

Pengaruh Limpasan Air Drainase Terhadap Tingkat Kerusakan Permukaan Jalan Di Desa To'lemo Kecamatan Lamasi Timur Kabupaten Luwu

The Effect of Drainage Water Runnout on The Level of Road Surface Damage in To'lemo Village Lamasi Timur District Luwu Regency

Junianto Tangibali^{*}, Andi Fathussalam B, Sudirman

^{*}E-mail: j.idtangibali@gmail.com

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Andi Djemma

Diterima: 10 Mei 2025 / Disetujui: 30 Agustus 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limpasan air drainase terhadap kerusakan jalan. Penelitian ini menggunakan data primer berupa lebar dan panjang jalan, kerusakan jalan (jenis, tingkat, dan dimensi kerusakan), serta dimensi dan kondisi saluran, sedangkan data sekunder berupa data curah hujan 10 tahun terakhir dari GPM (*Global Precipitation Measurement*). Data kondisi perkerasan dianalisis menggunakan Metode *Surface Distress Index* (SDI) untuk mendapatkan nilai rating SDI. Data kondisi saluran dan curah hujan dianalisis untuk mendapatkan nilai Q eksisting dan Q rencana saluran drainase di setiap unit segmen. Nilai pengaruh drainase terhadap kerusakan jalan diperoleh dari analisis korelasi. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pada segmen 4 diperoleh debit rencana saluran (Q_r) = 4,330 m³/det, sedangkan dari hasil survei lapangan didapat kapasitas saluran (Q_s) = 1,830 m³/det. Limpasan air memiliki hubungan kuat terhadap kerusakan Jalan To'lemo, di mana diperoleh nilai SDI = 160 sehingga kondisi jalan termasuk kategori rusak berat, yang memerlukan penanganan segera melalui perbaikan drainase dan perkerasan jalan agar kerusakan tidak semakin meluas.

Kata Kunci: Pengaruh, drainase, Kerusakan Jalan, Surface Distress Index (SDI)

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of drainage water runoff on road damage. This study uses primary data in the form of road width and length, road damage (type, level, and dimensions of damage), as well as channel dimensions and conditions, while secondary data in the form of rainfall data for the last 10 years from Global Precipitation Measurement. Pavement condition data is analyzed using the Surface Distress Index (SDI) Method to obtain the SDI rating value. Channel condition and rainfall data are analyzed to obtain the existing Q value and the planned Q value of the drainage channel in each segment unit. The value of the influence of drainage on road damage is obtained from correlation analysis. Based on the results of the study, in segment 4, the planned channel discharge (Q_r) is obtained = 4,330 m³/sec, while the results of the field survey obtained channel capacity (Q_s) = 1,830 m³/sec. Water runoff has a strong relationship to the damage to To'lemo Road, where the SDI value is obtained = 160 so that the road condition is categorized as severely damaged, which requires immediate treatment through drainage and road pavement repairs to prevent further damage.

Keywords: Influence, Drainage, Road Damage, Surface Distress Index (SDI)



This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

A. PENDAHULUAN

Jalan rusak menimbulkan berbagai kerugian signifikan bagi masyarakat dan

perekonomian. Kerugian tersebut mencakup bertambahnya waktu perjalanan, meningkatnya konsumsi bahan bakar,

risiko kerusakan pada kendaraan, menurunnya keamanan pengguna jalan, serta meningkatnya potensi kecelakaan lalu lintas. Dampak ini secara tidak langsung memengaruhi kelancaran distribusi barang dan jasa sehingga menurunkan tingkat perekonomian daerah. Menurut Kurniawan (2021), kondisi infrastruktur jalan yang buruk menjadi salah satu hambatan utama pertumbuhan ekonomi lokal karena mengganggu konektivitas wilayah.

