SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah
https://ejournal.nusantaraglobal.ac.id/index.php/sentri
Email: sentri@nusantaraglobal.ac.id
DOI: https://doi.org/10.55681/sentri.v5i6.6923

Vol. 5, No. 6, June 2026
e-ISSN: 2963-1130
pp. 3198-3223

Analisis Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan, Studi Kasus Ruas Jalan Salusu-Lanang Kec. Lampasio, Kab. Tolitoli

Moh. Nasril[1*], Ilmuddin[1], Sudirman Latjemma[1], Ferdiansyah[1]
[1]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madako Tolitoli, Jl. Kampus Umada No. 01, Kel. Tambun, Kec. Baolan, Kab. Tolitoli, Sulawesi Tengah

*Corresponding author's email: *mohnasril@umada.ac.id*

Article History:
Received: May 09, 2026
Revised: June 15, 2026
Accepted: June 30, 2026

Keywords:
Subgrade Soil; California Bearing Ratio (CBR); Pavement Deterioration; Plasticity Index; Moisture Content

Abstract: *Road pavement deterioration remains a significant issue on many road sections, including the Salusu–Lanang Road in Lampasio District, Tolitoli Regency. One of the factors suspected of contributing to pavement deterioration is the subgrade soil characteristics, including moisture content, plasticity index, and California Bearing Ratio (CBR). This study aimed to identify the characteristics of the subgrade soil, analyze the types of pavement distress, and examine the influence of subgrade soil characteristics on pavement deterioration. A quantitative research method with correlational and causal approaches was employed. Data were collected through field surveys and laboratory testing of soil samples obtained from three locations: STA 1+080, STA 1+560, and STA 2+669. The tested parameters included moisture content, Atterberg limits, specific gravity, Proctor compaction, and CBR values. Data were analyzed using SPSS through normality tests, Pearson correlation analysis, and multiple linear regression. The results indicate that the subgrade soil is classified as highly plastic clay (CH) according to the Unified Soil Classification System (USCS) and as A-7-6 according to the AASHTO classification system. The moisture content ranged from 36.05% to 40.43%, the plasticity index ranged from 22.29% to 24.37%, and the CBR values ranged from 3.50% to 4.00%, indicating poor bearing capacity. Statistical analysis revealed that the CBR value was the most dominant factor influencing pavement deterioration compared with moisture content and plasticity index. These findings provide valuable information for pavement design, evaluation, and maintenance based on subgrade soil characteristics. Future studies are recommended to incorporate additional variables, such as traffic volume, drainage conditions, and pavement layer thickness, to develop a more comprehensive analytical model.*

Copyright © 2026, The Author(s).
This is an open access article under the CC–BY-SA license

How to cite: Nasril, M., Ilmuddin, I., Latjemma, S., & Ferdiansyah, F. (2026). Analisis Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan, Studi Kasus Ruas Jalan Salusu-Lanang Kec. Lampasio, Kab. Tolitoli. *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, *5*(6), 3198–3223. https://doi.org/10.55681/sentri.v5i6.6923

PENDAHULUAN

Perkerasan jalan memiliki peran strategis dalam sistem transportasi darat sebagai prasarana utama yang mendukung mobilitas orang dan distribusi barang. Perkerasan jalan memiliki peranan yang krusial dalam infastruktur transportasi yang mendukung konektifitas dan mobilitas masyarakat serta perekonomian suatu wilayah. Kerusakan perkerasan jalan dapat mengakibatkan gangguan pada arus lalu lintas, kerugian ekonomi, dan potensi bahaya bagi pengguna jalan. Faktor utama yang mempengaruhi kerusakan perkerasan jalan adalah daya dukung tanah di bawah perkerasan dan besarnya volume lalu lintas. Sifat dan karakteristik tanah dibawah perkerasan memiliki dampak signifikan terhadap kemampuan perkerasan untuk menahan beban lalu lintas. Daya dukung tanah yang rendah atau tidak stabil dibawah perkerasan dapat menyebabkan penurunan struktural, penurunan kualitas, dan retakan.

Daya dukung tanah untuk perkerasan jalan adalah kemampuan tanah dasar (*subgrad*e) untuk menopang beban lalulintas yang disalurkan melalui lapisan perkerasan. Tanah dasar (*subgrade*) merupakan elemen struktural paling bawah yang berfungsi sebagai fondasi utama perkerasan jalan. Lapisan ini menerima beban lalu lintas yang diteruskan dari lapisan perkerasan di atasnya dan menyebarkannya ke tanah alami. Tanah dasar yang buruk (lemah, mudah kembang susut daya dukung rendah) akan meyebabkan deformasi (retak gelombang lubang) pada lapisan perkerasan di atasnya, meskipun lapisan sudah baik. Persiapan tanah dasar yang memadai termasuk perbaikan (stabilisasi) atau pemadatan yang tepat,sangat krusial untuk umur panjang perkerasan jalan.faktor yang mempengaruhi daya dukung tanah yaitu jenis tanah, kepadatan (*density*), kadar air (*moisture content*), drainase. Karakteristik tanah dasar merupakan sifat-sifat fisik dan mekanik tanah di bawah lapisan perkerasan jalan**.** Nilai *California Bearing Ratio* (CBR) digunakan sebagai indikator utama daya dukung tanah dalam perencanaan perkerasan jalan. Tanah dengan indeks plastisitas tinggi cenderung bersifat ekspansif dan sensitif terhadap perubahan kadar air, akibat curah hujan atau drainase yang buruk dapat menyebabkan perubahan volume tanah secara signifikan. Kondisi tersebut mengakibatkan penurunan kekuatan tanah dan ketidakstabilan pada struktur perkerasan.

Meskipun pembangunan infrastruktur jalan terus meningkat, permasalahan kerusakan perkerasan jalan masih menjadi isu yang dominan di berbagai daerah. Kerusakan perkerasan seperti retak, amblas, gelombang, dan lubang sering dijumpai bahkan pada ruas jalan yang relatif baru dibangun dan belum mencapai umur rencana sebagaimana halnya yang terjadi pada ruas-ruas jalan daerah, khususnya di wilayah Kabupaten Tolitoli Kecamatan Lampasio dimana pada ruas jalan Salusu-Lanang mengalami kerusakan perkerasan jalan secara berulang Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut seperti retak, alur roda, penurunan permukaan, dan lubang. Perubahan lingkungan seperti curah hujan tinggi dan fluktuasi kadar air tanah turut memperburuk kondisi perkerasan dan mengganggu fungsi pelayanan jalan pada ruas jalan Salusu-Lanang. Sehingga perlu di lakukan identifikasi permasalah yang mengakibatkan kerusakan pada ruas jalan tersebut

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah dasar pada Ruas Jalan Salusu–Lanang, Kecamatan Lampasio, berdasarkan parameter nilai *California Bearing Ratio* (CBR), indeks plastisitas, dan kadar air. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jenis-jenis kerusakan perkerasan jalan yang terjadi pada ruas jalan tersebut berdasarkan hasil pengamatan lapangan. Selanjutnya, penelitian ini juga bertujuan untuk menganalisis pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap jenis kerusakan perkerasan jalan sebagai dasar dalam mengevaluasi kinerja perkerasan serta memberikan rekomendasi teknis bagi perencanaan, pemeliharaan, dan penanganan kerusakan jalan di masa mendatang.

LANDASAN TEORI

Tanah Dasar (*Subgrade*)

Tanah dasar *(subgrade*) merupakan lapisan paling bawah dalam suatu sistem konstruksi perkerasan jalan yang disusun secara berlapis, sebagaimana lazim diterapkan pada pembangunan jalan raya (Soekoto 1984). Kondisi dan karakteristik tanah dasar memiliki pengaruh yang sangat besar terhadap kinerja lapisan perkerasan di atasnya. Hal ini disebabkan karena pekerjaan penyiapan tanah dasar merupakan tahap fundamental dalam konstruksi jalan. Kekuatan struktural serta ketahanan jangka panjang perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat fisik dan mekanik tanah dasar. Oleh karena itu, daya dukung tanah dasar menjadi faktor kunci dalam menjamin umur layanan perkerasan. Perlu dipahami bahwa penilaian daya dukung tanah dasar yang hanya didasarkan pada hasil pengujian laboratorium tidak selalu mampu menggambarkan variasi kondisi tanah secara rinci di setiap lokasi sepanjang ruas jalan. Variasi sifat tanah dari satu titik ke titik lainnya dapat menyebabkan perbedaan perilaku struktural perkerasan.

Tanah secara umum didefinisikan sebagai suatu kumpulan partikel padat yang tidak saling terikat kuat satu sama lain, yang di antaranya dapat mengandung material organik. Rongga-rongga yang terbentuk di antara partikel-partikel tersebut umumnya terisi oleh air dan udara. Ikatan antarbutilan tanah relatif lemah dan dapat disebabkan oleh keberadaan karbonat, zat organik, maupun oksida-oksida yang mengendap di antara partikel tanah. Keadaan rongga tanah sangat memengaruhi sifat mekanik tanah, terutama dalam menahan beban. Media pengisi rongga dapat berupa air, udara, atau campuran keduanya. Komposisi dan distribusi partikel tersebut menentukan karakteristik tanah secara keseluruhan. Pemahaman mengenai struktur internal tanah menjadi penting dalam analisis perilaku tanah sebagai tanah dasar perkerasan (Hary Christady Hardiyatmo 2012).

Bowles (1993) mendefinisikan tanah sebagai campuran partikel-partikel yang terdiri dari satu atau beberapa jenis material dengan ukuran yang bervariasi. Partikel tanah tersebut dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran butirnya, yaitu sebagai berikut:

1. Berangkal *(boulders*) merupakan fragmen batuan berukuran sangat besar, umumnya lebih dari 250 hingga 300 mm, sedangkan fragmen berukuran 150 mm sampai 250 mm dikenal sebagai kerakal (*cobbles atau pebbles*).
2. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan dengan ukuran berkisar antara 5 mm hingga 150 mm.
3. Pasir (sand) terdiri dari partikel batuan berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, mulai dari pasir kasar berukuran sekitar 3–5 mm hingga pasir halus dengan ukuran kurang dari 1 mm.
4. Lanau (*silt*) merupakan partikel batuan dengan ukuran antara 0,002 mm hingga 0,074 mm.
5. Lempung (clay) adalah partikel mineral berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang menjadi sumber utama sifat kohesi pada tanah kohesif.
6. Koloid (*colloids*) merupakan partikel mineral yang sangat halus, bersifat stabil, dan memiliki ukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

Karakteristik Tanah Dasar

Karakteristik tanah menggambarkan sifat fisik dan mekanik tanah yang memengaruhi daya dukung serta perilaku tanah dalam merespons beban eksternal yang bekerja di atasnya. Karakteristik ini menjadi dasar utama dalam analisis tanah dasar karena menentukan kemampuan tanah dalam menahan beban lalu lintas, mendistribusikan tegangan, serta mempertahankan stabilitas struktur perkerasan jalan. Secara umum, karakteristik tanah meliputi kadar air , berat jenis tanah, batas Atterberg yang terdiri dari *Liquid Limit*, *Plastic Limit*, dan *Plasticity Index*, kepadatan tanah kering, serta nilai *California Bearing Ratio* (CBR) sebagai indikator utama daya dukung tanah (H C Hardiyatmo 2025).

