

PENGARUH KARAKTERISTIK TANAH DASAR TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN JALAN

Elsy E. Hangge¹ (elsy@staf.undana.ac.id)

Dolly W. Karels² (dollykarels@sipil.com)

Angky O. Kapitan³ (angkykapitan25@gmail.com)

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanik dari tanah dasar dan pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan pada ruas jalan tersebut. Metode pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik tanah dan mekanis jenis tanah. Dari hasil pengujian sifat fisik tanah di laboratorium tanah dasar pada ruas jalan Manulai-Tablolong termasuk dalam jenis tanah lempung ekspansif, karena berdasarkan klasifikasi tanah termasuk jenis CH dan nilai indeks plastisitas >35% dan batas cair >63% sehingga dikategorikan buruk sebagai lapisan tanah dasar. Hasil pengujian standar Proctor menunjukkan tingkat kerusakan semakin rendah pada tanah dengan kepadatan yang tinggi, kadar air optimum yang rendah yaitu pada pengujian tanah rusak ringan dengan kadar air optimum 24,25% dan berat volume kering maksimum 1,36 gr/cm³. Hasil pengujian CBR terendam yang memenuhi syarat SNI yaitu lebih besar 3% adalah tanah pada kondisi rusak ringan dan sedang. Nilai CBR tak terendam yang memenuhi syarat SNI yaitu lebih besar 6% adalah tanah pada kondisi rusak ringan. Nilai pengembangan tanah terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat yaitu sebesar 4,59%.

Kata kunci: Tanah Dasar, Karakteristik Tanah, Kerusakan Perkerasan Jalan.

ABSTRACT

This study aims to determine the physical and mechanical properties of the subgrade and the effect of subgrade characteristics on the damage to the road section. The testing method carried out is testing the physical properties of the soil and mechanical properties of the soil. From the results of testing the physical properties of the soil in the subgrade laboratory on the Manulai-Tablolong road section, it is included in the type of expansive clay, because based on the soil classification, it includes the type of CH and the value of the plasticity index >35 % and liquid limit >63% so it is categorized as poor as subgrade. The results of the standard Proctor test show that the level of damage is lower in soils with high density, low optimum moisture content, namely in lightly damaged soil testing with an optimum moisture content of 24.25% and a maximum dry volume weight of 1.36 gr/cm³. The results of the submerged CBR testing that meet the SNI requirements, which is greater than 3%, are soils in mild and moderate damaged conditions. The non-submerged CBR value that meets the SNI requirements, which is greater than 6%, is soil in a lightly damaged condition. The largest land development value occurred in heavily damaged road conditions, which was 4.59%.

Keywords: Base Soil, Soil Characteristics, Roads Reinforcements Damage

PENDAHULUAN

Tanah dasar (*subgrade*) merupakan pondasi bagi perkerasan jalan atau tanah dasar merupakan kontruksi terakhir yang menerima beban kendaraan yang disalurkan oleh perkerasan (Bowles dalam Sudjianto, 2007). Kondisi tanah yang kurang baik sebagai tanah dasar bagi perkerasan

¹ Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

² Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

³ Prodi Teknik Sipil, FST Undana, (penulis korespondensi).

jalan seperti tanah lempung ekspansif dan lempung lunak merupakan tanah dasar yang mempunyai kekuatan rendah yang akan mengakibatkan perkerasan mudah mengalami deformasi dan retak. Karakteristik tanah dasar yang berbeda-beda pada setiap ruas jalan mempengaruhi daya dukung tanah sehingga kerusakan pada setiap ruas jalan pun berbeda.

Ruas jalan Manulai-Tablolong, Kecamatan Kupang Barat merupakan salah satu ruas jalan yang diperkirakan mempunyai jenis tanah dasar yang berbeda-beda, jika dilihat jenis kerusakan yang terjadi sepanjang ruas jalan yang mempunyai kerusakan ringan, kerusakan sedang bahkan kerusakan berat.

Berdasarkan itu maka penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik tanah dasar pada setiap ruas jalan dengan tingkat kerusakan ringan, sedang dan berat di ruas jalan Manulai-Tablolong Kecamatan Kupang Barat

Mengetahui pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap tingkat kerusakan perkerasan jalan yang terjadi di ruas jalan Manulai-Tablolong Kecamatan Kupang barat.

ANALISIS DATA

Dari hasil pengujian di laboratorium, berupa pengujian sifat fisik dan mekanis maka data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan rumus yang untuk masing-masing pengujian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Observasi

Berdasarkan pengamatan langsung disepanjang ruas jalan Manulai-Tablolong terdapat tiga tingkat kerusakan jalan yaitu rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat.

Karakteristik Tanah

Pengujian karakteristik tanah dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dan mekanis tanah pada tiga tingkat kerusakan jalan. Pengujian yang dilakukan meliputi, pengujian kadar air, berat spesifik, batas-batas Atterberg, analisis butiran, pemadatan standar Proctor, CBR dan potensi pengembangan tanah. Hasil pengujian karakteristik tanah dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan hasil pengujian, maka dapat diketahui karakteristik tanah menurut tingkat kerusakannya.

1. Rusak Ringan

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah diketahui kadar air tanah sebesar 31,87%, nilai berat spesifik tanah sebesar 2,61, nilai batas cair 65,65%, nilai batas plastis 15,30%, nilai batas susut 11,30% dan nilai indeks plastisitas sebesar 49,06%. Dilihat dari sifat fisik tanah maka menurut Atterberg (1991) tanah digolongkan sebagai tanah lempung kohesif dengan sifat plastisitas yang tinggi karena memiliki nilai indeks plastisitas lebih >17 (Tabel 2.11). Ditinjau dari hubungan antara potensi pengembangan, nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka berdasarkan klasifikasi menurut Hardiyatmo (2006) tanah masuk dalam kategori potensi pengembangan sangat tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanis tanah diketahui nilai kadar air optimum sebesar 24,26%, berat volume kering maksimum 1,36gr/Cm³, nilai CBR terendam 5,32%, nilai CBR Tak terendam 6,23% dan potensi pengembangan 2,60%. Menurut SNI 03-1732-1989 syarat nilai kekuatan CBR untuk tanah dasar yaitu CBR dalam kondisi terendam adalah lebih >3% dan nilai CBR dalam kondisi kering adalah lebih >6%. Oleh karena itu tanah pada kondisi jalan rusak ringan memenuhi syarat sebagai tanah dasar.