Kerusakan jalan disebabkan oleh berbagai faktor yang saling berkaitan, di antaranya peningkatan volume lalu lintas, kualitas material, kondisi tanah dasar, pelaksanaan konstruksi, iklim, dan air (Sukirman, 1999). Peningkatan beban lalu lintas tanpa diimbangi perbaikan struktur jalan mempercepat terjadinya kerusakan. Penelitian terbaru oleh Santoso dan Lestari (2022) juga menegaskan bahwa kualitas material perkerasan yang rendah dapat memicu retak dini dan deformasi permukaan jalan. Faktor-faktor ini memerlukan pengawasan yang ketat sejak tahap perencanaan hingga pasca konstruksi.

Faktor iklim dan air menjadi salah satu penyebab utama kerusakan jalan, terutama di wilayah dengan curah hujan tinggi (Nabila dkk, 2024). Untuk mengatasinya, diperlukan ketersediaan fasilitas drainase samping yang memadai di

setiap ruas jalan (Hadiyatmo, 2015). Drainase yang berfungsi baik akan mencegah genangan air yang dapat meresap ke lapisan perkerasan dan merusak struktur jalan. Menurut Prasetyo (2023), desain drainase jalan perlu disesuaikan dengan karakteristik hidrologi setempat agar mampu mengalirkan air dengan cepat dan efektif.

Kinerja drainase yang buruk sering ditandai dengan adanya penumpukan air di bahu atau tepi jalan. Penyebab utamanya meliputi penyumbatan lubang masuk saluran dan kapasitas drainase yang tidak memadai (Harisson, 2018). Genangan air yang dibiarkan dalam waktu lama dapat mempercepat proses pelapukan material perkerasan. Penelitian oleh Fadillah (2021) menunjukkan bahwa genangan air selama lebih dari 24 jam pada permukaan jalan aspal dapat mengurangi daya dukung lapisan pondasi hingga 30 persen. Oleh karena itu, pemeliharaan rutin sistem drainase menjadi langkah yang sangat penting. Ruas jalan poros To'lemo merupakan jalur strategis yang menghubungkan Kabupaten Luwu dan Kabupaten Luwu Utara. Kondisi jalan ini secara visual bervariasi, di mana sebagian titik terlihat mulus, sementara sebagian lainnya mengalami kerusakan. Jalan poros ini memiliki peran vital dalam mendukung

mobilitas masyarakat, perdagangan, dan pelayanan publik antarwilayah. Menurut Wahyudi (2024), perbaikan infrastruktur di jalur penghubung antarkabupaten dapat meningkatkan efisiensi transportasi hingga 25 persen dan mempercepat arus distribusi barang.

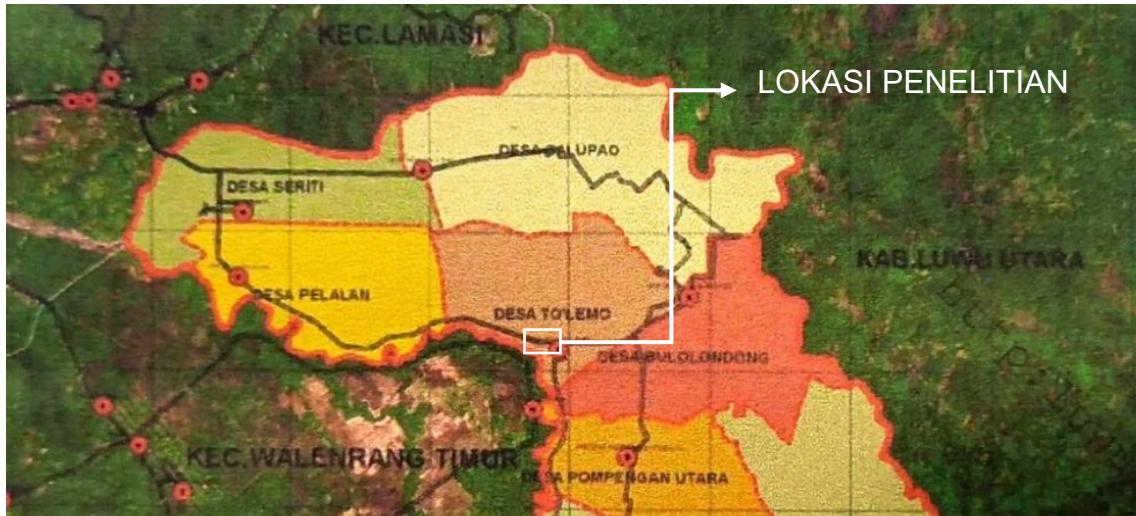
Penelitian di ruas jalan poros To'lemo ini menjadi penting untuk menganalisis kinerja drainase dan tingkat kerusakan permukaan perkerasan jalan. Analisis ini diharapkan dapat mengidentifikasi penyebab kerusakan secara akurat sehingga solusi yang diambil bersifat preventif dan korektif. Temuan dari penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah dalam perencanaan pemeliharaan jalan. Menurut Yuliana dan Rahman (2020), data teknis hasil penelitian lapangan sangat membantu penyusunan kebijakan berbasis bukti (evidence-based policy) dalam sektor infrastruktur.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat kerusakan permukaan jalan dan penyebab terjadinya limpasan air banjir di permukaan jalan di Desa To'lemo, Kecamatan Lamasi Timur, Kabupaten Luwu. Informasi yang diperoleh diharapkan menjadi dasar dalam merancang strategi penanganan kerusakan jalan yang efektif dan berkelanjutan. Selain

