

IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TANAH LONGSORAN PADA RUAS JALAN NEGERI WAISARISA - PIRU KABUPATEN SERAM BAGIAN BARAT

Yohanes Claude Serlau¹, A. Kalalimbong², M. R. Ayal³

^{1,2,3}Universitas Pattimura

Email: anesserlau@gmail.com¹, akalalimbong@gmail.com², manse_ronal@yahoo.com³

Abstrak: Wilayah Kabupaten Seram Bagian pada ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru merupakan salah kawasan yang memiliki kondisi geologis yang kompleks dengan kondisi tanah yang rentan dapat menyebabkan terjadinya longsor. Longsor yang terjadi dapat disebabkan oleh beberapa faktor salah satunya yaitu, faktor iklim atau curah hujan. Air hujan yang masuk ke dalam tanah akan menyebabkan tanah menjadi jenuh sehingga akan menaikkan tekanan air pori. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis tanah pada Ruas Jalan Negeri Waisarisa – Piru Kabupaten Seram Bagian Barat. Metode yang digunakan dalam penelitian menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen melalui pengujian laboratorium. Hasil dari pengujian ini didapatkan bahwa pengujian sifat fisis tanah menurut klasifikasi AASTHO, tanah pada titik 1 dan 2 tergolong kedalam kelompok A-2-7 dengan jenis tanah kerikil dan pasir yang berlempung, sedangkan titik 3 dan 4 tergolong kedalam kelompok A-2-4 dengan jenis tanah kerikil dan pasir yang berlempung, kemudian untuk titik 5 termasuk kelompok A-2-6 dengan jenis tanah yang sama yaitu kerikil dan pasir yang berlempung. Selain sifat fisis menurut klasifikasi AASTHO Adapun nilai dari Pengujian Berat jenis Titik 1 sebesar (2,62 gr/cm³) titik 2 (2,59 gr/cm³) titik 3 (2,61 gr/cm³) titik 4 (2,61 gr/cm³) titik 5 (2,66 gr/cm³), Nilai berat Volume titik 1 (1,25 gr/cm³) titik 2 (1,085 gr/cm³) titik 3 (1,29 gr/cm³) titik 4 (1,115 gr/cm³) titik 5 (1,26 gr/cm³), kemudian untuk nilai batas – batas atterberg nilai indeks plastisitasnya untuk titik 1 sebesar (12,76 %) titik 2 (16,61 %) titik 3 (7,08 %) titik 4 (8,45 %) titik 5 (15,53 %). Nilai CBR pada titik 1 sebesar (1,82%), titik 2 sebesar (8,75%), titik 3 sebesar (5,83%), titik 4 sebesar (5,47%) dan titik 5 sebesar (4,01%), nilai-nilai CBR tersebut yang masuk hanya ada pada sampel titik 2, sedangkan untuk 4 sampel yaitu titik 1, 3, 4 dan 5 tidak memenuhi syarat peraturan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Manual Perkerasan Jalan Revisi Juni 2017 Nomor 04/SE/Db/2017 yaitu nilai CBR minimum 6 %.

Kata Kunci: Longsor, Karakteristik Tanah, CBR, Klasifikasi.

Abstract: The Seram Bagian Barat District region along the Waisarisa – Piru state road is an area that has a complex geological condition with soil conditions that are