2. Rusak Sedang

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah diketahui kadar air tanah sebesar 24,50%, nilai berat spesifik tanah sebesar 2,62, nilai batas cair 69,56%, nilai batas plastis 19,96%, nilai batas susut 9,33% dan nilai indeks plastisitas sebesar 50,28%. Dilihat dari sifat fisik tanah maka menurut Atterberg (1991) tanah digolongkan sebagai tanah lempung kohesif dengan sifat plastisitas yang tinggi karena memiliki nilai indeks plastisitas lebih >17 (Tabel 2.11). Di tinjau dari hubungan antara potensi pengembangan, nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka berdasarkan klasifikasi menurut Hardiyatmo (2006) tanah masuk dalam kategori potensi pengembangan sangat tinggi.

Tabel 1 Karakteristik tanah

Jenis pengujian	Nilai		
	Rusak ringan	Rusak sedang	Rusak berat
1 Kadar air (Lampiran 2)	31,87	24,50	20,37
2 Berat spesifik (gr) (Lampiran 3)	2,61	2,62	2,65
3 Atterberg Limit %	Batas Cair	65,65	69,56
	Batas Plastis	15,30	19,96
	Batas Susut	11,30	9,33
4 Analisa butiran (Lolos saringan no. 200) (Lampiran 5)	72,42	76,72	78,77
5 Indeks plastisitas (%) (Lampiran 6)	49,06	50,28	53,71
6 Kadar air optimum (%) (Lampiran 12)	24,26	25,77	27,26
7 Berat volume kering maksimum (gr/cm ³) (Lampiran 12)	1,36	1,33	1,30
8 CBR terendam (%) (Lampiran 15, 20, 26)	5,32	3,55	2,81
9 CBR tak terendam (%) (Lampiran 17, 23, 28)	6,23	4,82	3,99
10 Nilai pengembangan tanah (%) (Lampiran 15, 20, 26)	2,60	3,35	4,59

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanis tanah diketahui nilai kadar air optimum sebesar 25,77%, berat volume kering maksimum 1,33gr/Cm³, nilai CBR terendam 3,55%, nilai CBR Tak terendam 4,82% dan potensi pengembangan 3,35%. Menurut SNI 03-1732-1989 syarat nilai kekuatan CBR untuk tanah dasar yaitu CBR dalam kondisi terendam adalah lebih >3% dan nilai CBR dalam kondisi kering adalah lebih >6%. Oleh karena itu, nilai CBR tak terendam tidak memenuhi syarat nilai kekuatan CBR sebagai tanah dasar.

3. Rusak Berat

Dari hasil pengujian sifat fisik tanah diketahui kadar air tanah sebesar 20,37%, nilai berat spesifik tanah sebesar 2,65, nilai batas cair 75,40%, nilai batas plastis 21,69%, nilai batas susut 8,20% dan nilai indeks plastisitas sebesar 53,71%. Dilihat dari sifat fisik tanah maka menurut Atterberg (1991) tanah digolongkan sebagai tanah lempung kohesif dengan sifat plastisitas yang tinggi karena memiliki nilai indeks plastisitas lebih >17 (Tabel 2.11). Ditinjau dari hubungan antara potensi pengembangan, nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka berdasarkan klasifikasi menurut Hardiyatmo (2006) tanah masuk dalam kategori potensi pengembangan sangat tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian sifat mekanis tanah diketahui nilai kadar air optimum sebesar 27,26%, berat volume kering maksimum 1,30gr/Cm³, nilai CBR terendam 2,81%, nilai CBR Tak terendam 3,99% dan potensi pengembangan 4,59%. Menurut SNI 03-1732-1989 syarat nilai

kekuatan CBR untuk tanah dasar yaitu CBR dalam kondisi terendam adalah lebih >3% dan nilai CBR dalam kondisi kering adalah lebih >6%. Oleh karena itu tanah pada kondisi jalan rusak berat nilai CBRnya tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar.

Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah dilakukan dengan tujuan untuk menentukan jenis tanah serta memperoleh gambaran tentang sifat-sifat tanah. Untuk menentukan jenis tanah diperlukan data dari hasil pengujian distribusi butiran dan batas-batas Atterberg. Klasifikasi jenis tanah ditentukan berdasarkan sistem klasifikasi *American association of state highway and transportation* (AASHTO) dan *Unifed soil clasification system* (USCS).

Klasifikasi Tanah menurut AASHTO

1. Rusak ringan

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO (Tabel 2.1) tanah pada kondisi jalan rusak ringan masuk dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7 karena sampel tanah yang lolos saringan No.200 lebih dari 35% dengan persentasi lolos saringan sebesar 72,42%. Jika dihubungkan dengan nilai batas cair sebesar 65,65% > 41% dan indeks plastisitas sebesar 49,06% > 11%, nilai GI berdasarkan Persamaan (2.1) diperoleh 34,71 dibulatkan menjadi 35, maka tanah ini tergolong dalam kelompok A-7-6 (35) yang merupakan tanah berlempung. Tanah jenis dikategorikan buruk sebagai lapisan tanah dasar.