Setiap parameter karakteristik tanah memiliki peran yang saling berkaitan. Kadar air memengaruhi kekuatan geser dan plastisitas tanah, berat jenis mencerminkan komposisi mineral penyusun tanah, sementara batas *Atterberg* menunjukkan sensitivitas tanah terhadap perubahan kadar air. Kepadatan tanah berhubungan langsung dengan tingkat kerapatan butiran dan kemampuan tanah menahan beban, sedangkan nilai CBR menggambarkan kapasitas tanah sebagai pondasi perkerasan jalan. Kombinasi dari parameter-parameter tersebut menentukan perilaku tanah dasar dalam menerima beban berulang dan kondisi lingkungan yang berubah.

Kerusakan Perkerasan

Secara konseptual, bentuk kerusakan pada perkerasan jalan dapat dikelompokkan dalam dua kategori utama, yaitu kerusakan struktural dan kerusakan fungsional. Kerusakan struktural berkaitan dengan menurunnya kemampuan sistem perkerasan secara keseluruhan akibat lapisan-lapisan penyusunnya tidak lagi sanggup menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas yang bekerja di atasnya. Kondisi ini umumnya berhubungan langsung dengan kegagalan kapasitas dukung struktur perkerasan. Sementara itu, kerusakan fungsional lebih menitikberatkan pada penurunan kualitas permukaan jalan. Kerusakan jenis ini menyebabkan ketidaknyamanan dan gangguan terhadap fungsi pelayanan jalan bagi pengguna. Dampak yang ditimbulkan dapat berupa berkurangnya kenyamanan berkendara dan meningkatnya risiko keselamatan lalu lintas. Pembagian klasifikasi kerusakan ini menjadi dasar dalam evaluasi kondisi perkerasan jalan (Transportasi 2005).

Penyebab Kerusakan Perkerasan

Menurut Sukirman (2010), kinerja struktur perkerasan jalan dapat menurun sebagai akibat dari berbagai faktor yang bekerja secara langsung maupun tidak langsung terhadap sistem perkerasan. Faktor-faktor tersebut berperan dalam mempercepat degradasi struktural apabila tidak dikendalikan sejak tahap perencanaan hingga pelaksanaan.Adapun penyebab utama penurunan kineja perkerasan jalan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Lalu lintas, yang berkaitan dengan bertambahnya beban kendaraan serta frekuensi pembebanan berulang yang melebihi kapasitas rencana;
2. Air, yang bersumber dari curah hujan, sistem drainase yang tidak berfungsi secara optimal, serta naiknya air tanah akibat sifat kapilaritas;
3. Material penyusun perkerasan jalan,yang penurunan mutunya dapat disebabkanoleh karakteristik material itu sendiri maupun oleh metode pengolahan dan pelaksanaan yang kurang tepat;
4. Kondisi tanah yang tidak stabil, yang dapat terjadi akibat sistem pelaksanaan yang kurang baik atau disebabkan oleh sifat alami tanah dasar; dan
5. Proses pemadatan lapisan perkerasan di atas tanah dasar yang tidak dilakukan secara optimal sehingga mengurangi kekuatan dan kestabilan struktur perkerasan.

Kegagalan Perkerasan Akibat Tanah Dasar Berdaya Dukung Rendah

Menurut Hardiyatmo (2025), mekanisme kegagalan perkerasan akibat tanah dasar berdaya dukung rendah dapat dijelaskan melalui beberapa bentuk kerusakan utama yang saling berkaitan dengan respon tanah terhadap beban lalu lintas dan kondisi lingkungan.

1. Penurunan (*Settlement*)
   Penurunan terjadi ketika beban lalu lintas yang bekerja secara berulang menyebabkan deformasi permanen pada tanah dasar yang memiliki kekuatan dan kekakuan rendah. Tanah dengan kepadatan tidak memadai atau kadar air tinggi cenderung mengalami konsolidasi dan pergeseran partikel, sehingga terjadi penurunan diferensial. Kondisi ini sering ditandai dengan munculnya gelombang, cekungan, atau ketidakrataan pada permukaan jalan yang mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.
2. Retak Fatigue (*Fatigue Cracking*)
   Retak fatigue muncul akibat repetisi beban lalu lintas yang diteruskan ke lapisan perkerasan di atas tanah dasar yang tidak cukup kaku. Lemahnya daya dukung subgrade menyebabkan peningkatan lendutan perkerasan, sehingga tegangan lentur di bagian bawah lapisan aspal menjadi lebih besar dari kapasitas material. Akumulasi tegangan ini memicu terbentuknya retak-retak berulang yang berkembang menjadi pola retak buaya (*alligator cracking*), yang pada akhirnya mempercepat kerusakan struktural perkerasan.
3. Rutting (Alur)
   Rutting merupakan deformasi plastis yang terjadi akibat kombinasi tegangan vertikal tinggi dari beban kendaraan dan kelemahan tanah dasar. Tanah dasar dengan kadar air tinggi memiliki kekuatan geser rendah sehingga mudah mengalami aliran plastis di bawah beban berulang. Akibatnya, terbentuk alur memanjang pada jalur roda kendaraan yang mengindikasikan kegagalan struktural perkerasan lentur, terutama pada ruas jalan dengan lalu lintas berat dan kondisi drainase yang kurang baik (Huang 2008).

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Yang menjadi objek penelitian ini, yaitu pada ruas Jalan Salusu-Lanang STA 1+080, 1+560 dan 2+669, Kecamatan Lampasio, Kabupaten Tolitoli, dengan mengambil sample tanah pada ruas jalan tersebut dan dilakukan pengujian di Laboratorium Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Tolitoli. Dengan demikian, lokasi ini dinilai mampu mendukung pencapaian tujuan penelitian, khususnya dalam menganalisis hubungan dan pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kinerja perkerasan jalan.

Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data yang terdiri atas data primer dan data sekunder. Pengumpulan data bertujuan memperoleh data numerik yang dapat diukur secara objektif dan dianalisis menggunakan teknik statistik untuk menguji hubungan dan pengaruh antar variabel penelitian Sugiyono, (2021).

a) Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui kegiatan survey lapangan terkait jenis kerusakan perkerasan jalan yang ditemukan di lokasi penelitian dan kegiatan pengujian langsung terhadap sample tanah yang diambil dari lokasi penelitian. Pengujian tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran karakteristik tanah secara menyeluruh. Parameter yang diuji mencakup sifat fisik dan sifat mekanik tanah. Sifat fisik tanah meliputi pengukuran kadar air alami, penentuan berat jenis tanah, serta pengujian batas Atterberg yang terdiri dari batas cair dan batas plastis. Sementara itu, sifat mekanik tanah ditentukan melalui uji pemadatan menggunakan metode Proctor untuk mengetahui karakteristik kepadatan tanah. Selain itu, pengujian daya dukung tanah dilakukan dengan metode *California Bearing Ratio* (CBR) guna menilai ke mampuan tanah dalam mendukung beban.
b) Data sekunder diperoleh melalui penelusuran berbagai sumber pustaka yang relevan dengan topik penelitian. Sumber data tersebut meliputi buku teks, jurnal ilmiah, hasil penelitian terdahulu, serta dokumen referensi yang berkaitan dengan kajian karakteristik tanah terhadap kerusakan perkerasan jalan. Data sekunder ini digunakan sebagai landasan teoritis, pembanding hasil penelitian, serta pendukung dalam penyusunan analisis dan pembahasan

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan korelasional dan kausal. Penelitian kuantitatif merupakan metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan

untuk meneliti populasi atau sampel tertentu dengan tujuan menguji hipotesis melalui analisis data numerik dan statistik Sugiyono (2021).

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini, menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengkaji pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan perkerasan jalan pada Ruas Jalan Salusu-Lanang Kecamatan Lampasio. Data yang diperoleh dari hasil pengujian laboratorium dan survei lapangan dianalisis secara sistematis menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 21. Penggunaan SPSS dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam mengolah data statistik, melakukan pengujian hubungan antarvariabel, serta menghasilkan output yang akurat dan mudah diinterpretasikan dalam penelitian teknik sipil (Field, 2018; Pallant, 2020).

Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov atau Shapiro-Wilk pada SPSS. Menurut Field (2018), data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05.

Hipotesis:

H_0 : Data berdistribusi normal.

H_1 : Data tidak berdistribusi normal.

Kriteria pengambilan keputusan:

Sig. > 0,05 → data berdistribusi normal.

Sig. ≤ 0,05 → data tidak berdistribusi normal.

Analisis Korelasi Pearson

Analisis korelasi Pearson digunakan untuk mengetahui tingkat hubungan antara karakteristik tanah dasar dengan kerusakan perkerasan jalan. Variabel independen yang dianalisis meliputi nilai CBR, kadar air, indeks plastisitas.sedangkan variabel dependen adalah tingkat kerusakan perkerasan jalan. Menurut Pallant (2020), nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Semakin mendekati ±1 menunjukkan hubungan yang semakin kuat, sedangkan nilai mendekati 0 menunjukkan hubungan yang lemah.

Analisis Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan perkerasan jalan secara simultan maupun parsial. Metode ini dipilih karena penelitian melibatkan lebih dari satu variabel independen yang diduga mempengaruhi satu variabel dependen (Field, 2018). Analisis regresi dilakukan untuk mengetahui arah hubungan, besarnya pengaruh, dan kontribusi masing-masing karakteristik tanah terhadap kerusakan perkerasan jalan.