itu, penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya pada bidang perkerasan jalan dan sistem drainase. Seperti disampaikan oleh Setiawan (2022), penelitian lokal yang fokus pada permasalahan spesifik wilayah dapat menghasilkan solusi yang lebih tepat sasaran dan efisien dalam penerapannya.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yang menekankan pada pengolahan data numerik untuk memperoleh hasil yang objektif dan terukur. Pendekatan ini dipilih karena dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai hubungan antarvariabel yang diteliti. Dalam penelitian ini, data yang terkumpul berupa angka-angka hasil pengukuran dan observasi di lapangan. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode Statistical Damage Index (SDI) untuk mendapatkan nilai tingkat kerusakan jalan. Dengan demikian, hasil penelitian dapat disajikan dalam bentuk data statistik yang mudah diinterpretasikan. Metode SDI digunakan sebagai alat analisis utama karena mampu mengukur tingkat kerusakan jalan secara kuantitatif berdasarkan parameter yang relevan.



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Data yang digunakan ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang dikumpulkan langsung oleh peneliti seperti lebar dan panjang jalan, kerusakan jalan (jenis, tingkat dan dimensi kerusakan), serta dimensi dan kondisi saluran. Sedangkan data sekunder adalah data yang telah ada sebelumnya dan dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti Data curah hujan dari Website Giovanni Nasa Official, laporan dan sumber yang relevan.

Analisis kerusakan jalan menggunakan metode SDI (*surface distress index*) dengan menghitung luas kerusakan berdasarkan panjang, lebar dan jenis kerusakan seperti retak, lubang, dan bekas roda. Kemudian ditabelkan untuk menghitung total luas kerusakan masing – masing segmen. Selanjutnya menghitung faktor yang mempengaruhi nilai SDI, yaitu nilai SDI1 (luas retak), nilai SDI2 (lebar retak), nilai SDI3 (jumlah lubang), nilai SDI4 (kedalaman bekas roda).

Tabel 1. Kondisi Jalan menurut Index SDI

Jalan Dalam Kondisi	SDI
Baik,	Di bawah 50
Sedang,	50 hingga 100
Rusak Ringan,	100 hingga 150
Rusak Berat	Di atas 150

Sumber : Bina Marga, 2018.