2. Rusak sedang

Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO (Tabel 2.1) tanah pada kondisi jalan rusak sedang masuk dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7 karena sampel tanah yang lolos saringan No.200 lebih dari 35% dengan persentasi lolos saringan sebesar 76,72%. Jika dihubungkan dengan nilai batas cair sebesar 69,56% > 41% dan indeks plastisitas sebesar 50,28% > 11%, nilai GI berdasarkan Persamaan (2.1) diperoleh 39,36 dibulatkan menjadi 39, maka tanah ini tergolong dalam kelompok A-7-6 (39) yang merupakan tanah berlempung. Tanah jenis dikategorikan buruk sebagai lapisan tanah dasar.

3. Rusak berat

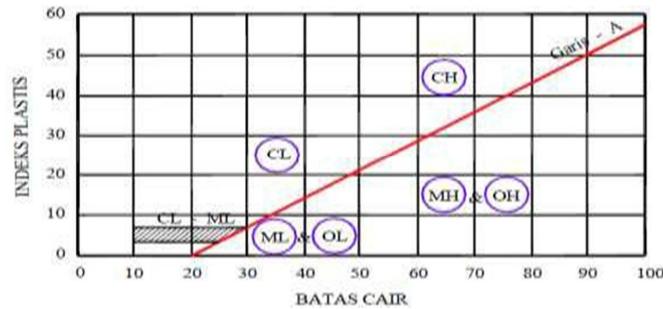
Berdasarkan sistem klasifikasi AASHTO (Tabel 2.1) tanah pada kondisi jalan rusak berat masuk dalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7 karena sampel tanah yang lolos saringan No.200 lebih dari 35% dengan persentasi lolos saringan sebesar 78,77%. Jika dihubungkan dengan nilai batas cair sebesar 75,40% > 41% dan indeks plastisitas sebesar 53,71% > 11%, nilai GI berdasarkan Persamaan (2.1) diperoleh 44,37 dibulatkan menjadi 44, maka tanah ini tergolong dalam kelompok A-7-6 (44) yang merupakan tanah berlempung. Tanah jenis dikategorikan buruk sebagai lapisan tanah dasar.

Klasifikasi Tanah menurut USCS

1. Rusak ringan

Menurut sistem USCS (Tabel 2.2) tanah dikategorikan sebagai tanah berbutir halus karena >50% tanah lolos ayakan No.200 dengan persentase 72,42%. Tanah termasuk dalam jenis lanau dan lempung karena nilai batas cair >50%. Untuk penentuan jenis tanah didasarkan pada nilai batas cair dan indeks plastisitas yang di plot pada diagram plastisitas, seperti terlihat pada Gambar 1.

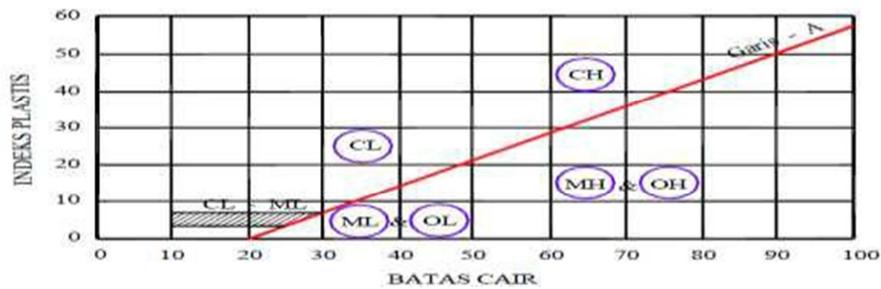
Berdasarkan hubungan antara nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka jenis tanah ini tergolong kedalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.



Gambar 1 Penentuan simbol klasifikasi tanah berdasarkan USCS rusak ringan

2. Rusak Sedang

Menurut sistem USCS (Tabel 2.2) tanah dikategorikan sebagai tanah berbutir halus karena >50% tanah lolos ayakan no.200 dengan persentase 76,72%. Tanah termasuk dalam jenis lanau dan lempung karena nilai batas cair >50%. Untuk penentuan jenis tanah didasarkan pada nilai batas cair dan indeks plastisitas yang di plot pada diagram plastisitas, seperti terlihat pada Gambar 2.

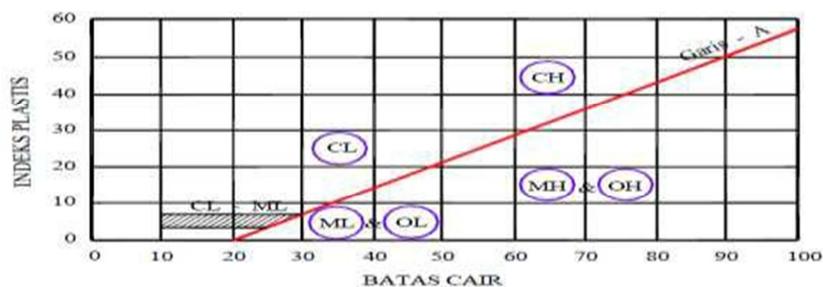


Gambar 2 Penentuan simbol klasifikasi tanah berdasarkan USCS rusak sedang

Berdasarkan hubungan antara nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka jenis tanah ini tergolong kedalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.

1. Rusak Berat

Menurut sistem USCS (Tabel 2.2) tanah dikategorikan sebagai tanah berbutir halus karena >50% tanah lolos ayakan no.200 dengan persentase 78,77%. Tanah termasuk dalam jenis lanau dan lempung karena nilai batas cair >50%. Untuk penentuan jenis tanah didasarkan pada nilai batas cair dan indeks plastisitas yang di plot pada diagram plastisitas, seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Penentuan simbol klasifikasi tanah berdasarkan USCS rusak berat

Berdasarkan hubungan antara nilai batas cair dan nilai indeks plastisitas maka jenis tanah ini tergolong kedalam kelompok CH, yaitu tanah lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.

