya dibawah 18% yaitu 8,78%, dan nilai batas cair di antara 39-50% yaitu 41,69%.

### 3. Rusak Berat

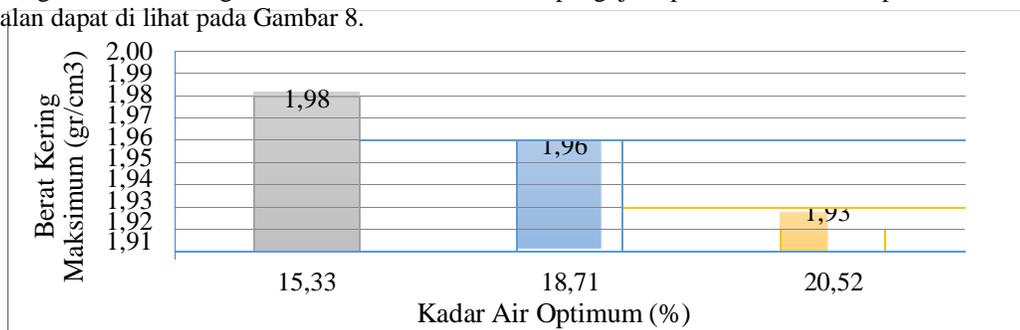
Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak berat 42,98%, batas plastis 33,99%, batas susut 20,01% dan nilai indeks plastisitas 8,98%. Menurut USCS berdasarkan nilai batas cairnya, tanah rusak berat merupakan tanah lempung anorganik dengan

plastisitas sedang, karena nilai batas cairnya < 50% yaitu sebesar 42,98%. Berdasarkan AASHTO dilihat dari nilai batas cair dan nilai indeks plastisitasnya tanah rusak berat termasuk dalam jenis tanah berlempung karena nilai batas cairnya > 41% yaitu 41,98% dan nilai indeks plastisitasnya < 11% yaitu 8,98%. Selanjutnya berdasarkan Hardiyatmo (2006) tentang hubungan batas-batas Atterberg dengan nilai potensi pengembangan (Tabel 2.19), untuk tanah rusak berat potensi pengembangannya di antara ringan dan sedang karena nilai indeks plastisitasnya < 18% yaitu 8,98%, dan nilai batas cairnya di antara 39-50% yaitu 42,98%.

Hasil pengujian dari ketiga tingkat kerusakan jalan menunjukkan tanah pada Ruas Jalan Basuki Rahmat merupakan tanah berlempung kelompok A-7-5 kondisi rusak ringan, A-7-6 kondisi rusak sedang dan berat menurut sistem AASTHO dan kelompok ML jenis tanah berlanau menurut sistem USCS. Plastisitasnya sedang karena nilai indeks plastisitas < 17 (Atterberg, 1953), serta potensi pengembangan yang rendah dan sedang berdasarkan dari nilai indeks plastisitas dan nilai batas cairnya.

### Pemadatan Standar Proktor

Hasil pengujian pemadatan standar proctor menunjukkan perbedaan nilai dari setiap jenis sampel tanah yakni pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Data hasil pengujian pemadatan standar proctor dari ketiga tingkat kerusakan jalan dapat dilihat pada Gambar 8.

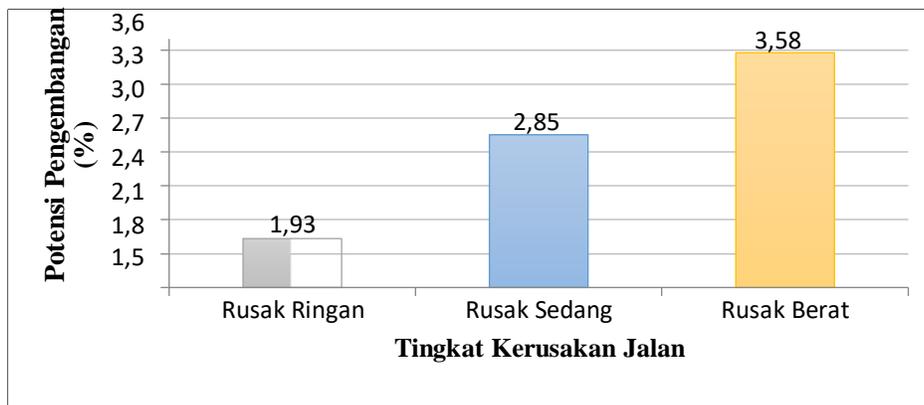


Gambar 8. Pengaruh Antara Kadar Air Optimum Terhadap Berat Volume Kering Maksimum Hasil Uji Pemadatan Standar Proctor