Nilai SDI tersebut kemudian di masukkan pada tabel kondisi jalan berdasarkan index SDI Bina marga (2018) untuk menentukan tingkat kerusakan jalan pada masing – masing segmen. Analisis

faktor limpasan air mencakup perhitungan menggunakan Metode Aritmatik, serta intensitas curah hujan yang dihitung berdasarkan persamaan. Selain itu, perhitungan debit banjir rencana (Qr), dan

kapasitas saluran. mAnalisis korelasi ini bertujuan untuk menguji hipotesis peneliti. Teknik pengujian korelasi ini menggunakan statistik dengan program windows SPSS 30.0. Analisis korelasi digunakan untuk menentukan kekuatan dan arah hubungan antara dua atau lebih variabel. Hubungan positif dan negatif menunjukkan arah, dan besarnya koefisien korelasi menunjukkan kekuatan atau kelemahan hubungan (Sugiyono, 2018:). Koefisien korelasi (r) menunjukkan seberapa erat variabel independen dan variabel dependen mendekati satu sama lain.

Koefisien korelasi harus berada di antara -1 dan $+1$ ($-1 < r \leq +1$) untuk

menghasilkan beberapa kemungkinan. Tanda positif menunjukkan bahwa variabel yang diuji memiliki korelasi positif satu sama lain; dengan kata lain, setiap kenaikan atau penurunan nilai X akan dikaitkan dengan kenaikan atau penurunan nilai Y . Adanya pengaruh positif yang signifikan antara variabel yang diuji ditunjukkan jika $r = +1$ atau mendekati 1 . Adanya korelasi negatif antara variabel yang diuji ditunjukkan oleh tanda negatif; dengan kata lain, setiap kenaikan nilai X akan diikuti dengan penurunan nilai Y , dan sebaliknya. Adanya pengaruh negatif dan korelasi yang lemah antara variabel yang diuji ditunjukkan jika $r = -1$ atau hampir -1 .

Tabel 2. Interpretasi Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 – 0,199	Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Rendah
0,40 – 0,599	Sedang
0,60 – 0,799	Kuat
0,80 – 1,000	Sangat Kuat

Sumber: Sugiyono (2006 :214)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Metode Surface Distress Index (SDI)

Tabel 3. Tabel Luas Kerusakan Jalan Segmen 4

No.	Jenis kerusakan	Jumlah	Luas
1	Pelepasan butir	1	128 meter ²
2	Retak kulit buaya	1	1,098 meter ²
3	Cacat tepi perkerasan	1	0,0516 meter ²
4	Bekas roda	1	0,607 meter ²
5	Keausan agregat	1	72 meter ²
6	Lubang	1	0,018 meter ²
Total		6	201,744 meter ²

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025.

Persentase luas retak dapat diketahui dengan membandingkan luas

retak dan jalan seperti pada tabel 3. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh

persentase sebera 0,549%. Dari hasil perhitungan di atas maka diperoleh nilai SDI sebagai berikut:

Tabel 4. Penilaian SDI segmen 4

No.	Jenis kerusakan	Kategori	Rumus	Nilai
1	Luas retak	<10%	-	5
2	Lebar retak	Lebar > 5 mm	Nilai SDI1 × 2	10
3	Jumlah lubang	< 10	Hasil SDI2 + 15	25
4	Bekas roda	> 3 cm	SDI3 + 5 × 4	120
NILAI SDI				160

Sumber: Hasil pengolahan data, 2025

Setelah mendapatkan hasil SDI pada tiap segmen, selanjutnya akan dilakukan rekapitulas nilai SDI secara keseluruhan,

hasil lengkap nilai SDI dari Jalan To'lemo dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Hasil SDI Jalan Poros To'lemo

Segmen	SDI 1	SDI 2	SDI 3	SDI 4	SDI Per segmen	Kondisi Jalan
	Luas Retak	Lebar Retak	Jumlah Lubang	Bekas Roda		
1	20	40	55	60	235	Rusak berat
2	20	40	75	-	130	Rusak ringan
3	20	20	-	-	40	Baik
4	5	10	25	120	160	Rusak berat