Kaitan Karakteristik Tanah Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

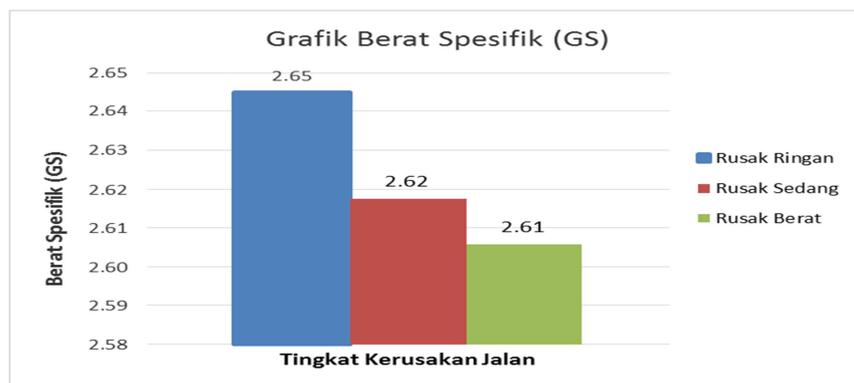
Berat Spesifik (Specific gravity)

Berdasarkan hasil pengujian tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat diperoleh hasil yang ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengujian berat spesifik

No	Benda uji	Berat spesifik
1	Rusak ringan	2,61
2	Rusak sedang	2,62
3	Rusak berat	2,65

Merujuk pada nilai berat spesifik Tabel 3, tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat termasuk dalam jenis tanah lempung organik. Hasil pengujian dalam grafik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Hasil pengujian berat spesifik

Gradasi Butiran Tanah

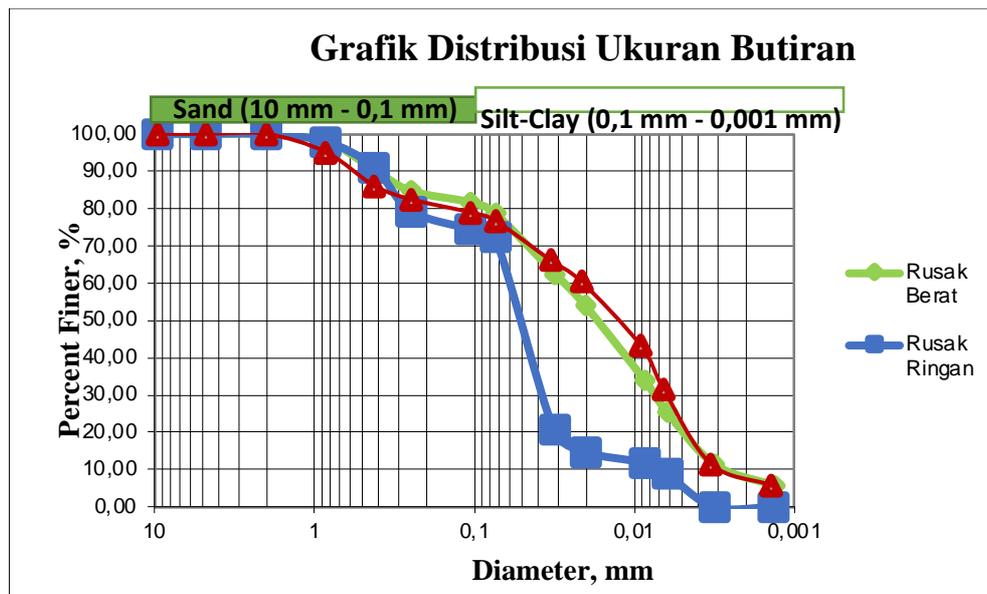
Pengujian gradasi butiran tanah yang meliputi pengujian analisis hidrometer dan saringan, menunjukkan terjadinya perubahan komposisi butiran tanah yaitu berkurangnya butiran lempung dan bertambahnya butiran pasir. Hasil pengujian gradasi butiran tanah dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian gradasi butiran tanah

No	Benda Uji	Butiran lolos saringan no. 200 (butiran halus) (%)
1	Rusak Ringan	72,42
2	Rusak Sedang	76,72
3	Rusak Berat	78,77

Dari hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan komposisi butiran tanah dimana pada kondisi jalan rusak berat butiran tanah yang lolos ayakan No.200 lebih besar dari kondisi jalan

rusak ringan dan rusak sedang. Distribusi ukuran butiran tanah pada kondisi jalan rusak ringan, sedang dan berat dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Distribusi ukuran butiran tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat.

Berdasarkan grafik hasil pengujian analisa saringan dan hidrometer menunjukkan bahwa lebih dari 50% tanah lolos saringan No.200 yang berarti bahwa tanah pada ruas jalan Manulai-Tablolong merupakan tanah berbutir halus. Menurut Hardiyatmo (2006), tanah dasar yang memiliki sifat sedang sampai dengan buruk apabila dipadatkan tanah tersebut akan menjadi debu dan kemungkinan terjadi penurunan. Penurunan yang terjadi pada tanah berbutir halus lebih besar dibandingkan tanah bebutir kasar. Penurunan terjadi karena lepasnya air dari massa tanah yang berbutir halus jauh lebih lambat sehingga penurunan yang terjadi akibat beban struktur dan beban kendaraan terus berlangsung meski tanah telah dipadatkan. Maka berdasarkan karakteristik fisik tanah tersebut dapat mengakibatkan kerusakan jalan. Jenis kerusakan jalan yang terjadi pada tanah yang mengandung *montmorillonit* adalah jenis kerusakan memanjang (Daud, 2016).