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum berpengaruh terhadap tingkat kerusakan jalan. Di mana semakin tinggi kadar air optimumnya maka tingkat kerusakan jalannya semakin besar, sebaliknya semakin rendah berat volume keringnya maka semakin besar tingkat kerusakannya. Tanah pada ruas Jalan Basuki Rahmat merupakan tanah lempung yang mana rentan terhadap perubahan kadar air, di mana jika terjadi peningkatan kadar air maka kepadatan tanah akan berkurang. Pada kadar air yang tinggi nilai kepadatannya akan turun karena pori-pori tanah menjadi penuh terisi air, yang mengakibatkan tanah menjadi jenuh sehingga tanah akan mudah mengalami penurunan apabila diberi beban. Hardiyatmo (2006) mengemukakan bahwa tanah dasar yang memiliki sifat sedang sampai dengan buruk, apabila dipadatkan, tanah tersebut akan menjadi debu dan kemungkinan terjadi penurunan. Kondisi tanah seperti ini tidak baik jika dijadikan tanah dasar dalam pekerjaan konstruksi. Pada peneliti terdahulu juga menunjukkan hubungan antara nilai berat volume kering maksimum berbanding terbalik dengan tingkat kerusakan jalan dan nilai kadar air optimum yang berbanding lurus dengan tingkat kerusakan jalan (Hangge, dkk., 2022). Berdasarkan nilai hasil pengujian dan peneliti terdahulu, maka hal ini menunjukkan bahwa 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 di gunakan sebagai tanah dasar.

### 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. Pembacaan arloji dilakukan pada saat 0,1,2,4,8,12,24,36,48,72, dan 96 jam untuk melihat laju perkembangan tanah. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Pengaruh Antara Tingkat Kerusakan Jalan Terhadap Potensi Pengembangan Tanah

Gambar 9 menunjukkan nilai potensi pengembangan untuk setiap tingkat kerusakan jalan mengalami peningkatan. Pengembangan tanah terjadi karena adanya perubahan volume tanah yang diakibatkan oleh penyerapan air. Sifat mudah mengembang pada tanah mengakibatkan terjadinya gerakan vertikal sehingga berdampak pada perubahan volume tanah dasar pada konstruksi jalan.

Hasil pengujian menunjukkan semakin besar nilai potensi pengembangan, maka semakin meningkat kerusakan jalan. Nilai pengembangan terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat. Menurut Hardiyatmo (2006) dalam Tabel 2.19 tanah rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat merupakan tanah dengan potensi pengembangan rendah dan sedang, karena nilai indeks plastisitasnya <18% dan nilai batas cairnya di antara 39% - 50%. Tanah dengan potensi pengembangan rendah dan sedang biasa dikenal dengan jenis tanah lempung berlanau. Tanah yang banyak mengandung lempung akan mengalami perubahan volume ketika kadar air berubah. Pengurangan kadar air menyebabkan lempung menyusut, dan sebaliknya bila kadar air bertambah maka lempung akan mengembang. Tanah dasar dengan jenis tanah lempung berlanau akan mengalami perubahan volume yang besar akibat perubahan kadar air. Perubahan volume tanah yang besar ini akan membahayakan konstruksi di atasnya, serta pengembangan tanah akan merusak perkerasan jalan (Hardiyatmo, 2006). Karakteristik dari tanah lempung berlanau ini, yang mengakibatkan kerusakan perkerasan jalan di Ruas Jalan Basuki Rahmat Kenari. Pada peneliti terdahulu juga menunjukkan bahwa tanah yang terjadi kerusakan nilai potensi pengembangan tanah sedang sampai dengan sangat tinggi. Berdasarkan nilai hasil pengujian dan peneliti terdahulu, maka dapat diketahui bahwa tanah yang mengalami potensi pengembangan rendah dan sedang akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan.