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + e$$

Keterangan:

Y = Kerusakan Perkerasan Jalan

a = Konstanta

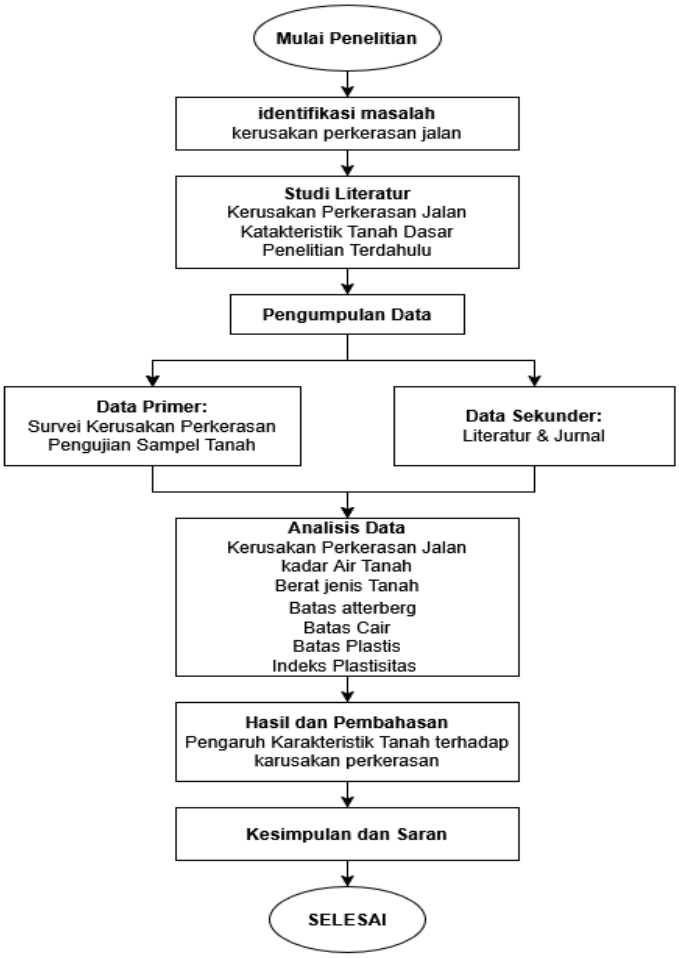
b_1, b_2, b_3 = Koefisien regresi

X_1 = Kadar Air

X_2 = indeks Plastis

X_3 = CBR Tanah

e = Error



Bagan Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1 Hasil

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium dan survey kerusakan jalan diperoleh data-data sebagai berikut:

1. Nilai kadar air, indeks plastis, kepadatan tanah dan CBR sebagai berikut:

Hasil Identifikasi karakteristik tanah dasar pada ruas jalan Salusu-Lanang kecamatan Lampasio berdasarkan prameter kadar air, indeks plastisitas dan nilai CBR. engujian tanah pada tiga titik pengamatan, kadar air berkisar antara 33,43% hingga 40,30%, dengan nilai Plasticity Index (PI) antara 22,29% hingga 24,37%, sedangkan nilai CBR berada pada rentang 3,5% hingga 4,0%.. Berikut hasil pengujian dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium

STA	KADAR AIR	PI	NILAI CBR
1+080	40.30%	24.37%	3.5%
1+560	33.43%	22.29%	4%
2+669	36.05%	23.25%	3.9%

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

2. Jenis Kerusakan Perkerasan jalan pada ruas jalan salusu-lanang

Hasil survei lapangan, terdapat tiga jenis kerusakan yang ditemukan pada ruas jalan yang diteliti:

a. Pada STA 1+080 ditemukan kerusakan berupa lubang yang dapat mengurangi kenyamanan dan membahayakan pengguna jalan.

b. Pada STA 1+560 teridentifikasi kerusakan berupa retak yang menunjukkan mulai terjadinya penurunan kondisi perkerasan dan berpotensi berkembang menjadi kerusakan yang lebih berat apabila tidak segera ditangani.
c. Pada STA 2+669 ditemukan penurunan permukaan jalan yang mengindikasikan adanya deformasi pada lapisan perkerasan atau tanah dasar sehingga menyebabkan permukaan jalan menjadi tidak rata.

3. Pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap jenis kerusakan perkerasan

Tabel 2. Hasil Uji Korelasi

Variabel	X1	X2	X3	Y
X1	1,000	0,996	0,722	0,790
Sig. (2-tailed)	-	0,058	0,487	0,420
X2	0,996	1,000	0,782	0,843
Sig. (2-tailed)	0,058	-	0,428	0,362
X3	0,722	0,782	1,000	-0,995
Sig. (2-tailed)	0,487	0,428	-	0,067
Y	0,790	0,843	-0,995	1,000
Sig. (2-tailed)	0,420	0,362	0,067	-

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Hasil uji korelas, terdapat pengaruh karakteristik tanah dasar terhadap kerusakan jalan sebagai berikut:

a. Kadar Air (X1) terhadap Kerusakan Jalan (Y)
Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa kadar air (X1) memiliki hubungan positif kuat terhadap kerusakan jalan (Y) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,790. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kadar air tanah, maka tingkat kerusakan jalan cenderung meningkat.
b. Indeks Plastisitas (X2) terhadap Kerusakan Jalan (Y)
Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa indeks plastisitas (X2) memiliki hubungan positif yang sangat kuat terhadap kerusakan jalan (Y) dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,843. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai indeks plastisitas tanah, maka kerusakan jalan cenderung semakin meningkat.
c. Nilai CBR (X3) terhadap kerusakan Jalan (Y)
Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa nilai CBR (X3) memiliki hubungan negatif yang sangat kuat terhadap kerusakan jalan (Y) dengan nilai koefisien korelasi sebesar -0,995. Hubungan negatif ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai CBR, maka tingkat kerusakan jalan cenderung menurun karena daya dukung tanah dasar semakin baik.

Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian dari laboratorium dinas pekerjaan umum kabuipaten Toli toli diperoleh data-data sebagai berikut:

Hasil Pengujian Klasifikasi Tanah

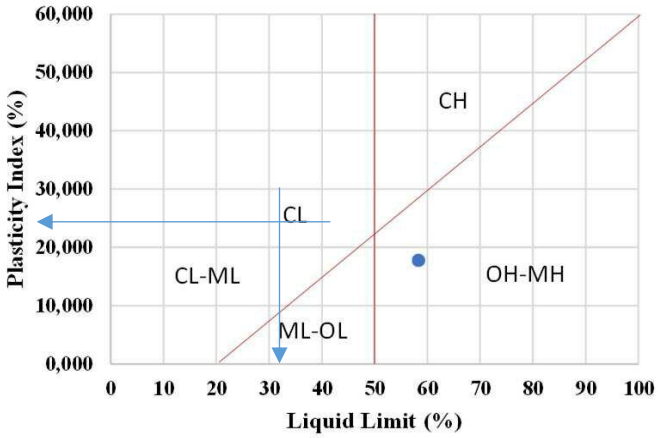
Berdasarkan hasil analisis saringan, persentase material yang lolos Saringan No. 200 pada STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669 masing-masing sebesar 64,85%, 52,56%, dan 62,94%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lebih dari 50% butiran tanah pada seluruh titik pengamatan berukuran lebih halus dari 0,075 mm, sehingga tanah didominasi oleh fraksi halus seperti lanau dan lempung. Tingginya persentase lolos Saringan No. 200 mengindikasikan bahwa tanah pada lokasi penelitian termasuk tanah berbutir halus dengan kemampuan menyerap air yang relatif tinggi. Hasil pengujian analisis saringan dapat di lihat pada table berikut:

Tabel 3. Analisis Saringan

PARAMETER	STA	HASIL	PENGUJIAN
Lolos Saringan NO 200	1+080	64.85%	Analisis Saringan
	1+560	52.56%	
	2+669	62.94%	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

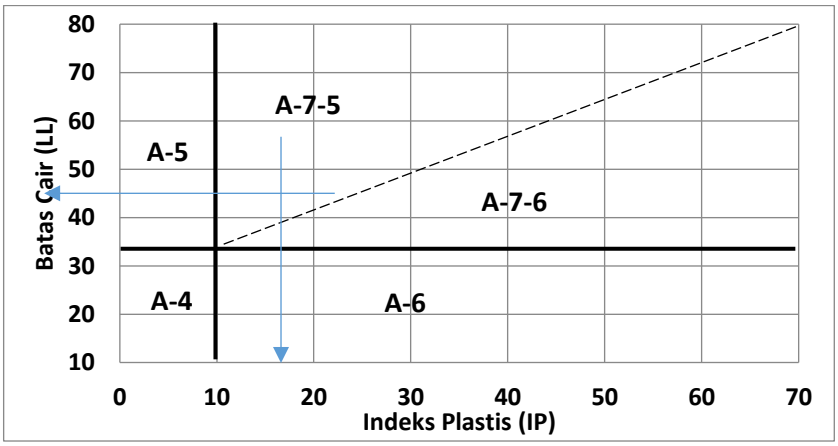
Menurut Sistem USCS (Unified Soil Classification System), seluruh sampel tanah memiliki persentase lolos Saringan No. 200 lebih dari 50%, yaitu 64,85%, 52,56%, dan 62,94%, sehingga diklasifikasikan sebagai tanah berbutir halus (fine-grained soils). Berdasarkan nilai batas cair (LL) yang berkisar antara 45,80% hingga 50,80% dan indeks plastisitas (PI) antara 22,29% hingga 24,37%, titik STA 1+080 dengan LL > 50 termasuk kelompok CH (Clay of High Plasticity) atau lempung anorganik berplastisitas tinggi. Sementara itu, STA 1+560 dan STA 2+669 yang memiliki LL < 50 dengan nilai PI yang berada di atas A-Line pada diagram plastisitas diklasifikasikan sebagai CL (Clay of Low to Medium Plasticity) atau lempung anorganik berplastisitas rendah hingga sedang. Klasifikasi ini menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian didominasi oleh material lempung dengan sifat plastis dan potensi perubahan volume akibat perubahan kadar air. Contoh grafik Kriteria klasifikasi tanah menurut USCS pada sampel 2 dapat di lihat di bawah ini:



Gambar 1. Grafik Kriteria Klasifikasi Sistem USCS

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Menurut Sistem AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), seluruh sampel memiliki persentase lolos Saringan No. 200 lebih dari 35%, sehingga termasuk kelompok tanah lanau dan lempung (silt-clay materials). Berdasarkan nilai batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI), STA 1+080 dengan LL = 50,80% dan PI = 24,37% termasuk kelompok **A-7-6**, yang menunjukkan tanah lempung dengan tingkat plastisitas tinggi dan kualitas kurang baik sebagai tanah dasar jalan. STA 1+560 (LL = 45,80%; PI = 22,29%) dan STA 2+669 (LL = 48,00%; PI = 23,25%) juga termasuk kelompok **A-7-6** karena nilai PI lebih besar dari LL − 30. Dengan demikian, berdasarkan klasifikasi AASHTO, seluruh sampel tanah tergolong tanah lempung berplastisitas tinggi yang umumnya memiliki daya dukung rendah, tingkat pengembangan dan penyusutan yang relatif besar, serta memerlukan perhatian khusus apabila digunakan sebagai tanah dasar konstruksi jalan. Contoh grafik kriteria klasifikasi tanah menurut AASHTO pada sampel 2 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2 Grafik Kriteria Klasifikasi Sistem AASHTO

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengujian Sifat Fisik Tanah

Pengujian ini meliputi parameter sebagai berikut:

1. Kadar air

Berdasarkan hasil pengujian kadar air (W) pada beberapa titik STA, diperoleh nilai yang bervariasi. Pada STA 1+080, kadar air tanah sebesar 40,30%, yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan titik lainnya. Selanjutnya, pada STA 1+560 diperoleh kadar air sebesar 33,43%, yang menunjukkan kondisi tanah dengan kandungan air lebih rendah. Sementara itu, pada STA 2+669 kadar air tercatat sebesar 36,05%, berada di antara kedua nilai sebelumnya. Perbedaan kadar air pada setiap STA menunjukkan adanya variasi kondisi kelembapan tanah di sepanjang lokasi pengamatan, yang dapat dipengaruhi oleh faktor jenis tanah, kondisi drainase, topografi, serta tingkat infiltrasi air pada masing-masing titik pengujian. Secara keseluruhan, kadar air tanah pada lokasi penelitian berkisar antara 33,43% hingga 40,30% dengan nilai rata-rata sebesar 36,59%. Hasil rata-rata kadar air dari seriap titik STA ditampilkan dalam tabel beriktu:

Tabel 4. Hasil pengujian kadar air

PARAMETER	STA	HASIL	PENGUJIAN
Kadar Air (W)	1+080	40.30%	Kadar Air
	1+560	33.43%	
	2+669	36.05%	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengerjaan data kadar air (W) diawali dengan pengambilan sampel tanah pada setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Sampel tanah yang diperoleh kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat tanah basah. Setelah itu, sampel dikeringkan di dalam oven pada suhu standar laboratorium hingga mencapai berat konstan. Sampel yang telah kering kemudian ditimbang kembali untuk memperoleh berat tanah kering. Nilai kadar air dihitung menggunakan perbandingan antara berat air yang hilang selama proses pengeringan dengan berat tanah kering, kemudian dikalikan 100 persen. Berikut contoh pengerjaan yang di ambil dalam sampel 1:

Diketahui: Berat tanah basah + cawan = 630 g
Berat tanah kering + cawan = 470 g
Berat cawan kosong = 73 g

Langkah Perhitungan:

a. Menghitung berat air (W_w)

$$W_w = \text{Berat tanah basah + cawan} - \text{Berat tanah kering + cawan}$$
$$W_w = 630 - 470$$
$$W_w = 160 \text{ g}$$

b. Menghitung berat tanah kering (W_s)

$$W_s = \text{Berat tanah kering + cawan} - \text{Berat cawan kosong}$$
$$W_s = 470 - 73$$
$$W_s = 397 \text{ g}$$

c. Menghitung kadar air (W)

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
$$W = \frac{160}{397} \times 100\%$$
$$W = 40{,}30\%$$

2. Batas-Batas Atterberg

Berdasarkan hasil pengujian batas-batas Atterberg pada tiga titik pengamatan, diperoleh nilai batas cair (Liquid Limit/LL) sebesar 50,80% pada STA 1+080, 45,80% pada STA 1+560, dan 48,00% pada STA 2+669. Nilai batas plastis (Plastic Limit/PL) masing-masing sebesar 26,43%, 23,51%, dan 24,75%, sedangkan nilai indeks plastisitas (Plasticity Index/PI) sebesar 24,37%, 22,29%, dan 23,25%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tanah pada seluruh lokasi memiliki rentang plastisitas yang cukup tinggi, yang ditandai oleh nilai PI di atas 20%. Semakin tinggi nilai indeks plastisitas, semakin besar kemampuan tanah untuk mengalami perubahan bentuk tanpa mengalami keruntuhan ketika kadar air berubah. Nilai batas cair yang berada pada kisaran 45,80% hingga 50,80% mengindikasikan bahwa tanah memiliki kemampuan menahan air yang relatif tinggi dan cenderung mengandung fraksi lempung yang dominan. Secara keseluruhan, hasil pengujian Atterberg menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian tergolong tanah berplastisitas sedang

hingga tinggi, dengan potensi pengembangan dan penyusutan yang cukup signifikan akibat perubahan kadar air. Hasil pengujian batas-batas atterberg dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Batas-batas atterberg

PARAMETER	STA	HASIL	PENGUJIAN
Batas Cair (LL)	1+080	50.80%	Batas-Batas Atterberg
	1+560	45.80%	
	2+669	48.00%	
Batas Plastis (PL)	1+080	26.43%	
	1+560	23.51%	
	2+669	24.75%	
Indeks Plastisitas (PI)	1+080	24.37%	
	1+560	22.29%	
	2+669	23.25%	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

pengerjaan data pada pengujian batas-batas Atterberg diawali dengan pengambilan sampel tanah yang telah lolos Saringan No. 40 untuk setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Pengujian batas cair (Liquid Limit/LL) dilakukan menggunakan alat Casagrande dengan menentukan kadar air tanah pada beberapa jumlah ketukan, kemudian dibuat kurva alir (flow curve) untuk memperoleh nilai kadar air pada 25 ketukan sebagai nilai batas cair. Selanjutnya, pengujian batas plastis (Plastic Limit/PL) dilakukan dengan menggulung sampel tanah hingga mencapai diameter sekitar 3 mm sampai terjadi retakan, kemudian kadar air sampel dihitung dan dirata-ratakan untuk memperoleh nilai batas plastis. Setelah nilai batas cair dan batas plastis diperoleh, indeks plastisitas (Plasticity Index/PI) dihitung menggunakan rumus PI = LL − PL. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai LL masing-masing sebesar 50,80%, 45,80%, dan 48,00%, nilai PL sebesar 26,43%, 23,51%, dan 24,75%, serta nilai PI sebesar 24,37%, 22,29%, dan 23,25% pada STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Berikut contoh pengerjaan yang di ambil dalam sampel 3:

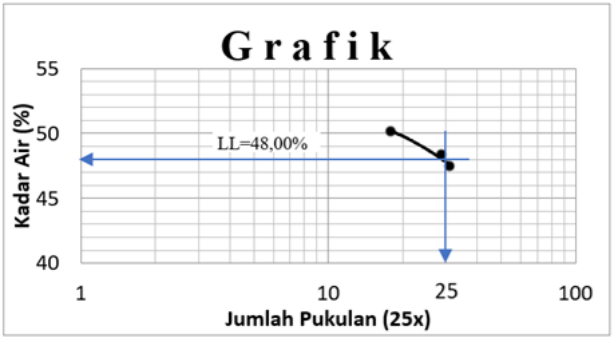
Tabel 6. Perhitungan batas cair dan batas plastis

BATAS CAIR						**BATAS PLASTIS**	
18	**x**	**29**	**x**	**31**	**x**		
75.75	73.57	72.56	70.33	99.22	85.49	30.81	30.26ta
55.15	53.10	54.11	51.44	73.56	63.30	27.48	27.13
20.60	20.47	18.45	18.89	25.65	22.19	3.33	3.13
13.79	12.57	15.57	12.64	19.50	16.34	14.10	14.40
41.36	40.53	38.54	38.80	54.07	46.96	13.37	12.73
49.80	50.50	47.88	48.68	47.45	47.25	24.90	24.59
50.15		**48.28**		**47.35**		**24.75**	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

a. Batas cair

Batas cair ditentukan dari kadar air yang bersesuaian dengan 25 ketukan pada kurva alir (flow curve) yang dapat dilihat pada gambar di awah:



Gambar 3. Flow Curve Batas cair

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Dari hasil pengujian diperoleh:

$$LL = 48{,}00\%$$

b. Batas Plastis

Data pengujian: Berat cawan = 14,25 g
Berat cawan + tanah basah = 30,53 g
Berat cawan + tanah kering = 27,3 g

a) Berat air

$$W_w = (30{,}53 - 27{,}3)$$
$$W_w = 3{,}23 \text{ g}$$

b) Berat tanah kering

$$W_s = (27{,}3 - 14{,}25)$$
$$W_s = 13{,}05 \text{ g}$$

c) Kadar air

$$PL = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
$$PL = \frac{3{,}23}{13{,}05} \times 100\%$$
$$PL = 24{,}75\%$$

c. Perhitungan Indeks Plastisitas (Plasticity Index/PI)

Rumus: $PI = LL - PL$
Diketahui: $LL = 48{,}00\%$
$PL = 24{,}75\%$
Maka: $PI = 48{,}00 - 24{,}75$
$PI = 23{,}25\%$

3. Pemeriksaan Berat isi Agregat

Berdasarkan hasil pengujian berat isi agregat pada tiga titik pengamatan, diperoleh nilai sebesar 0,969 pada STA 1+080, 0,971 pada STA 1+560, dan 0,964 pada STA 2+669. Nilai tersebut menunjukkan bahwa berat isi agregat pada seluruh lokasi relatif seragam dengan perbedaan yang sangat kecil antar titik pengujian. Nilai tertinggi terdapat pada STA 1+560, sedangkan nilai terendah berada pada STA 2+669. Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa agregat yang digunakan memiliki tingkat kepadatan yang hampir sama pada setiap lokasi pengambilan sampel, sehingga karakteristik materialnya dapat dianggap relatif homogen. Hasil pemeriksaan berat isi agregat dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 7. Pemeriksaan berat isi agregat