Batas-Batas Konsistensi Tanah

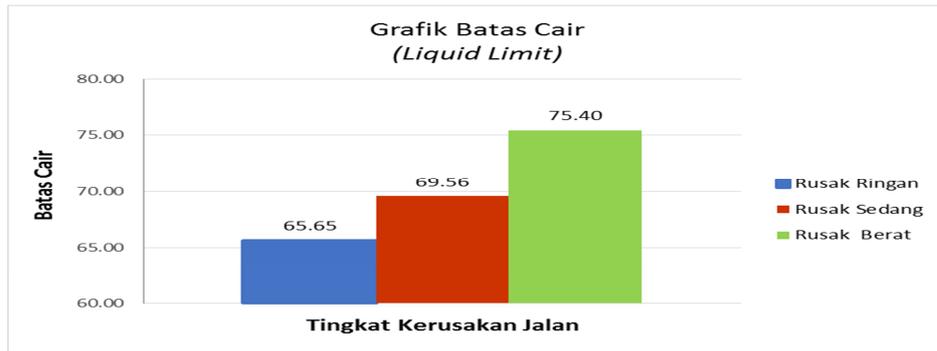
Dari pegujian batas-batas konsistensi, diperoleh hasil seperti di tunjukkan dalam Tabel 4

Tabel 4 Hasil Pengujian Batas-Batas Konsistensi

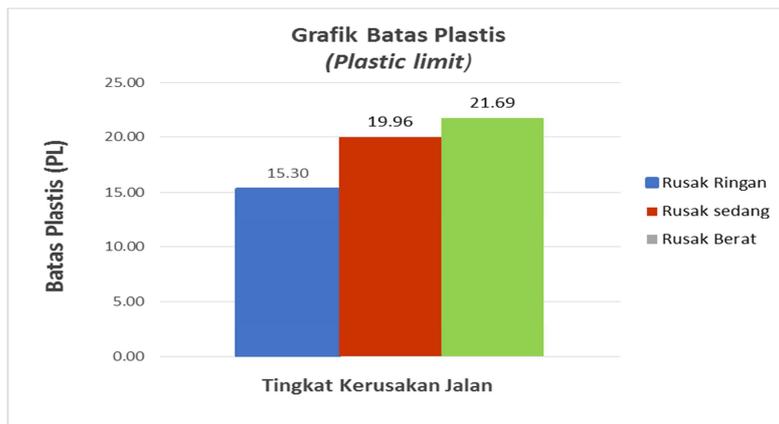
No	Benda uji	Batas cair (%)	Batas plastis (%)	Indeks plastisitas (%)	Batas susut (%)
1	Rusak ringan	65,65	15,30	49,06	11,30
2	Rusak sedang	69,56	19,96	50,28	9,33
3	Rusak berat	75,40	21,69	53,71	8,20

Berdasarkan nilai batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat menunjukkan bahwa jenis tanah pada ruas jalan Manulai-Tablolong adalah tanah berlempung yang dikategorikan buruk sebagai tanah dasar.

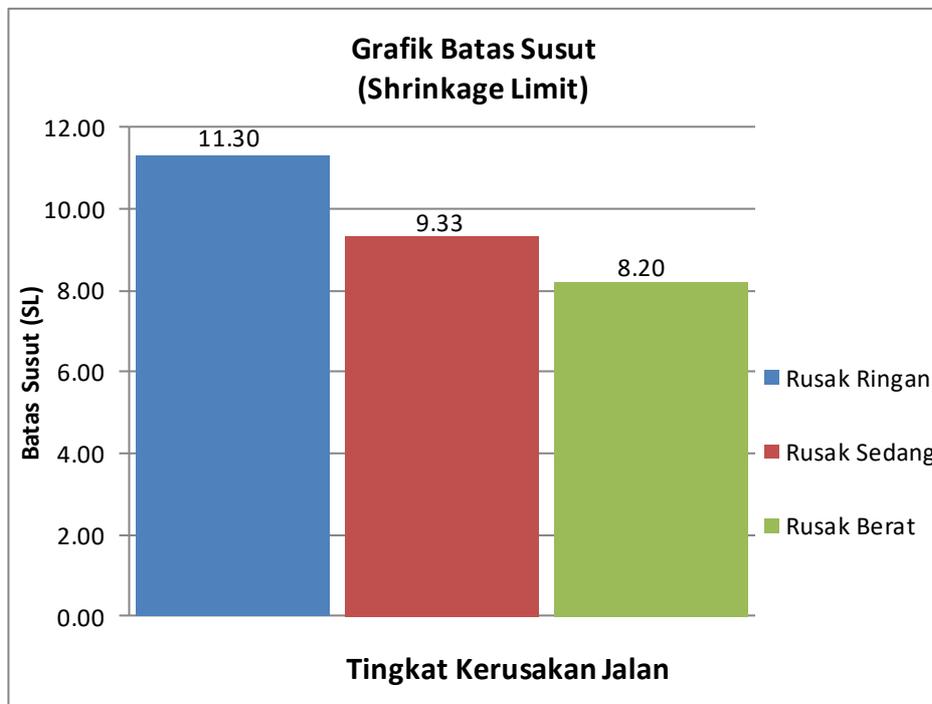
Nilai batas cair, batas plastis, batas susut dan indeks plastisitas pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat dapat dilihat dalam Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9.