### California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR dibagi menjadi dua yaitu CBR terendam dan tak terendam. Sampel tanah yang digunakan dalam pengujian CBR merupakan tanah asli yang belum dilakukan timbunan atau pekerjaan perkerasan di atasnya. Hasil pengujian CBR terendam dan CBR tak terendam pada setiap tingkat kerusakan jalan dapat di lihat dalam Gambar 10.



Gambar 10 Pengaruh Antara Nilai CBR Terendam dan CBR Tidak Terendam Tanah Dasar Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

Kualitas daya dukung tanah dasar dapat diketahui melalui pengujian CBR. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR terendam tanah asli pada kondisi jalan rusak ringan 1,53%, rusak sedang 1,26% dan rusak berat 1,11%. Dari nilai yang ada dapat dilihat bahwa nilai CBR terendam ini mengalami penurunan dari setiap kerusakan yang ada. Hal ini menunjukkan semakin kecil nilai CBR maka tingkat kerusakan jalan semakin besar. Merujuk pada SNI 1744-2012, tanah dasar yang memenuhi syarat harus memiliki nilai CBR terendam  $>3\%$ , sehingga pada tanah dasar untuk setiap tingkat kerusakan jalan tidak ada yang memenuhi syarat CBR sebagai tanah dasar, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dasar.

Nilai CBR tak terendam tanah asli pada kondisi jalan rusak ringan 3,79%, rusak sedang 2,97%, dan rusak berat 2,07%. Dari nilai yang ada dapat di lihat bahwa nilai CBR tak terendam mengalami penurunan dari setiap kerusakan yang ada. Hal ini menunjukkan semakin kecil nilai CBR maka tingkat kerusakan jalan semakin besar. Merujuk pada SNI 1744-2012, tanah dasar yang memenuhi syarat harus memiliki nilai CBR tak terendam  $>6\%$ , sehingga tanah dasar pada setiap tingkat kerusakan jalan tidak ada yang memenuhi syarat CBR sebagai tanah dasar, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dasar.

Berdasarkan Gambar 10 terlihat nilai CBR tak terendam lebih besar dari CBR terendam. Pada tanah rusak ringan terjadi penurunan nilai dari CBR tak terendam ke CBR terendam sebesar 59,63%, untuk tanah rusak sedang sebesar 57,57% dan tanah rusak berat sebesar 46,37%. 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 (Fernandes, 2007). 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 Basuki Rahmat merupakan tanah lempung berlanau yang mudah mengembang sehingga apabila terjadi penyerapan air, maka tanah akan mengembang yang mengakibatkan terjadi perubahan pada bentuk tanah. Perubahan bentuk tanah ini yang dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan jalan. Pada penelitian terdahulu juga menunjukkan pada tanah yang mengalami kerusakan pada perkerasan jalan nilai CBR  $< 3\%$  untuk CBR terendam dan  $< 6\%$  untuk CBR tak terendam tidak baik jika digunakan sebagai tanah dasar dalam pekerjaan perkerasan jalan karena akan mengakibatkan kerusakan pada perkerasan di atasnya (Hangge, dkk., 2020).