Sumber: Hasil pengolahan data, 2025

2. Perhitungan Debit Rencana

Menentukan besarnya koefisien C untuk lapisan aspal pada jalan, lebar 4 m, $C = 0,7$. Bahu jalan tanah berbutir kasar 1 m, $C = 0,65$. Permukiman padat 50 m, $C = 0,40$. Selanjutnya luas daerah pengaliran Jalan Aspal, $A_1 = 4 \times 50 = 200 \text{ m}^2$, Bahu Jalan, $A_2 = 2 \times 50 = 100 \text{ m}^2$, Bagian Luar,

$A_3 = 450 \times 50 = 20.000 \text{ m}^2$. Sehingga diperoleh nilai koefisien C yaitu 0,6. Selanjutnya untuk menentukan besarnya debit diperoleh dengan terlebih dahulu menjumlahkan total luas yaitu 22.800 m^2 . Sehingga diperoleh nilai debit yaitu $4,330 \text{ m}^3/\text{detik}$.

3. Analisis Kapasitas Saluran

Bentuk drainase berupa aluran persegi dengan lebar drainase (B) 1,5 m dan tinggi saluran (h) 0,65. Sedangkan kemiringan dasar saluran (S) 0,015. Berdasarkan hasil perhitungan luas penampang basah adalah $0,975 \text{ m}^2$, keliling

penampang basah $2,8 \text{ m}^2$, jari-jari hidrolik 0,348 m, sedangkan kecepatan aliran 1,8772 m/det, dan debit saluran 1,830 m^3/det .

4. Hubungan Limpasan Air dengan Nilai SDI

Tabel 6. Data hasil perhitungan variabel y, x1 dan x2

No.	Tingkat Kerusakan Dari Nilai SDI (Y)	Debit Banjir (X1)	Kapasitas Drainase (X2)
1	235	3,851 m ³ /detik	14,435 m ³ /det
2	130	3,855 m ³ /detik	11,801 m ³ /det
3	40	3,853 m ³ /detik	26,045 m ³ /det
4	160	4,330 m ³ /detik	1,830 m ³ /detik

Sumber: Hasil pengolahan data, 2025

Seperti yang tertera pada tabel 6 di atas, segmen 4 mengalami debit banjir 4,330 m³/detik dengan kapasitas drainase 1,830 m³/detik. Nilai SDI segment 4 sebesar 160, yang mencapai nilai di atas 150, menunjukkan bahwa jalan telah mengalami kerusakan berat. Analisis korelasi ganda dapat dilakukan berdasarkan data yang diperoleh dari pengolahan data untuk menentukan berapa debit banjir (X1) dan debit saluran (X2) yang berdampak pada kerusakan jalan dari nilai SDI (Y).

Tabel 7. Uji Korelasi Berganda Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,749 ^a	,561	-,318	92,611
a. Predictors: (Constant), Debit Saluran, Debit Banjir Rencana				

Sumber: Hasil pengolahan data aplikasi SPSS V30, 2025

Ada hubungan positif antara variabel X1 dan X2 dan variabel Y, seperti yang ditunjukkan oleh nilai R sebesar 0,749. Maksud dari hubungan yang positif yaitu semakin tinggi variabel X1 (debit banjir) dan X2 (debit saluran) Jadi, variabel Y (tingkat kerusakan jalan dari nilai SDI) lebih tinggi, dan variabel X1 (debit banjir) dan X2 (debit saluran) lebih rendah. Kesimpulannya, variabel X1 dan X2 memiliki hubungan yang positif dengan variabel Y, jika tingkat hubungan antara X1 dan X2 adalah sama. X1 (debit banjir) dan X2 (debit saluran) terhadap Y (kerusakan jalan dari Nilai SDI)

secara simultan memiliki hubungan yang Kuat dilihat dari nilai R sebesar 0,749.

Hasil studi ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Ramdani et al., 2022) Kinerja drainase yang tidak optimal dapat mengakibatkan kerusakan pada permukaan jalan. Menurut penelitian Menurut AASHTO (*Association of American State Highway and Transportation Officials*), intensitas hujan dan debit banjir yang tinggi pada Permukaan jalan dapat menimbulkan kerusakan struktur perkerasan, terutama pada lapisan perkerasan. Limpasan air yang berkepanjangan dapat mengurangi kekuatan

material aspal sehingga meningkatkan risiko retak dan lubang.