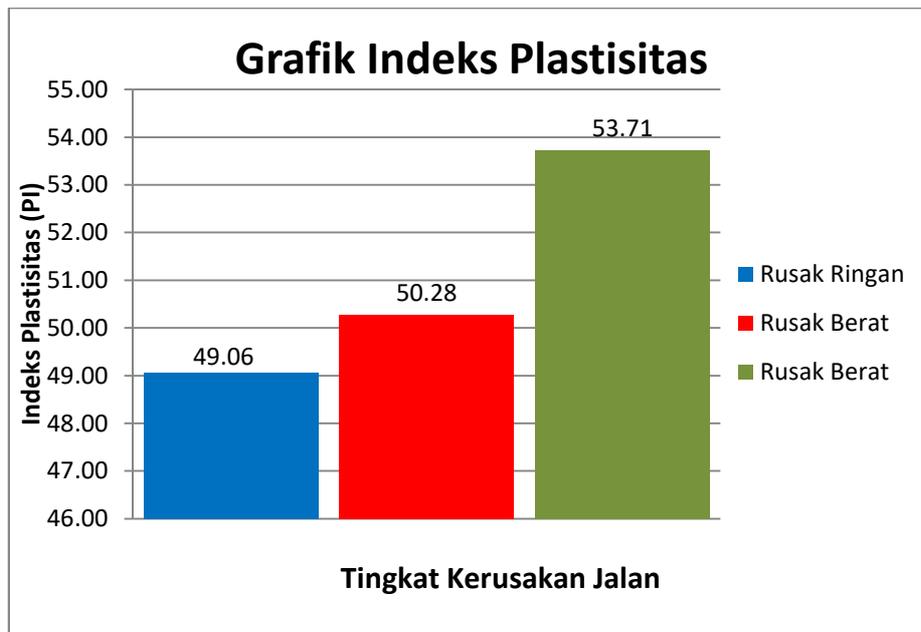
Gambar 6 Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat



Gambar 7 Nilai batas plastis pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat



Gambar 8 Nilai batas susut pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat



Gambar 9 Nilai indeks plastisitas pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat

Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak ringan $65,65\% > 50\%$, batas plastis $15,30\% < 30\%$, batas susut $11,30\% > 10\%$ dan nilai indeks plastisitas $49,06 > 25\%$ sehingga menurut klasifikasi AASHTO tanah tersebut merupakan tanah lempung dengan sifat plastisitas tinggi (Tabel 2.11) dan potensi pengembangan tanah tinggi (Tabel 2.12).

Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak sedang $69,56\% > 50\%$, batas plastis $19,96\% < 30\%$, batas susut $9,33\% > 10\%$ dan nilai indeks plastisitas $50,28 > 25\%$ sehingga menurut klasifikasi AASHTO tanah tersebut merupakan tanah lempung dengan sifat plastisitas tinggi (Tabel 2.11) dan potensi pengembangan tanah tinggi (Tabel 2.12).

Nilai batas cair pada kondisi jalan rusak berat $75,40\% > 50\%$, batas plastis $21,69\% < 30\%$, batas susut $8,20\% > 10\%$ dan nilai indeks plastisitas $53,71 > 25\%$ sehingga menurut klasifikasi AASHTO tanah tersebut merupakan tanah lempung dengan sifat plastisitas tinggi (Tabel 2.11) dan potensi pengembangan tanah tinggi (Tabel 2.12).

Hasil pengujian menunjukkan tanah pada ruas jalan Manulai-Tablolong berplastisitas tinggi sehingga kemungkinan untuk mengembang juga tinggi. Dari sifat tersebut besar kemungkinan terjadinya kerusakan jalan. Sifat tanah yang demikian memungkinkan terjadinya perubahan kadar air dalam tanah yang berpotensi terjadinya pengembangan (pada saat peralihan iklim dari musim kemarau ke musim hujan) atau penyusutan (pada saat peralihan iklim dari musim hujan ke kemarau). Hal tersebut berdampak pada kerusakan jalan berupa terjadinya retakan, kerusakan ambias yang diikuti oleh pelepasan butiran yang menyebabkan lubang dan dapat memberikan dampak yang lebih parah.

Pemadatan Standar Proctor

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 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Pengujian Pematatan Standar Proctor

No	Benda uji	Kadar air optimum (%)	Berat volume kering maksimum (gr/cm ³)
1	Rusak ringan	24,25	1,36
2	Rusak sedang	25,77	1,33
3	Rusak berat	27,26	1,30

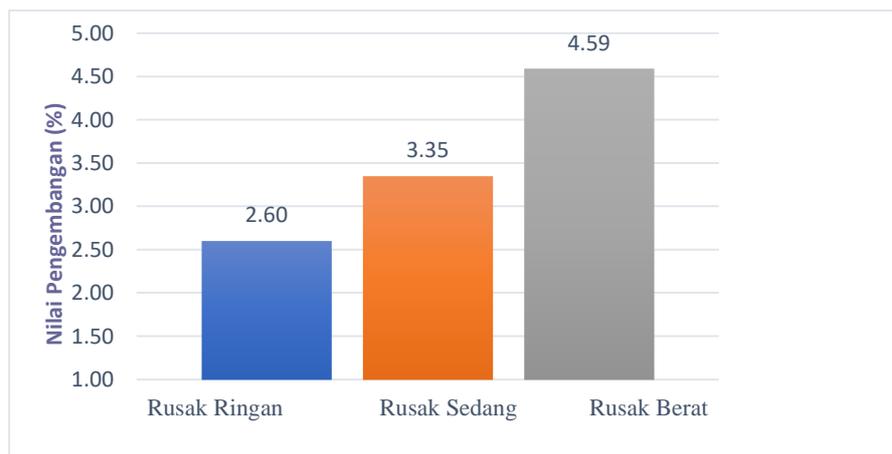
Nilai kadar air optimum dan berat volume kering maksimum dari ketiga tingkat kerusakan jalan dapat dilihat pada Gambar.

Gambar menunjukkan bahwa nilai kadar air dan berat volume kering maksimum berpengaruh pada tingkat kerusakan jalan, dimana tingkat kerusakan akan semakin rendah pada tanah dengan kepadatan yang tinggi dengan kadar air optimum yang rendah.