susceptible to landslides. The landslides that occur can be caused by several factors, one of which is climate or rainfall factors. Rainwater that enters the soil will cause the soil to become saturated, thus increasing pore water pressure. The aim of this research is to determine the physical and mechanical properties of the soil along the Waisarisa – Piru state road in Seram Bagian Barat District. The method used in this research employs a quantitative approach with experimental methods through laboratory testing. The results of this testing indicate that the physical properties of the soil, according to AASTHO classification, at points 1 and 2 are classified into group A-2-7 with silty sand and gravel type, while points 3 and 4 are classified into group A-2-4 with a type of soil that is gravel and sand mixed with clay, then for point 5 it is included in group A-2-6 with the same type of soil, namely gravel and sand mixed with clay. In addition to physical properties according to AASTHO classification, the specific gravity test values for point 1 are (2.62 g/cm³), point 2 (2.59 g/cm³), point 3 (2.61 g/cm³), point 4 (2.61 g/cm³), and point 5 (2.66 g/cm³). The bulk density values are point 1 (1.25 g/cm³), point 2 (1.085 g/cm³), point 3 (1.29 g/cm³), point 4 (1.115 g/cm³), and point 5 (1.26 g/cm³). Next, for the Atterberg limits, the plasticity index values for point 1 are (12.76%), point 2 (16.61%), point 3 (7.08%), point 4 (8.45%), and point 5 (15.53%). The CBR value at point 1 is (1.82%), point 2 is (8.75%), point 3 is (5.83%), point 4 is (5.47%), and point 5 is (4.01%). Among these CBR values, only the sample from point 2 meets the requirements, while the other four samples from points 1, 3, 4, and 5 do not meet the requirements of the Ministry of Public Works regulations. People's Housing Directorate General of Highways Manual on Road Pavement Revision June 2017 Number 04/SE/Db/2017 states that the minimum CBR value is 6%.

Keywords: *Landslide, Soil Characteristics, CBR, Classification.*

PENDAHULUAN

Tanah merupakan suatu dasar pada konstruksi, untuk itu tanah yang digunakan harus memenuhi standar yang berlaku di Indonesia. Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpatikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang berisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut (Das, 1995). Untuk menjalankan suatu konstruksi jalan, perlu adanya penyelidikan tanah yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah seperti jenis tanah, kadar air, berat jenis, *Atterberg Limit*, CBR, dan lainnya. Karakteristik tanah tersebut perlu diketahui sehingga perencana dapat mengetahui seberapa besar kekuatan tanah tersebut untuk menopang struktur di atasnya.

Wilayah Kabupaten Seram Bagian Barat pada ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru merupakan salah kawasan yang memiliki kondisi geologis yang kompleks dengan kondisi tanah yang rentan dapat menyebabkan terjadinya longsor. Longsor yang terjadi dapat disebabkan oleh faktor iklim atau curah hujan yang tinggi. Air hujan yang masuk ke dalam tanah akan menyebabkan tanah menjadi jenuh sehingga akan menaikkan tekanan air pori. Semakin tinggi tekanan air pori tanah maka kuat geser tanah akan menjadi semakin kecil dan pada akhirnya tanah menjadi labil dan rawan longsor (Terzaghi, 1920). Selain faktor iklim ada beberapa faktor yang dapat ditemui sesuai dengan hasil pengamatan langsung secara visual di lapangan pada ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru yaitu kemiringan lereng, bangunan-bangunan atau dinding penahan tanah (DPT), drainase jalan yang kurang memadai, dan permasalahan daya dukung tanah dasarnya yang kurang baik dan tanah yang bersifat erosif yang menyebabkan kurang stabilnya tanah lapis dasar konstruksi jalan. Oleh karena itu, perlu adanya suatu usaha penyelidikan tanah dasar pada jalan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanis tanah pada ruas jalan Negeri Waisari – Piru.

1. Jumlah sampel pada penelitian ini adalah berjumlah 5 sampel
 - a. Titik sampel 1 kordinat : $3^{\circ}11'30,12''S$, $128^{\circ}15'54,37''E$
 - b. Titik sampel 2 kordinat : $3^{\circ}11'25.74''S$, $128^{\circ}15'55.08''E$
 - c. Titik sampel 3 kordinat : $3^{\circ}11'23.24''S$, $128^{\circ}15'58.62''E$
 - d. Titik sampel 4 kordinat : $3^{\circ}11'25.09''S$, $128^{\circ}16'3.33''E$
 - e. Titik sampel 5 kordinat : $3^{\circ}11'22.09''S$, $128^{\circ}16'2.17''E$.

METODE PENELTIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan ini umumnya menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimen melalui pengujian laboratorium yang bertujuan untuk menganalisis dan menguji karakteristik tanah pada ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru Kabupaten Seram Bagian Barat.