PARAMETER	STA	HASIL	PENGUJIAN
Berat Isi Agregat	1+080	0.969%	Berat Isi Agregat
	1+560	0.971%	
	2+669	0,964%	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengerjaan data berat isi agregat diawali dengan pengambilan sampel agregat dari setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam

wadah atau cetakan yang volumenya telah diketahui sebelumnya hingga penuh sesuai prosedur pengujian. Setelah itu, agregat dalam wadah ditimbang untuk memperoleh berat total, kemudian berat wadah dikurangkan sehingga diperoleh berat bersih agregat. Nilai berat isi agregat dihitung dengan membandingkan berat agregat terhadap volume wadah yang digunakan. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai berat isi agregat sebesar 0,969 pada STA 1+080, 0,971 pada STA 1+560, dan 0,964 pada STA 2+669. Selanjutnya, hasil tersebut dianalisis untuk mengetahui tingkat kepadatan agregat dan keseragaman karakteristik material pada setiap lokasi pengambilan sampel. Berikut contoh pengerjaan yang di ambil dalam sampel 3:

Tabel 8. Perhitungan Berat Isi Agregat

NOMOR TEST	URAIAN	PADAT	GEMBUR
I	A. Berat Mould		6207
	B. Berat Mould + Benda Uji		8212
	C. Berat Benda Uji		2005
	D. Volume Mould		2087
	Berat Isi (Beart Volume)		0.961
II	A. Berat Mould		6207
	B. Berat Mould + Benda Uji		8225
	C. Berat Benda Uji		2018
	D. Volume Mould		2087
	Berat Isi (Beart Volume)		0.967
	Berat Isi / Beart Volume Rata - rata		**0.964**

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Perhitungan Berat Isi Agregat

Rumus $\gamma = \frac{W}{V}$

Keterangan: γ= Berat isi agregat (g/cm³)

W= Berat benda uji (g)

V= Volume mould (cm³)

a. Pengujian I

Diketahui: Berat mould = 6207 g

Berat mould + benda uji = 8212 g

Volume mould = 2087 cm³

Langkah 1. Menghitung berat benda uji

$$W = (Berat\ mould + benda\ uji) - Berat\ mould$$
$$W = 8212 - 6207$$
$$W = 2005\ g$$

Langkah 2. Menghitung berat isi agregat

$$\gamma = \frac{W}{V}$$
$$\gamma = \frac{2005}{2087}$$

γ=0,961 g/cm3

b. Pengujian II

Diketahui: Berat mould = 6207 g

Berat mould + benda uji = 8225 g

Volume mould = 2087 cm³

Langkah 1. Menghitung berat benda uji

$$W = 8225 - 6207$$
$$W = 2018\ g$$

Langkah 2. Menghitung berat isi agregat

$$\gamma = \frac{2018}{2087}$$

$$\gamma = 0{,}967 \text{ g/cm3}$$

c. Menghitung Berat Isi Rata-rata

$$\gamma_{rata-rata} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}$$

$$\gamma_{rata-rata} = \frac{0{,}961 + 0{,}967}{2}$$

$$\gamma rata-rata = 0{,}964 \text{ g/cm3}$$

4. Berat Jenis tanah

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis tanah (specific gravity), diperoleh nilai sebesar 2,62 pada STA 1+080, 2,65 pada STA 1+560, dan 2,59 pada STA 2+669. Nilai tersebut menunjukkan bahwa berat jenis butiran tanah pada ketiga titik pengamatan relatif seragam dengan rentang yang tidak jauh berbeda. Nilai tertinggi terdapat pada STA 1+560, sedangkan nilai terendah berada pada STA 2+669. Secara umum, nilai berat jenis tanah yang berkisar antara 2,59 hingga 2,65 menunjukkan karakteristik tanah mineral anorganik yang didominasi oleh partikel lempung dan lanau. Keseragaman nilai berat jenis ini mengindikasikan bahwa komposisi mineral penyusun tanah pada lokasi penelitian relatif homogen dan memiliki karakteristik fisik yang hampir sama di setiap titik pengamatan.

Tabel 9. Pengujian Berat Jenis Tanah

PARAMETER	STA	HASIL	PENGUJIAN
Berat Jenis Tanah	1+080	2,62%	Berat Jenis Tanah
	1+560	2,65%	
	2+669	2,59%	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengerjaan data berat jenis tanah diawali dengan pengambilan sampel tanah dari setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Sampel tanah yang telah dikeringkan kemudian diuji menggunakan piknometer untuk menentukan berat jenis butiran tanah. Pengujian dilakukan dengan menimbang berat piknometer kosong, berat piknometer berisi tanah kering, berat piknometer berisi tanah dan air, serta berat piknometer yang hanya berisi air. Data hasil penimbangan tersebut digunakan untuk menghitung berat jenis tanah berdasarkan perbandingan antara berat butiran tanah dan berat air dengan volume yang sama. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai berat jenis tanah sebesar 2,62 pada STA 1+080, 2,65 pada STA 1+560, dan 2,59 pada STA 2+669. Berikut contoh perhitungan data yang di ambil dalam sampel 1:

Tabel 10. Perhitungan Berat Jenis Tanah

NOMOR CONTOH DAN KEDALAMAN			**A**	**B**
Nomor Piknometer			4	10
Berat Piknometer + Contoh	W1	(g)	60.125	61.412
Berat Piknometer	W2	(g)	37.212	38.226
Berat Tanah	Wt = W1-W2	(g)	22.913	23.186
Suhu	oC		20	℃
Berat Piknometer + Air + Tanah	W3	(g)	153.220	151.414
Berat Piknometer + Air Kalibrasi	W4	(g)	138.240	138.101
W5 = W1-W2+W4		(g)	161.15	161.29
Isi Tanah	W5-W3	(cm^3)	7.93	9.87
Berat Jenis Tanah	$\frac{Wt}{W5-W3}$		2.89	2.35
Rata-rata			**2.62**	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Perhitungan Berat Jenis Tanah

Rumus $Gs = \frac{W_t}{W_5 - W_3}$

dengan: Gs= Berat jenis tanah
W_t= Berat tanah kering (g)
W_1= Berat piknometer + contoh tanah (g)
W_2= Berat piknometer kosong (g)
W_3= Berat piknometer + air + tanah (g)
W_4= Berat piknometer + air kalibrasi (g)
$W_5 = W_1 - W_2 + W_4$

Pengujian I (Piknometer No. 4)

Diketahui: $W_1 = 60{,}125\ g$
$W_2 = 37{,}212\ g$
$W_3 = 153{,}220\ g$
$W_4 = 138{,}240\ g$

Menghitung Berat Tanah Kering

$$W_t = W_1 - W_2$$
$$W_t = 60{,}125 - 37{,}212$$
$$W_t = 22{,}913\ g$$

Menghitung Nilai W_5

$$W_5 = W_1 - W_2 + W_4$$
$$W_5 = 60{,}125 - 37{,}212 + 138{,}240$$
$$W_5 = 161{,}153\ g$$

Menghitung Volume Tanah

$$W_5 - W_3$$
$$= 161{,}153 - 153{,}220$$
$$= 7{,}933\ cm^3$$

Menghitung Berat Jenis Tanah

$$Gs = \frac{W_t}{W_5 - W_3}$$
$$Gs = \frac{22{,}913}{7{,}933}$$
$$Gs = 2{,}89$$

Pengujian II

Diketahui $W_t = 23{,}186\ g$
$W_3 = 151{,}414\ g$
$W_4 = 138{,}101\ g$

Menghitung Nilai W_5

$$W_5 = 161{,}29\ g$$

Menghitung Volume Tanah

$$W_5 - W_3$$
$$= 161{,}29 - 151{,}414$$
$$= 9{,}876\ cm^3$$

Menghitung Berat Jenis Tanah

$$Gs = \frac{23{,}186}{9{,}876}$$
$$Gs = 2{,}35$$

Menghitung Berat Jenis Rata-rata

$$Gs_{rata-rata} = \frac{Gs_1 + Gs_2}{2}$$
$$= \frac{2{,}89 + 2{,}35}{2}$$
$$= 2{,}62$$

5.2.3 Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian ini meliputi parameter:

1. Pengujian Pemadatan tanah (Compaction)

Berdasarkan hasil pengujian pemadatan, diperoleh kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dan berat isi kering maksimum (Maximum Dry Density/MDD) yang berbeda pada setiap titik pengamatan. Pada STA 1+080, kadar air optimum sebesar 13,50% dengan berat isi kering maksimum 1,269 g/cm³. Pada STA 1+560 diperoleh kadar air optimum sebesar 12,30% dan berat isi kering maksimum 1,300 g/cm³, yang merupakan nilai kepadatan tertinggi di antara seluruh sampel. Sementara itu, pada STA 2+669 diperoleh kadar air optimum sebesar 23,21% dengan berat isi kering maksimum 1,185 g/cm³, yang menunjukkan kebutuhan kadar air yang lebih tinggi untuk mencapai kondisi pemadatan maksimum. Hasil tersebut menunjukkan bahwa setiap sampel tanah memiliki karakteristik pemadatan yang berbeda, yang dipengaruhi oleh komposisi butiran, kadar air, dan sifat fisik tanah pada masing-masing lokasi.

Tabel 11. Pengujian Pemadatan Tanah (Compaction)

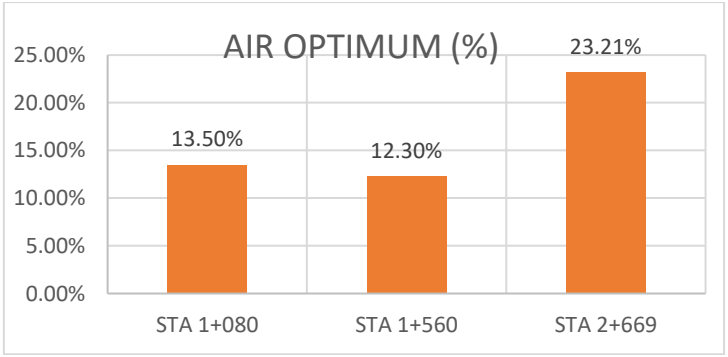
STA	AIR OPTIMUM (%)	BERAT ISI KERING MAKSIMUM
STA 1+080	13.50%	1.269
STA 1+560	12.30%	1.300
STA 2+669	23.21%	1.185

Hubungan kadar air dan berat isi kering dapat dilihat pada gambar flow curve di mana nilai berat isi kering meningkat seiring bertambahnya kadar air hingga mencapai titik optimum, kemudian menurun setelah melewati kadar air optimum. Yang dapat di lihat pada gambar berikut:



Gambar 4. Flow Curve air Optimum

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026



Gambar 5. flow Curve Berat Isi Kering Maksimum

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengerjaan data pada pengujian pemadatan (Proctor Test) diawali dengan pengambilan sampel tanah dari setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Sampel tanah kemudian dicampur dengan variasi kadar air tertentu dan dipadatkan di dalam cetakan standar menggunakan energi pemadatan yang telah ditetapkan. Setelah proses pemadatan selesai, dilakukan pengukuran berat isi basah dan pengujian kadar air untuk setiap variasi. Selanjutnya, berat isi kering dihitung dari hasil berat isi basah dan kadar air yang diperoleh. Data kadar air dan berat isi kering kemudian diplot dalam grafik hubungan kadar air terhadap berat isi kering sehingga terbentuk kurva pemadatan. Dari kurva tersebut ditentukan titik puncak yang menunjukkan kadar air optimum (Optimum Moisture Content/OMC) dan berat isi kering maksimum (Maximum Dry Density/MDD). Hasil analisis menunjukkan bahwa STA 1+080 memiliki kadar air optimum sebesar 13,50% dengan berat isi kering maksimum 1,269 g/cm³, STA 1+560 memiliki kadar air optimum 12,30% dengan berat isi kering maksimum 1,300 g/cm³, sedangkan STA 2+669 memiliki kadar air optimum 23,21% dengan berat isi kering maksimum 1,185 g/cm³. Nilai-nilai tersebut digunakan untuk mengevaluasi karakteristik pemadatan tanah pada masing-masing lokasi penelitian. Berikut contoh perhitungan paada sampel 3:

Perhitungan Uji Proctor Standar

Tabel 12. Perhitungan Berat isi

BERAT ISI		**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**
Berat Cetakan	gr	3800	3800	3800	3800	3800
Berat Tanah + Cetakan	gr	5098	5151	5169	5225	5120
Berat Tanah Basah	gr	1298	1351	1369	1425	1320
Isi Cetakan	cm³	947.4	947.4	947.4	947.4	947.4
Berat Isi Basah	gr/cc	1.370	1.426	1.445	1.504	1.393
Berat Isi Kering	gr/cc	**1.143**	**1.165**	**1.169**	**1.200**	**1.090**

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

a. Perhitungan Berat Isi Basah

Pengujian I

Diketahui: Berat cetakan = 3.800 gr

Berat tanah + cetakan = 5.098 gr

Volume cetakan = 947,4 cm³

b. Menghitung Berat Tanah Basah

Wb=(Berat Tanah+Cetakan)−(Berat Cetakan)

$$W_b = 5.098 - 3.800$$
$$W_b = 1.298\ gr$$

c. Menghitung Berat Isi Basah

$$\gamma_b = \frac{W_b}{V}$$
$$\gamma_b = \frac{1.298}{947,4}$$
$$\gamma_b = 1,370\ gr/cm^3$$

d. Perhitungan Berat Isi Kering

Rumus:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w}$$

dengan: γ_d= Berat isi kering (gr/cm³)

γ_b= Berat isi basah (gr/cm³)

w= Kadar air (desimal)

Pengujian I

$$\gamma_d = \frac{1,370}{1+0,1984}$$
$$\gamma_d = 1,143\ gr/cm^3$$

e. Perhitungan Kadar Air (Pengujian I)

Tabel 13. perhitungan Kadar Air

KADAR AIR		O	ILO	FF	GF	LF	AF	DF	HR	F	LS
Tanah Basah + Cawan	gr	67.78	72.80	63.17	68.21	70.46	56.99	73.16	68.61	58.22	79.94
Tanah Kering + Cawan	gr	58.95	63.29	54.38	59.25	59.90	48.80	63.54	56.90	47.77	67.96
Berat Air	gr	8.83	9.50	8.79	8.96	10.56	8.19	9.61	11.71	10.45	11.98
Berat Cawan	gr	15.36	14.40	16.89	17.18	17.18	12.50	15.94	18.50	15.74	16.20
Berat Tanah Kering	gr	43.59	48.90	37.50	42.07	42.73	36.30	47.60	38.40	32.03	51.76
Kadar Air	%	**20.26**	**19.43**	**23.43**	**21.31**	**24.72**	**22.56**	**20.20**	**30.49**	**32.62**	**23.14**
Rata - Rata Kadar Air	%	**19.84**		**22.37**		**23.64**		**25.34**		**27.88**	

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Data Pengujian I
Diketahui: Tanah basah + cawan = 67,78 gr
Tanah kering + cawan = 58,95 gr
Berat cawan = 15,36 gr

a) Menghitung Berat Air

$$W_w = (67{,}78 - 58{,}95)$$
$$W_w = 8{,}83\ gr$$

b) Menghitung Berat Tanah Kering

$$W_s = (58{,}95 - 15{,}36)$$
$$W_s = 43{,}59\ gr$$

c) Menghitung Kadar Air

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
$$w = \frac{8{,}83}{43{,}59} \times 100\%$$
$$w = 20{,}26\%$$

Perhitungan Kadar Air (Pengujian II)
Diketahui: Berat tanah basah + cawan = 72,80 gr
Berat tanah kering + cawan = 63,29 gr
Berat cawan = 14,40 gr

a) Menghitung Berat Air

$$W_w = (72{,}80 - 63{,}29)$$
$$W_w = 9{,}50\ gr$$

b) Menghitung Berat Tanah Kering

$$W_s = (63{,}29 - 14{,}40)$$
$$W_s = 48{,}89\ gr$$

c) Menghitung Kadar Air

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
$$w = \frac{9{,}50}{48{,}89} \times 100\%$$
$$w = 19{,}43\%$$

d. Menghitung Kadar Air Rata-rata

$$w_{rata-rata} = \frac{w_1 + w_2}{2}$$
$$= \frac{20{,}26 + 19{,}43}{2}$$
$$= 19{,}84\%$$

e. Hasil Perhitungan Seluruh Titik

Berikut hasil rekapitulasi hasil pengujian pemadatan tanah yang dapat dilihat di bawah ini:

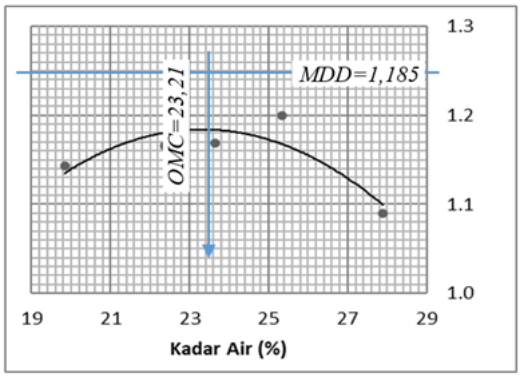
Tabel 13. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Pemadatan Tanah

Pengujian	Kadar Air (%)	Berat Isi Basah (gr/cm³)	Berat Isi Kering (gr/cm³)
I	19,84	1,370	1,143
II	22,37	1,426	1,165
III	23,64	1,445	1,169
IV	25,34	1,504	1,200
V	27,88	1,393	1,090

Sumber: Hasil olahan data Laboratorium 2026

a) Menentukan Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Maksimum

Berdasarkan hasil pengujian dan grafik hubungan kadar air dengan berat isi kering, diperoleh:



Gambar 6 Flow Curve Kadar Air Optimum dan Berat Isi Kering Maksimum $OMC = 23,21\%$ $MDD = 1,185\ gr/cm^3$

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

2. Pengujian CBR

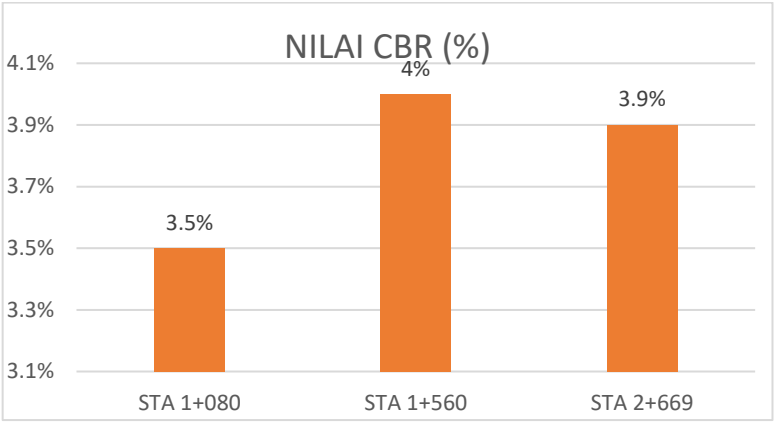
Berdasarkan hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR), diperoleh nilai CBR sebesar 3,5% pada STA 1+080, 4,0% pada STA 1+560, dan 3,9% pada STA 2+669. Nilai tertinggi terdapat pada STA 1+560, sedangkan nilai terendah berada pada STA 1+080. Secara umum, nilai CBR pada ketiga lokasi berada di bawah 5%, yang menunjukkan bahwa tanah memiliki daya dukung yang relatif rendah. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanah dasar pada lokasi penelitian memiliki kemampuan menahan beban yang terbatas sehingga memerlukan perbaikan tanah atau lapisan perkerasan yang memadai apabila digunakan sebagai tanah dasar konstruksi jalan.