Karakteristik tanah pada ruas jalan Manulai-Tablolong merupakan jenis tanah lempung dan merupakan jenis tanah dasar yang buruk (AASHTO). Tanah dasar dengan jenis tanah lempung akan mengalami perubahan volume yang sangat besar akibat perubahan kadar air. Berdasarkan fungsi tanah dasar, maka tanah dasar yang digunakan harus mempunyai sifat yang baik dan dalam kondisi stabil pada kadar air konstan. Untuk itu, tanah dasar harus bebas dari kemungkinan terjadinya perubahan volume dan penurunan.

Potensi Pengembangan Tanah

Pengujian pengembangan dilakukan pada benda uji yang telah dipadatkan dan dipasang beban dan juga arloji pembacaan pengembangan kemudian direndam selama 4 hari. Pembacaan arloji dilakukan pada saat 0,1, 2, 4, 8, 12, 24, 36, 48,72, dan 96 jam untuk melihat laju pengembangan tanah. Laju pengembangan tanah yang dimaksud adalah seberapa mudahnya air masuk kedalam tanah dan besarnya nilai pengembangan tanah setiap pembacaan arloji selama 96 jam. Laju pengembangan tanah dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Laju pengembangan tanah

Pada Gambar dapat dilihat bahwa 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. Perubahan volume bergantung pada perubahan kadar air dalam tanah. Pada musim hujan kadar air dalam tanah menjadi lebih tinggi terutama apabila terjadi kenaikan muka air tanah, akibatnya perkerasan mengalami deformasi berlebihan, kerusakan semakin

berdampak jika air masuk dalam celah perkerasan sehingga permukaan perkerasan mengalami kerusakan. Hasil pengujian pengembangan tanah dapat dilihat dalam Tabel 6.

Tabel 6 Hasil pengujian pengembangan (swelling)

No	Benda uji	Pengembangan tanah (%)
1	Rusak ringan	2,60
2	Rusak sedang	3,35
3	Rusak berat	4,59

Hasil pengujian menunjukkan pengembangan yang terjadi berturut-turut sebesar 2,60; 3,35; 4,59, pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang dan rusak berat. Nilai pengembangan tanah terbesar terjadi pada kondisi jalan rusak berat. Nilai pengembangan tanah yang tinggi itu dapat mengakibatkan beragam jenis kerusakan jalan karena adanya perubahan volume tanah akibat perubahan kadar air yang memicu kerusakan pada struktur perkerasan jalan. Berdasarkan klasifikasi tanah yang termasuk jenis CH dan nilai indeks plastisitas >35% dan batas cair >63% maka merujuk pada Tabel 2.24 tanah dasar ini merupakan tanah dengan potensi pengembangan sangat tinggi dan biasa di kenal dengan jenis tanah lempung ekspansif. Karakteristik lempung ekspansif sangat dipengaruhi oleh fluktuasi kadar air yang menyebabkan kembang susut pada tanah tersebut dan menyebabkan kerusakan pada ruas jalan Manulai-Tablolong.

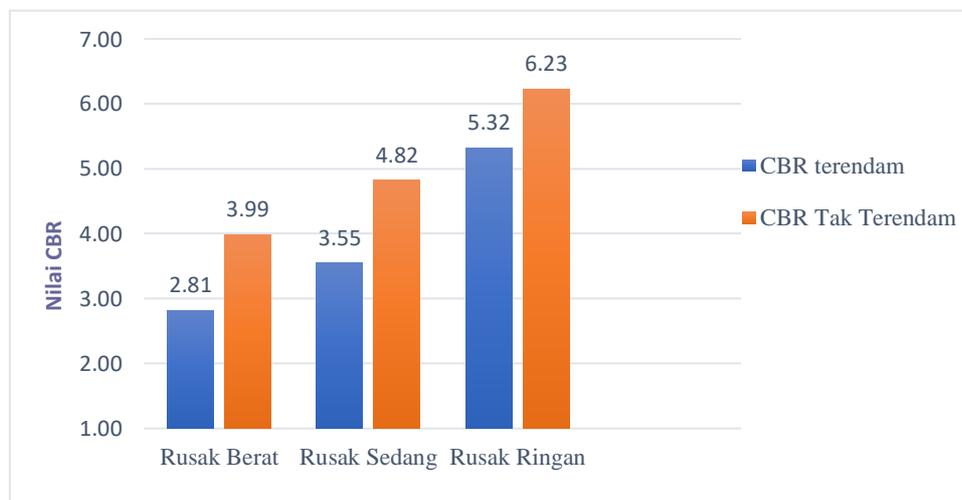
California Bearing Ratio (CBR)

Pengujian CBR dibagi menjadi dua yaitu CBR terendam dan tak terendam. Hasil pengujian CBR ditampilkan Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Pengujian CBR

No	Jenis pengujian	Rusak ringan	Rusak sedang	Rusak berat
1	CBR terendam (%)	5,32	3,55	2,81
2	CBR tak terendam (%)	6,23	4,82	3,99

Hasil pengujian CBR dapat dilihat dalam Gambar 11.



Gambar 11 Hasil pengujian CBR

Kualitas daya dukung tanah dasar dapat diketahui melalui pengujian CBR. Hasil pengujian menunjukkan Nilai CBR terendam pada tanah di kondisi jalan rusak ringan 5,32%, rusak sedang 3,55% dan rusak berat 2,81%. Merujuk pada SNI 03-1744-1989, tanah dasar yang memenuhi syarat harus memiliki nilai CBR terendam $>3\%$, sehingga hanya tanah dasar pada kondisi jalan rusak ringan dan rusak sedang yang memenuhi syarat CBR. Tanah dasar pada kondisi jalan rusak berat tidak memenuhi syarat CBR, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dasar.