Lokasi Penelitian

Pengambilan sampel material tanah diambil pada ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru Kabupaten Seram Bagian Barat. Sampel tanah yang diambil sebanyak 5 sampel dengan Lokasi yang berbeda – beda dapat dilihat pada peta di bawah ini :

Teknik Pengumpulan data



Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel Sumber (Google Earth)

Dalam pengumpulan data penulis menggunakan Teknik pengumpulan data sebagai berikut :

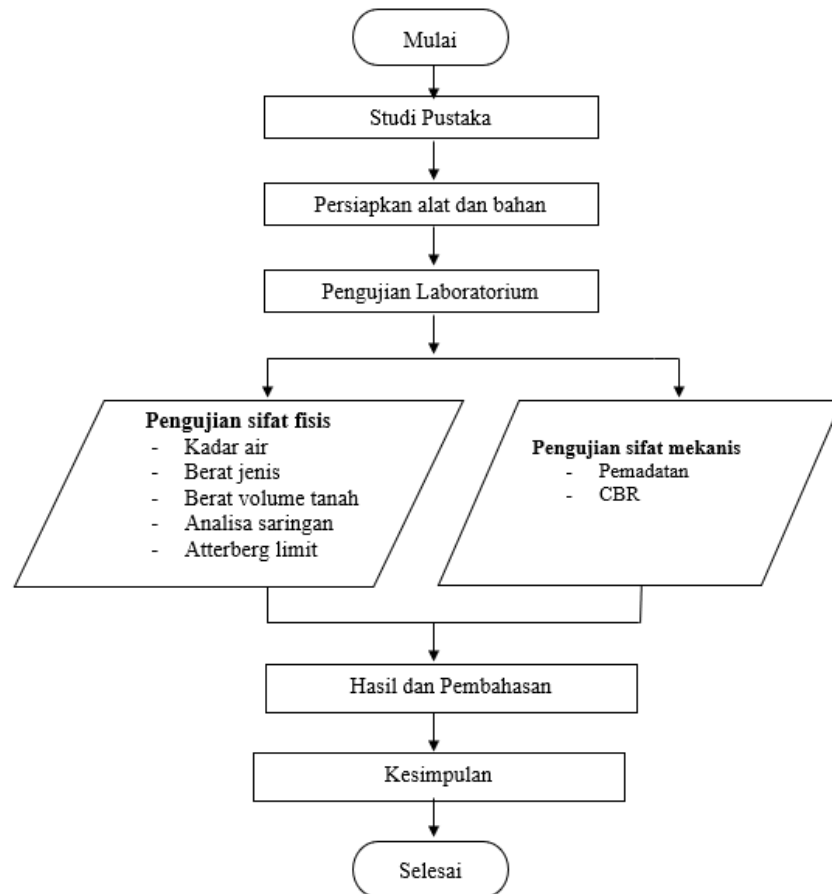
1. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui hubungan langsung dengan objek penelitian, data primer yang diperoleh berupa :

- a. Data pengujian sifat fisik tanah, berupa uji Analisa ukuran butir, Kadar air, Batas-batas atterberg, Berat jenis.
- b. Data pengujian sifat mekanis tanah, berupa uji pemadatan, dan uji CBR Laboratorium.

2. Data sekunder, adalah data yang didapat dari sumber yang berupa studi literatur. Untuk studi literatur pertama kali mengumpulkan jurnal-jurnal teknik sipil yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan, buku mekanika tanah dan juga SNI yang berhubungan dengan penelitian.

Diagram Alir Penelitian



HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah

Tanah sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruangan-ruangan kosong diantara partikel padat tersebut (Das,1995). Defenisi tanah yang lain yakni kumpulan dari beda alam di permukaan bumi yang tersusun dalam horizon-horizon, terdiri dari campuran bahan mineral, bahan organic, air, udara (Hardjowigeno,2010). bahan organic, air, udara (Hardjowigeno,2010).

Istilah-istilah seperti kerikil, pasir, lanau, dan lempung digunakan dalam Teknik Sipil untuk membedakan jenis-jenis tanah. Pada kondisi, tanah dapat terdiri dari dua atau lebih campuran jenis-jenis tanah dan kadang-kadang terdapat pula kandungan bahan

organik. Material campurannya kemudian dipakai sebagai nama tambahan di belakang material unsur utamanya. Sebagai contoh, lempung berlanau adalah tanah lempung yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah lempung dan sebagainya.