Tabel 14. Nilai CBR

STA	NILAI CBR (%)
STA 1+080	3.5%
STA 1+560	4%
STA 2+669	3.9%

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Berdasarkan tabel di atas, grafik nilai CBR menunjukkan adanya perbedaan daya dukung tanah pada setiap lokasi pengujian. Yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 7. Flow Curve Nilai CBR

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Pengerjaan data pada pengujian CBR rendaman (Soaked CBR**)** diawali dengan pengambilan sampel tanah dari setiap titik pengamatan, yaitu STA 1+080, STA 1+560, dan STA 2+669. Sampel tanah terlebih dahulu dipadatkan pada kadar air optimum dan berat isi kering maksimum yang diperoleh dari hasil uji Proctor. Setelah proses pemadatan, benda uji direndam dalam air selama kurang lebih 4 hari (96 jam) untuk mensimulasikan kondisi tanah jenuh di lapangan. Selama perendaman dilakukan pengamatan terhadap pengembangan (swelling) tanah. Setelah perendaman selesai, benda uji diuji menggunakan alat CBR dengan memberikan penetrasi pada kecepatan standar dan mencatat beban yang terjadi pada penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci. Nilai CBR dihitung dengan membandingkan beban hasil pengujian terhadap beban standar, kemudian dipilih nilai CBR yang terbesar sebagai nilai CBR tanah. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR rendaman sebesar 3,5% pada STA 1+080, 4,0% pada STA 1+560, dan 3,9% pada STA 2+669.Berikut contoh perhitungan data pada sampel 2

a. Perhitungan CBR 10 Tumbukan

Data Pemadatan

Diketahui: Berat cetakan = 7.224 g
Berat cetakan + tanah = 10.292 g
Berat tanah basah = 3.048 g
Isi cetakan = 2.196,5 cm³

a) Menghitung Berat Isi Basah

$$\gamma_b = \frac{W_b}{V}$$
$$\gamma_b = \frac{3048}{2196,5}$$
$$\gamma_b = 1,388\ g/cm^3$$

b) Menghitung Berat Isi Kering

Diketahui kadar air:

$$w = 14,43\% = 0,1443$$
$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1+w}$$
$$\gamma_d = \frac{1,388}{1+0,1443}$$
$$\gamma_d = 1,213\ g/cm^3$$

c) Perhitungan Kadar Air

Diketahui: Tanah basah + cawan = 320 g
Tanah kering + cawan = 291 g
Berat cawan = 90 g

1) Berat Air

$$W_w = 320 - 291$$
$$W_w = 29\ g$$

2) Berat Tanah Kering

$$W_s = 291 - 90$$
$$W_s = 201\ g$$

3) Kadar Air

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$
$$w = \frac{29}{201} \times 100\%$$
$$w = 14{,}43\%$$

b. Perhitungan Nilai CBR

Dari hasil pengujian penetrasi diperoleh:

a) Pada penetrasi 0,1 inci

Beban pengujian:

$$P = 85\ lb$$

beban standar:

$$P_s = 3000\ lb$$
$$CBR_{0,1} = \frac{85}{3000} \times 100\%$$
$$CBR_{0,1} = 2{,}83\%$$

b) Pada penetrasi 0,2 inci

Beban pengujian:

$$P = 145\ lb$$

Beban standar:

$$P_s = 4500\ lb$$
$$CBR_{0,2} = \frac{145}{4500} \times 100\%$$
$$CBR_{0,2} = 3{,}22\%$$

c. Menentukan Nilai CBR

Menurut prosedur pengujian CBR, nilai yang digunakan adalah nilai terbesar antara penetrasi 0,1 inci dan 0,2 inci.

$$CBR_{0,1} = 2{,}83\%$$
$$CBR_{0,2} = 3{,}22\%$$

d. Hasil rekapitulasi perhitungan CBR

Berikut hasil rekapitulasi hasil perhitungan CBR tanah yang dapat dilihat di bawah ini:

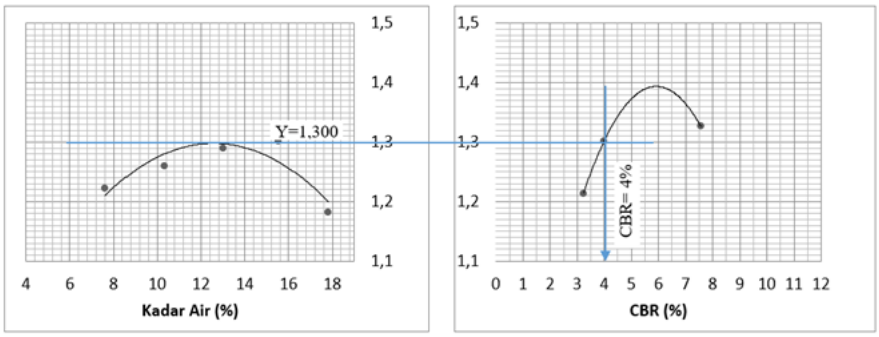
Tabel 15. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Nilai CBR

No.	Parameter	10 Tumbukan	30 Tumbukan	65 Tumbukan
1	Kadar Air, w (%)	14,43	14,54	14,80
2	Berat Isi Basah (g/cm³)	1,388	1,491	1,523
3	Berat Isi Kering (g/cm³)	1,213	1,302	1,327
4	Beban pada Penetrasi 0,1 inci (lb)	85	110	200
5	Beban pada Penetrasi 0,2 inci (lb)	145	180	340
6	CBR pada Penetrasi 0,1 inci (%)	2,8	3,7	6,7
7	CBR pada Penetrasi 0,2 inci (%)	3,2	4,0	7,6

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

e. Menentukan Kadar Air Optimum dan nilai CBR Tanah

Berdasarkan hasil pengujian hubungan kadar air dengan nilai CBR



Gambar 8. Flow Curve Hubungan Kadar Air Dan Nilai CBR

Sumber: Hasil olahan data laboratorium 2026

Analisis SPSS

Tabel 16. Tabulasi Data

KADAR AIR	PI	NILAI CBR (%)	SDI
40.30%	24.37%	3.5%	105
33.43%	22.29%	4%	50
36.05%	23.25%	3.9%	105

Sumber: Hasil olahan data laboratorium dan survey 2026

Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan program Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), diperoleh hasil analisis:

1. Analisis Statistik Deskriptif

Tabel 17. Analisis Statistik Deskriptif

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
X1	3	3343,00	4030,00	3659,3333	346,70785
X2	3	2229,00	2437,00	2330,3333	104,10251
X3	3	4,00	39,00	26,0000	19,15724
Y	3	50,00	105,00	86,6667	31,75426
Valid N (listwise)	3				

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan hasil analisis statistik deskriptif, seluruh variabel memiliki jumlah data (N) sebanyak 3. Variabel kadar air (X1) memiliki nilai minimum 3343,00, maksimum 4030,00, rata-rata (mean) 3659,33, dan standar deviasi 346,71 yang menunjukkan adanya variasi data yang cukup besar. Variabel indeks plastisitas (X2) memiliki nilai minimum 2229,00, maksimum 2437,00, rata-rata 2330,33, dan standar deviasi 104,10 sehingga menunjukkan penyebaran data yang relatif kecil. Variabel nilai CBR (X3) memiliki nilai minimum 4,00, maksimum 39,00, rata-rata 26,00, dan standar deviasi 19,16 yang mengindikasikan variasi data cukup tinggi. Sementara itu, variabel kerusakan jalan (Y) memiliki nilai minimum 50,00, maksimum 105,00, rata-rata 86,67, dan standar deviasi 31,75, yang menunjukkan bahwa tingkat kerusakan jalan pada lokasi penelitian memiliki variasi yang cukup beragam.uvg

2. Uji Normalitas

Tabel 18. One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		3
Normal Parameters[a,b]	Mean	,0000000
	Std. Deviation	,00000000
Most Extreme Differences	Absolute	,262
	Positive	,197
	Negative	-,262
Kolmogorov-Smirnov Z		,454
Asymp. Sig. (2-tailed)		,986

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test, diperoleh nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,986. Nilai tersebut lebih besar dari taraf signifikansi 0,05 (0,986 > 0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa data atau residual penelitian berdistribusi normal. Dengan demikian, asumsi normalitas pada model regresi telah terpenuhi, sehingga analisis regresi linear dapat dilanjutkan karena data memenuhi salah satu persyaratan analisis parametrik.

3. Analisis Regresi Linear Berganda (Uji Hipotesis)

Berdasarkan hasil analisis regresi linear berganda diperoleh persamaan regresi yang menggambarkan hubungan antara kadar air (X_1), indeks plastisitas (X_2), dan nilai CBR (X_3) terhadap kerusakan jalan (Y).

a. Variables Entered/Removed

Tabel 19. Variables Entered/Removed,

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	X3, X1[b]	.	Enter

a. Dependent Variable: Y

b. Tolerance = ,000 limits reached.

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan output Variables Entered/Removed, diketahui bahwa variabel independen yang dimasukkan ke dalam model regresi adalah X1 dan X3, sedangkan tidak ada variabel yang dikeluarkan dari model. Metode yang digunakan adalah *Enter*, yaitu seluruh variabel bebas dimasukkan secara bersamaan ke dalam persamaan regresi. Variabel dependen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Y. Namun, pada output juga terdapat keterangan "*Tolerance* = ,000 limits reached", yang menunjukkan adanya indikasi hubungan yang sangat kuat atau sempurna antarvariabel bebas sehingga dapat menyebabkan masalah multikolinearitas.

b. Model Summary

Tabel 20. Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1,000[a]	1,000	.	.

a. Predictors: (Constant), X3, X1

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan output Model Summary, diperoleh nilai R sebesar 1,000 yang menunjukkan bahwa hubungan antara variabel bebas (X1 dan X3) dengan variabel terikat (Y) berada pada kategori sangat kuat atau sempurna. Nilai R *Square* sebesar 1,000 mengindikasikan bahwa 100% variasi pada variabel Y dapat

dijelaskan oleh variabel X1 dan X3, sedangkan sisanya sebesar 0% dijelaskan oleh faktor lain di luar model. Namun, hasil ini perlu diinterpretasikan secara hati hati karena jumlah sampel yang digunakan sangat kecil (N = 3), sehingga model menghasilkan kecocokan sempurna (*perfect fit*). Kondisi tersebut juga sejalan dengan munculnya peringatan sebelumnya berupa "Tolerance = 0,000 limits reached", yang mengindikasikan adanya multikolinearitas sangat tinggi atau hubungan linier sempurna antarvariabel bebas.

c. Anova

Tabel 21. ANOVA

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2016,667	2	1008,333	.	.[b]
	Residual	,000	0	.		
	Total	2016,667	2			

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors: (Constant), X3, X1

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan hasil uji ANOVA, diperoleh nilai Sum of Squares Regression sebesar 2016,667, sedangkan *Sum of Squares Residual* sebesar 0,000. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh variasi pada variabel dependen (Y) dapat dijelaskan oleh variabel independen yang digunakan dalam model, yaitu X1 dan X3, tanpa menyisakan galat (*error*). Namun, nilai F dan Sig. tidak dapat dihitung oleh SPSS karena jumlah sampel yang sangat sedikit (N = 3) sama dengan jumlah parameter yang diestimasi, sehingga derajat kebebasan residual (df residual = 0). Oleh karena itu, uji signifikansi model melalui uji F tidak dapat dilakukan. Meskipun demikian, hasil ANOVA menunjukkan bahwa model menghasilkan kecocokan (*fit*) yang sempurna terhadap data yang tersedia

d. Analisis Koefisien Regresi

Tabel 22. Analisis Koefisien Regresi

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
		B	Std.Error	Beta		
1	(Constant)	-2,061	,000		.	.
	X1	,014	,000	,151	.	.
	X3	-1,468	,000	,886	.	.