Nilai CBR tak terendam pada tanah di kondisi jalan rusak ringan 6,23%, rusak sedang 4,82% dan rusak berat 3,99%. Merujuk pada SNI 03-1744-1989, tanah dasar yang memenuhi syarat harus memiliki nilai CBR tak terendam $>6\%$, sehingga hanya tanah dasar pada kondisi jalan rusak ringan yang memenuhi syarat CBR. Tanah dasar pada kondisi jalan rusak sedang dan rusak berat tidak memenuhi syarat CBR, sehingga perlu dilakukan perbaikan tanah dasar.

Menurut Hardiyatmo (2007) tanah dasar akan mengalami kehilangan kualitas daya dukung tanah karena pengaruh air, hal ini dikarenakan air lebih banyak meresap kedalam tanah pada periode yang panjang. Kondisi tanah pada Ruas Jalan Manulai-Tablolong merupakan tanah lempung ekspansif yang mudah mengembang sehingga apabila terjadi penyerapan air, maka pada saat tersebut terjadi pengembangan mengingat tekstur tanah yang halus memungkinkan untuk terjadi penyerapan air sehingga tanah mengalami pengembangan dan penurunan daya dukung tanah.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan perkerasan jalan pada ruas jalan Manulai-Tablolong Kecamatan Kupang Barat, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik tanah dasar

- a. Kondisi jalan rusak ringan
 - 1) Termasuk tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH)
 - 2) Berat volume kering maksimum 1,36 gr/cm³ dan kadar air optimum 24,26%
 - 3) CBR terendam 5,32 dan CBR tak terendam 6,23%. Kedua nilai CBR ini memenuhi syarat sebagai tanah dasar
 - 4) LL = 65,65%, PL = 15,30%, SL = 11,30% dan PI = 49,06%, sehingga termasuk tanah ekspansif dengan potensi pengembangan tinggi.
 - 5) Pengembangan tanah 2,60%
- b. Kondisi jalan rusak sedang
 - 1) Termasuk tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH)
 - 2) Berat volume kering maksimum 1,33 gr/cm³ dan kadar air optimum 25,77%
 - 3) CBR terendam 3,55% memenuhi syarat sebagai tanah dasar dan CBR tak terendam 4,28%, tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar
 - 4) LL = 69,56%, PL = 19,96%, SL = 9,33% dan PI = 50,28%, sehingga termasuk tanah ekspansif dengan potensi pengembangan tinggi.
 - 5) Pengembangan tanah 3,35%.
- c. Kondisi jalan rusak berat
 - 1) Termasuk tanah lempung dengan plastisitas tinggi (CH)
 - 2) Berat volume kering maksimum 1,30 gr/cm³ dan kadar air optimum 27,26%.
 - 3) CBR terendam 2,81% dan CBR tak terendam 3,99%. Kedua nilai CBR ini tidak memenuhi syarat sebagai tanah dasar.

- 4) LL = 75,40%, PL = 21,69% SL = 8,20% dan PI = 53,71%, sehingga termasuk tanah ekspansif dengan potensi pengembangan tinggi.
- 5) Pengembangan tanah 4,59%.

2. Berdasarkan hasil pengujian tanah pada kondisi jalan rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat, tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung ekspansif dengan plastisitas 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 Manulai-Tablolong berbanding terbalik dengan penurunan nilai batas susut, berat volume kering maksimum dan nilai CBR.

Saran

Dari penelitian ini dapat diberikan saran yaitu, pada penelitian ini penilaian kerusakan jalan hanya didasarkan pada karakteristik tanah dasar sebagai pondasi perkerasan jalan, oleh karena itu dapat dilakukan penelitian lanjutan tentang kerusakan jalan yang terjadi berdasarkan faktor lainnya.

Daftar Pustaka

- Apriyanti, Yayuk. 2014. *Peningkatan Nilai CBR Tanah Lempung Dengan Menggunakan Semen Untuk Timbunan Jalan*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil. Universitas Bangka Belitung. Bangka Belitung.
- Bowles, J. 1984. Penerjemah Sudjipto. 2007. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Erlangga. Jakarta.
- Chairulah, Banta. 2011. *Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Untuk Material Tanah Dasar Sub Grade Dan Sub Base Jalan Raya*. Jurnal Teknik Sipil, volume 1 nomor 1. Universitas Syiah Kuala. Aceh.
- Das, Braja, M. 1991. Penerjemah Endah, Noor, Surya, Indra, Surya, B, Mochtar. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Jakarta
- Das, Braja M. 2009. *Principles Of Geotechnical Engineering, 7th Edition*.
- Daud, Deasi, D, A, A. 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.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1995. *Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Jalan Kabupaten*. Petunjuk teknis No.24/T/Bt/1995. Depatermen Pekerjaan Umum, Direktorat Bina Marga.
- Fernandez, G.J.W. 2007. *Kajian Karakteristik Lempung Bobonaro Di Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Puslitbang Jalan dan Jembatan. Bandung.
- Hadijah, Ida. 2017. *Analisa Kerusakan Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Daya Dukung Tanah Dan Volume Lalu Lintas (Studi Kasus Ruas: Jalan Metro-Tanjung Kari Kecamatan Lampung Timur)*. Tapak, Volume 7 Nomor 1. Universitas Muhammadiyah Metro Lampung. Lampung.
- Hardiyatmo, Christady, Hary. 2006. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sarika, Hardiyanti. 2017. *Evaluasi Tebal Lapis Tambah Overlay Pada Ruas Jalan I Gusti Ngurah Rai*. Skripsi. Universitas Tadulako. Bali.
- Soedarsono, D.U. 1985. *Konstruksi Jalan Raya*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Jalan Raya*. Nova. Bandung

- Wijaya, Ade. 2016. *Pengaruh Gradasi Terhadap Nilai CBR Dan Swelling Pada Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Pasir*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Yahya, Robby, Gunawan. 2016. *Kerusakan Jalan Akibat Tanah Mengembang*. Jurnal Teknik Sipil, Volume 11 Nomor 1. Universitas Langlangbuana. Bandung.