Klasifikasi Tanah

Sistim klasifikasi tanah merupakan pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda sesuai dengan jenisnya masing – masing, tetapi memiliki sifat fisis yang sama dengan penglompokan – pengelompokan dan subkelompok berdasarkan pemakainnya. Dengan adanya sistim pengelompokan tanah ini dapat memberikan Bahasa yang mudah untuk memberikan penjelasan secara singkat sifat – sifat umum tanah yang bervariasi tanpa ada penjelan yang harus terstruktur atau terperinci. Sistim klasifikasi tanah bukan merupakan sistim identifikasi untuk menentuksn sifat – sifat mekanis dan geoteknis tanah.

Kebanyakan klasifikasi tanah menggunakan indeks tipe pengujian yang sangat sederhana untuk memperoleh karakteristik tanah. Karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan kelompok klasifikasi. Umumnya, klasifikasi tanah didasarkan atas ukuran partikel yang diperoleh dari analisis saringan (dan uji sedimentasi) dan plastisitas (Hardiyatmo, 2002).

Terdapat dua sistem klasifikasi tanah yang umum digunakan untuk mengelompokan tanah. Kedua sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas – batas *atterberg*, sistem – sistem tersebut adalah AASHTO dan USCS.

Sampel tanah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sampel tanah yang diambil dari ruas jalan Negeri Waisarisa – Piru tepatnya pada Negeri Waisarisa, Kabupaten Seram Bagian Barat. Penelitian ini dilakukan di UPTD laboratorium Pengujian dan Peralatan. Dari penelitian ini dibatasi pada pengujian yang meliputi sifat fisik berupa pengujian kadar air, berat jenis, berat volume, analisa saringan, serta batas-batas *atterberg* (batas cair dan batas plastis). Setelah itu dilakukan pengujian mekanis berupa pengujian *proctor standar* dan CBR Laboratorium.

Pengujian Sifat Fisik Tanah

A. Pengujian Kadar air

Pengujian kadar air menggunakan dua buah sampel, kemudian dari kedua sampel diperoleh nilai kadar air rata – rata. Pengujian ini dimaksud untuk mengetahui besarnya kadar air yang terkandung dalam tanah.

Tabel 1 hasil pengujian Kadar air

Sampel	Kadar air (%)
1	18,26
2	32,65
3	30,05
4	40,94
5	21,86

Sumber: hasil pengujian laboratorium

B. Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran dan berat air suling

Tabel 2 hasil pengujian Berat Jenis

SAMPEL	Berat Jenis(gr/cm^3)
1	2,62
2	2,59
3	2,61
4	2,61
5	2,66

Sumber: hasil pengujian laboratorium

C. Pengujian Berat Volume

Pengujian berat volume bertujuan untuk mendapatkan berat isi tanah atau volume tanah yang merupakan perbandingan antar berat tanah basah dengan volume total tanah tersebut.

Tabel 3 hasil pengujian Berat Volume

SAMPEL	Berat Volume (gr/cm^3)
1	1,25
2	1,085
3	1,29
4	1,115
5	1,26

Sumber: hasil pengujian laboratorium

D. Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan bertujuan untuk menentukan gradasi atau persentase ukuran butiran agregat halus dan kasar pada benda uji yang tertahan saringan No. 200 pengujian dengan menggunakan sampel tanah seberat 1500 gr pada setiap titiknya.

Tabel 4 hasil pengujian Analisa Saringan

SAMPEL	Lolos Saringan 200 (%)
1	2,76
2	2,76
3	0,27
4	6,35
5	0,73

Sumber: hasil pengujian laboratorium

E. Pengujian Batas-batas Atterberg

Tujuan pengujian batas-batas Atterberg adalah untuk mengkarakterisasi dan mengklasifikasikan perilaku tanah berbutir halus berdasarkan perubahan kadar airnya, khususnya transisi antara keadaan cair, plastis, dan semi-padat.

Tabel 5. Hasil pengujian Batas-batas Atterberg

Sampel	Batas cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas
1	55,82	43,06	12,76
2	43,86	27,25	16,61
3	39,20	32,12	7,08
4	39,99	24,55	8,45
5	42,92	27,46	15,53

Sumber: hasil pengujian laboratorium

Klasifikasi Tanah

Berdasarkan hasil uji sifat fisis, klasifikasi tanah dilakukan dengan menggunakan sistem AASHTO. Adapun hasil pengelompokan tanah pada masing-masing titik sampel pengujian ditunjukkan sesuai klasifikasi AASHTO.