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan hasil analisis koefisien regresi, menunjukkan bahwa nilai konstanta sebesar -2,061 mengindikasikan bahwa apabila variabel X1 (kadar air) dan X3 (nilai CBR) dianggap konstan atau bernilai nol, maka nilai prediksi kerusakan jalan (Y) sebesar -2,061. Koefisien regresi X1 sebesar 0,014 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan kadar air akan meningkatkan nilai kerusakan jalan sebesar 0,014 satuan, dengan asumsi variabel lain tetap. Sebaliknya, koefisien regresi X3 sebesar -1,468 menunjukkan bahwa setiap peningkatan satu satuan nilai CBR akan menurunkan tingkat kerusakan jalan sebesar 1,468 satuan, sehingga semakin tinggi nilai CBR, semakin kecil tingkat kerusakan jalan. Berdasarkan nilai Standardized Coefficients (Beta), variabel X3 memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap kerusakan jalan dengan nilai Beta = 0,886, dibandingkan variabel X1 yang memiliki nilai Beta = 0,151.

e. Output Excluded Variables

Tabel 23. Output Excluded Variables

Model		Beta In	t	Sig.	Partial Correlation	Collinearity Statistics
						Tolerance
1	X2	.[b]	.	.	.	,000

a. Dependent Variable: Y

b. Predictors in the Model: (Constant), X3, X1

Sumber: Hasil olahan data SPSS 2026

Berdasarkan output Excluded Variables, diketahui bahwa variabel X2 (Indeks Plastisitas) tidak dimasukkan ke dalam model regresi karena memiliki nilai Tolerance sebesar 0,000, yang menunjukkan adanya multikolinearitas sempurna dengan variabel bebas lainnya, yaitu X1 (Kadar Air Tanah) dan X3 (Nilai CBR). Kondisi ini mengindikasikan bahwa X2 memiliki hubungan yang sangat kuat dengan variabel yang sudah ada dalam model sehingga tidak memberikan informasi tambahan yang independen. Oleh karena itu, SPSS secara otomatis mengecualikan variabel X2 dari analisis regresi untuk menghindari ketidakstabilan dalam estimasi koefisien regresi.

3. Analisis Correlations

Tabel 24. Correlations

Variabel	X1	X2	X3	Y
X1	1,000	0,996	0,722	0,790
Sig. (2-tailed)	-	0,058	0,487	0,420
X2	0,996	1,000	0,782	0,843
Sig. (2-tailed)	0,058	-	0,428	0,362
X3	0,722	0,782	1,000	-0,995
Sig. (2-tailed)	0,487	0,428	-	0,067
Y	0,790	0,843	-0,995	1,000
Sig. (2-tailed)	0,420	0,362	0,067	-

Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson, hubungan antara X1 (kadar air), X2 (indeks plastisitas), X3 (nilai CBR), dan Y (kerusakan jalan) menunjukkan tingkat korelasi yang kuat hingga sangat kuat. Variabel X1 memiliki korelasi positif kuat dengan Y sebesar 0,790, sedangkan X2 juga berkorelasi positif sangat kuat sebesar 0,843. Sementara itu, X3 memiliki korelasi negatif sangat kuat dengan Y yang sebesar -0,995, yang menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai CBR, semakin rendah tingkat kerusakan jalan. Namun, seluruh nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) lebih besar dari 0,05, yaitu 0,420 untuk X1, 0,362 untuk X2, dan 0,067 untuk X3, sehingga hubungan antarvariabel tersebut belum signifikan secara statistik. Selain itu, korelasi yang sangat tinggi antara X1 dan X2 sebesar 0,996 mengindikasikan adanya gejala multikolinearitas pada kedua variabel independen.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa karakteristik tanah dasar pada Ruas Jalan Salusu–Lanang didominasi oleh tanah lempung berplastisitas tinggi dengan daya dukung yang relatif rendah. Berdasarkan sistem klasifikasi USCS, tanah tergolong ke dalam kelompok **CH (Clay of High Plasticity)** dan **CL (Clay of Low Plasticity)**, sedangkan menurut sistem klasifikasi AASHTO seluruh sampel termasuk dalam kelompok **A-7-6**, yang menunjukkan kualitas tanah dasar yang kurang baik untuk konstruksi perkerasan jalan. Persentase lolos saringan No. 200 berkisar antara 52,56% hingga 64,85%, kadar air antara 33,43% hingga 40,30%, batas cair antara 45,80% hingga 50,80%, serta indeks plastisitas antara 22,29% hingga 24,37%. Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa tanah memiliki kemampuan menyerap air yang tinggi, bersifat plastis, dan berpotensi mengalami perubahan volume yang dapat menurunkan stabilitas perkerasan. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa kerusakan perkerasan yang terjadi meliputi retak, alur roda (*rutting*), penurunan permukaan, dan lubang, yang mengindikasikan adanya gangguan terhadap kinerja struktural maupun fungsional perkerasan jalan. Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa karakteristik tanah dasar berpengaruh terhadap tingkat kerusakan perkerasan jalan, di mana tingginya kadar air, nilai plastisitas yang tinggi, serta dominasi tanah lempung menyebabkan penurunan daya dukung tanah dasar sehingga meningkatkan potensi terjadinya retak, alur, penurunan permukaan, dan lubang. Temuan ini memperkuat teori bahwa tanah dasar dengan plastisitas tinggi dan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) yang rendah cenderung mempercepat terjadinya kerusakan struktural perkerasan. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa karakteristik tanah dasar berpengaruh terhadap kerusakan perkerasan jalan pada Ruas Jalan Salusu–Lanang dapat diterima.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar pemerintah daerah dan instansi terkait melakukan investigasi karakteristik tanah dasar sebelum pembangunan maupun rehabilitasi jalan, serta menerapkan perbaikan tanah (*subgrade improvement*) dan sistem drainase yang memadai pada lokasi dengan daya dukung rendah guna meningkatkan kinerja perkerasan. Pemeliharaan rutin juga perlu dilakukan untuk mencegah berkembangnya kerusakan menjadi lebih berat. Penelitian selanjutnya disarankan mengembangkan model analisis yang lebih komprehensif dengan memasukkan variabel lain, seperti volume lalu lintas, beban sumbu kendaraan, kondisi drainase, curah hujan, umur perkerasan, dan kualitas material, serta menggunakan pendekatan analisis statistik yang lebih lanjut untuk memperoleh hasil yang lebih akurat. Selain itu, jumlah dan sebaran sampel penelitian perlu diperluas, pengambilan data dilakukan pada musim yang berbeda, serta dikombinasikan dengan pengujian lapangan seperti *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP), *Plate Bearing Test* (PBT), atau *Falling Weight Deflectometer* (FWD), sehingga hubungan antara karakteristik tanah dasar dan kerusakan perkerasan dapat dianalisis secara lebih komprehensif dan menghasilkan rekomendasi yang lebih aplikatif bagi perencanaan, pembangunan, dan pemeliharaan infrastruktur jalan.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, S J. 2021. "Kajian Pengaruh Nilai CBR Subgrade Terhadap Tebal Perkerasan Jalan (Studi Komparasi Kecamatan Nisam, Sawang, Dan Kuta Makmur)." *Jurnal TERAS*. https://teras.unimal.ac.id/index.php/teras/article/view/39.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Tata cara pengambilan contoh tanah untuk pengujian laboratorium*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1744:2012 Metode uji CBR laboratorium*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008a). *SNI 1965:2008 Cara uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008b). *SNI 1964:2008 Cara uji berat jenis tanah*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1966 : 2008 — Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah*.

Badan Standardisasi Nasional. (2008c). *SNI 1967:2008 Cara uji penentuan batas cair tanah*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Tata cara pengambilan contoh tanah untuk pengujian laboratorium*. BSN.

Badan Standardisasi Nasional. (2012). *SNI 1744:2012 Metode uji CBR laboratorium*. BSN.

Bowles, Joseph E. 1991. *Engineering Properties of Soils and Their Measurement*. 4th ed. McGraw-Hill.

Bowles, Joseph E. 1993. *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.

Darwis, and Mulya. 2021. "Pengaruh Nilai CBR Tanah Dasar Terhadap Tebal Perkerasan Jalan."

Das, B. M., & Sobhan, K. (2016). *Principles of Geotechnical Engineering* (9th ed.). Cengage Learning.

Das, Braja M. 1995. *Principles of Geotechnical Engineering*. PWS Publishing Company.

Das, Braja M. 1998. *Principles of Geotechnical Engineering*. 4th ed. Boston: PWS Publishing.

Daud, D D A A, A A Tuati, and Y V Hayer. 2024. "Analisis Kelayakan Tanah Dasar Sebagai Subgrade Jalan Ditinjau Dari Kualitas Daya Dukung Tanah." *Media Ilmiah Teknik Sipil* 12(2):101–6. https://journal.umpr.ac.id/index.php/mits/article/view/6348.

Field, A. 2018. *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (5th Ed.)*. SAGE Publications.

Hangge, Elsy E, Dolly W Karels, and Angky O Kapitan. 2025. "Pengaruh Karakteristik Tanah Dasar Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan." *Jurnal Teknik Sipil*. https://sipil.ejournal.web.id/index.php/jts/article/view/532.

Hardiyatmo, H C. 2022a. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Raya*. Yogyakarta: UGM Press.

Hardiyatmo, H C. 2022b. *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan Raya (Edisi Ke-2)*. UGM Press.

Hardiyatmo, H C. 2025. *Perancangan Perkerasan Jalan Dan Penyelidikan Tanah (Edisi3)*. UGM Press. https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/teknik-sipil/perancangan-perkerasan-jalan-dan-penyelidikan-tanah-edisi-ke-3.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2012. *Mekanika Tanah 1*. 6th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2018. *Mekanika Tanah 1*. 7th ed. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H. C. (2019). *Mekanika Tanah 2* (7th ed.). Gadjah Mada University

Huang, Y H. 2008. *Pavement Analysis and Design (2nd Ed.)*. Pearson Education.

Laide, Sarifudin, Riduan, and D Hariyami. 2025. "Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Daya

Dukung Tanah Dan Volume Lalu Lintas." *SIPARSTIKA: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*. https://ojs.untika.ac.id/index.php/siparstika/article/view/617.
Septayani. 2016. *Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem USCS Dan AASHTO*. Penerbit Universitas.
Soekoto, R L. 1984. *Mekanika Tanah*. Erlangga.
Sugiyono. 2021. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D (Edisi Ke-3).* Alfabeta.
Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.
Transportasi, Badan Litbang Prasarana. 2005. *Pedoman Survei Kondisi Perkerasan Jalan*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.