## KESIMPULAN

1. Karakteristik tanah dasar berdasarkan jenis kerusakan
  - a. Kondisi jalan rusak ringan
    - Tanah termasuk kelompok A-7-5 (8) yaitu tanah berlanau yang dikategorikan biasa sampai jelek sebagai bahan tanah dasar.
    - Tanah termasuk dalam kelompok ML yaitu lanau anorganik, pasir sangat halus, debu padas, pasir halus berlanau atau berlempung.
    - Berat volume kering maksimum 1,72 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 15,33%.
    - CBR terendam 1,53 dan CBR tak terendam 3,79%. Kedua nilai CBR ini tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar.
    - LL (oven) = 39,00%, LL (T.oven) = 39,43, PL = 30,27%, SL = 24,03% dan PI = 8,72%, sehingga termasuk tanah dengan potensi pengembangan rendah dan sedang.
    - Pengembangan tanah 1,93%.
  - b. Kondisi jalan rusak sedang.
    - Tanah termasuk kelompok A-7-6 (9) yaitu tanah berlanau yang dikategorikan biasa sampai jelek sebagai bahan tanah dasar.
    - Tanah termasuk dalam kelompok ML yaitu lanau anorganik, pasir sangat halus, debu padas, pasir halus berlanau atau berlempung.
    - Berat volume kering maksimum 1,65 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 18,71%.
    - CBR terendam 1,26% dan CBR tak terendam 2,97%, tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar.
    - LL (oven) = 41,43%, LL(T.oven) = 41,69%, PL = 32,65%, SL = 22,66% dan PI = 8,98%, sehingga termasuk tanah dengan potensi pengembangan rendah dan sedang.
    - Pengembangan tanah 2,85%.
  - c. Kondisi jalan rusak berat
    - Tanah termasuk kelompok A-7-6 (9) yaitu tanah berlanau yang dikategorikan biasa sampai jelek sebagai bahan tanah dasar.
    - Tanah termasuk dalam kelompok ML yaitu lanau anorganik, pasir sangat halus, debu padas, pasir halus berlanau atau berlempung.
    - Berat volume kering maksimum 1,60 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 20,52%.

- CBR terendam 1,11% dan CBR tak terendam 2,07%. Kedua nilai CBR ini tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar.
  - $LL(oven) = 42,98\%$ ,  $LL(T.oven) = 43,16\%$ ,  $PL = 33,99\%$ ,  $SL = 20,01\%$  dan  $PI = 8,98\%$ , sehingga termasuk tanah dengan potensi pengembangan rendah dan sedang.
  - Pengembangan tanah 3,58%
2. Pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap tingkat kerusakan  
Berdasarkan hasil pengujian tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat, tanah diklasifikasikan sebagai tanah berlempung menurut sistem klasifikasi AASTHO dan berlanau menurut sistem klasifikasi USCS. 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 Basuki Rahmat berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum dan nilai CBR.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D 2216-96. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Kadar Air Tanah. United State
- ASTM D 854-02. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Berat Spesifik. United State
- ASTM D 4318-00. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Batas Cair dan Batas Plastis. United State
- ASTM D 427-04. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Batas Susut. United State
- ASTM D 422-63. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Distribusi Ukuran Butiran. United State
- ASTM D 442-63. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Hidrometer. United State
- ASTM D 698-00. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Pemadatan Standar. United State
- ASTM 1883-99. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang CBR. United State
- ASTM D 4546-90. American Society for Testing and Material. Metode Pengujian Tentang Potensi Pengembangan Tanah. United State
- Darwis. (n.d). Dasar-Dasar Mekanika Tanah
- 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.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1970, Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No.13/1970, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Fernandez, G.J.W. 2007. Kajian Karakteristik Lempung Bobonaro Di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Frianus Susanto Bewe, PD Rahmat, Yurnalisdel Yurnalisdel. (2022). Pengaruh Kondisi Tanah Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Karya Wiguna Desa Tegalgondo Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang.
- Hangge, dkk. (2022). Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Manulai-Tablolong Kecamatan Kupang Barat). Skripsi S-1 Prodi Teknik Sipil Universitas Nusa Cendana Kupang.
- Hardiyatmo. Hary Christady. (1992). Mekanika Tanah I. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo. Hary Christady, 2007, Perkerasan jalan. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- SNI 1744-2012. (2022). Metode Uji CBR Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 6371-2015. (2022). Tata Cara Klasifikasi Tanah Untuk Keperluan Teknik Dengan Sistem Klasifikasi Unifikasi Tanah. Badan Standarisasi Nasional.
- Soedarmo, G. D., & Purnomo, S. J. E. (1993). Mekanika Tanah 1.
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung : Penerbit Nova.
- W, Ferdinan Arie. (2003). Pengaruh Pemadatan Dan Pembasahan Terhadap Pengembangan (Swelling) Tanah Lempung. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil. Universitas Islam Indonesia.