Tabel 6 Klasifikasi Tanah

Sampel	Klasifikasi AASHTO
Sampel 1	A-2-7 Berlempung
Sampel 2	A-2-7 Berlempung
Sampel 3	A-2-4 Berlempung
Sampel 4	A-2-4 Berlempung
Sampel 5	A-2-6 Berlempung

Sumber: hasil pengujian laboratorium

Pengujian Sifat Mekanis Tanah

A. Hasil Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan tanah bertujuan untuk mengetahui hubungan kadar air dengan berat volume tanah yang diuji, kegunaannya untuk menentukan kepadatan maksimum/berat volume kering tanah maksimum (*Maximum Dry Density*) dan kadar air optimum (*Optimum Moisture Content*) dari suatu sampel tanah.

Tabel 7 Hasil Pengujian Pemadatan

Sampel	MDD (gr/cm ³)	OMC (%)
Sampel 1	1,41	5,80
Sampel 2	1,24	11,67
Sampel 3	1,45	13,33
Sampel 4	1,22	9,60
Sampel 5	1,29	8,89

Sumber: hasil pengujian laboratorium

B. Pengujian California Bearing Ratio (CBR)

Tabel 9 Hasil pengujian Pemadatan

Sampel	MDD (gr/cm ³)	OMC (%)
Sampel 1	1,41	5,80
Sampel 2	1,24	11,67
Sampel 3	1,45	13,33
Sampel 4	1,22	9,60
Sampel 5	1,29	8,89

Sumber: hasil pengujian laboratorium.

KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengujian sifat fisis tanah menurut klasifikasi AASTHO, tanah pada titik 1 dan 2 tergolong kedalam kelompok A-2-7 dengan jenis tanah kerikil dan pasir yang berlempung, sedangkan titik 3 dan 4 tergolong kedalam kelompok A-2-4 dengan jenis tanah kerikil dan pasir yang berlempung, kemudian untuk titik 5 termasuk kelompok A-2-6 dengan jenis tanah yang sama yaitu kerikil dan pasir yang berlempung. Selain sifat fisis menurut klasifikasi AASTHO Adapun nilai dari Pengujian Berat jenis Titik 1 sebesar ($2,62 \text{ gr/cm}^3$) titik 2 ($2,59 \text{ gr/cm}^3$) titik 3 ($2,61 \text{ gr/cm}^3$) titik 4 ($2,61 \text{ gr/cm}^3$) titik 5 ($2,66 \text{ gr/cm}^3$), Nilai berat Volume titik 1 ($1,25 \text{ gr/cm}^3$) titik 2 ($1,085 \text{ gr/cm}^3$) titik 3 ($1,29 \text{ gr/cm}^3$) titik 4 ($1,115 \text{ gr/cm}^3$) titik 5 ($1,26 \text{ gr/cm}^3$), kemudian untuk nilai batas – batas atterberg nilai indeks plastisitasnya untuk titik 1 sebesar (12,76 %) titik 2 (16,61 %) titik 3 (7,08 %) titik 4 (8,45 %) titik 5 (15,53 %). Nilai CBR pada titik 1 sebesar (1,82%), titik 2 sebesar (8,75%), titik 3 sebesar (5,83%), titik 4 sebesar (5,47%) dan titik 5 sebesar (4,01%), nilai-nilai CBR tersebut yang masuk hanya ada pada sampel titik 2, sedangkan untuk 4 sampel lainnya pada titik 1, 3, 4 dan 5 tidak memenuhi syarat peraturan Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga Manual Perkerasan Jalan Revisi Juni 2017 Nomor 04/SE/Db/2017 yaitu nilai CBR minimum 6 %.

Saran

1. Sebelum membangun suatu konstruksi, harus dilakukan survei Lokasi terlebih dahulu, dengan pengujian karakteristik tanah pada lokasi tersebut.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu dengan melakukan pengujian kuat geser langsung untuk mengetahui kemampuan tanah untuk menahan gaya geser, dan kemudian menambahkan jumlah sampel pada titik – titik longsor yang ada pada ruas jalan tersebut agar hasilnya dapat lebih akurat.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan melakukan stabilitas karena terdapat 4 yaitu pada titik 1,3,4, dan 5 yang tidak masuk spesifikasi, sehingga perlu dilakukan untuk meningkatkan daya dukung tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- American Standard Testing and Material. (2014). *Uji Berat Isi Dan Kadar Air Tanah ASTM C-29 Dan ASTM D-2216-98*. 3–7.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara Uji Kepadatan Ringan untuk Tanah. *Sni 1742:2008*, 1–20.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Cara Uji Penentuan Kadar Air untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium. *Sni 1965:2008*, 1–16.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1966:2008 Cara Uji Penentuan Batas Plastis dan Indeks Plastisitas Tanah. *Badan Standardisasi Nasional*, 1–8.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). SNI 1967: 2008 Cara Uji Penentuan Batas Cair Tanah. *Badan Standardisasi Nasional*, 25.
- BARKAH, A., & SULISTYAWATI, R. (2021). Kajian Tanah Ambblas Pada Ruas Jalan Menuju TPA Wlahar Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, 22(2), 12-23.
- Berdasarkan Hasil Uji Lapangan dan Laboratorium. *Jurnal Konstruksi*, 17(2), 94-100.
- Das, B. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik. *Penerbit Erlangga*, 1–300.
- di Lindungi oleh Undang-Undang Telah di Deposit ke Repository UMA pada tanggal 27 Januari 2022.*
- embankment foundations, dalam Proceedings of the Seventh International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Sociedad Mexicana de Mecana de Suelos, Mexico City, State of the Art Volume, p. 291–340*
- Fathurrozi dan F. Rezqi. 2016. Sifat-Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Timbunan Badan Jalan Kuala Kapuas. *Jurnal POROS TEKNIK*. 8(1): 17-18.
- Hardiyatmo, H. C. 2003. Mekanika Tanah II. Edisi Ketiga. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C.2002.Mekanika Tanah I, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardjowigeno, Sarwono. (2010) Ilmu Tanah. Jakarta : Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, Sarwono. (2003) Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Jakarta : Akademika Pressindo.

- Jumbri, I., Kalalimbong, A., & Ayal, M. R. (2025). Identifikasi Karakteristik Tanah Pada Ruas Jalan Laha–Negeri Lima Pulau Ambon. *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(1), 240-245.
- Mekanis, S. F. D. A. N. (2016). *SIFAT-SIFAT FISIS DAN MEKANIS TANAH TIMBUNAN BADAN JALAN KUALA KAPUAS Fathurrozi (1) , Faisal Rezqi (2) (1)qw Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin mb(2) Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin*. 8(1), 16–24.
- Nasional, B. S., & SNI, S. (2008). Cara uji berat jenis tanah. *Jakarta: Badan*
- Prasetyo, E. M., Hendrawan, A. P., & Yuliani, E. (2023). Identifikasi Karakteristik Fisik Dan Mineralogi Tanah Dan Batuan Material Longsoran Di Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 399–409. <https://doi.org/10.21776/ub.jtresda.2023.003.01.35>
- Putra, T. G. S., Ardana, M. D. W., & Aryati, M. (2010). Analisis stabilitas lereng pada badan jalan dan perencanaan perkuatan dinding penahan tanah. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 36-42.
- Sahir, S. H. (2022). *Buku ini di tulis oleh Dosen Universitas Medan Area Hak Cipta*
- Santoso, Budi, Suprpto H., Suryadi HS. 1998. Mekanika Tanah Lanjut, Gunadarma, Jakarta.
- Saputra, D. D., Sandi, D. M. N., & Erwanto, Z. (2022). Identifikasi Karakteristik Tanah Untuk Perencanaan Subgrade Pada Kecamatan Siliragung. *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Lingkungan*, 5(1), 81-89.
- Skempton, A. W. dan J. N. Hutchinson. 1969. *Stability of natural slopes and*
- SNI. (2012). Metode uji CBR laboratorium. *Standar Nasional Indonesia, Badan Standarisasi Nasional*, 1–28.
- Standarisasi Nasional*.
- Wesley, L. D. 1977. Mekanika Tanah. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Zhafirah, A. (2019). Karakteristik Tanah Kawasan Gedebage Kota Bandung.