Hasil perhitungan menggunakan metode Surface Distress Index (SDI) pada ruas Jalan To'lemo sepanjang 200 meter menunjukkan variasi tingkat kerusakan jalan yang signifikan pada tiap segmen. Nilai SDI pada Segmen 1 dan Segmen 4 masing-masing mencapai 197,5, yang berada pada rentang >150 . Berdasarkan klasifikasi, nilai ini mengindikasikan kondisi jalan berada dalam kategori rusak berat. Hal ini berarti bahwa pada dua segmen tersebut diperlukan upaya rehabilitasi menyeluruh, seperti perbaikan lapis pondasi maupun pelapisan ulang permukaan jalan (overlay), agar dapat mengembalikan fungsinya secara optimal.

Sebaliknya, Segmen 2 memiliki nilai SDI sebesar 130, yang berada pada rentang 100–150 dan dikategorikan sebagai rusak ringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kerusakan pada segmen tersebut belum memerlukan rekonstruksi menyeluruh, melainkan dapat ditangani melalui pemeliharaan rutin atau perbaikan minor seperti penambalan lubang (pothole patching), perbaikan retak rambut, serta peningkatan kualitas permukaan jalan untuk memperpanjang umur layan. Pada Segmen 3, nilai SDI sebesar 40 menunjukkan kondisi baik ($SDI < 50$), yang berarti kerusakan permukaan jalan masih relatif kecil dan tidak

mengganggu fungsi jalan secara signifikan. Pada segmen ini, tindakan yang diperlukan lebih kepada pemeliharaan preventif agar tingkat kerusakan tidak berkembang menjadi lebih parah.

Variasi tingkat kerusakan antarsegmen ini memperlihatkan bahwa faktor lingkungan dan sistem drainase berperan penting dalam menentukan kondisi jalan. Salah satu temuan penting dalam penelitian ini adalah bahwa kondisi drainase pada Segmen 4 tidak memadai untuk mengalirkan debit banjir rencana (Q_r) sebesar 4,330 m^3/detik . Saluran drainase yang tersedia hanya memiliki dimensi $0,975\ m^2$ dengan kapasitas aliran sebesar $1,830\ m^3/\text{detik}$. Ketidakseimbangan antara kapasitas saluran dan debit banjir menyebabkan terjadinya limpasan air di permukaan jalan (surface runoff), yang pada akhirnya mempercepat proses kerusakan struktural maupun fungsional pada lapisan perkerasan.

Fenomena ini konsisten dengan temuan berbagai penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kerusakan jalan sering kali berawal dari sistem drainase yang tidak efektif (Suryaningsih et al., 2022; Wijaya & Harun, 2023). Air yang menggenang atau meresap ke dalam lapisan perkerasan dapat melemahkan daya dukung tanah dasar (subgrade), mempercepat terjadinya retak buaya (alligator cracking),

lubang (potholes), dan deformasi permanen pada lapisan perkerasan. Dengan demikian, perencanaan dan pemeliharaan sistem drainase menjadi salah satu faktor kunci dalam menjaga keberlanjutan infrastruktur jalan, khususnya di daerah dengan curah hujan tinggi atau risiko limpasan yang besar.

Implikasi praktis dari temuan ini adalah perlunya pendekatan perbaikan yang berbeda pada tiap segmen jalan. Segmen yang tergolong rusak berat memerlukan perencanaan rehabilitasi struktural secara menyeluruh, sedangkan segmen dengan kerusakan ringan cukup dilakukan perawatan berkala. Pada segmen yang masih dalam kondisi baik, fokus dapat diarahkan pada pengendalian air permukaan melalui peningkatan kapasitas drainase dan pemeliharaan rutin. Pendekatan berbasis kondisi jalan seperti ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan anggaran pemeliharaan sekaligus memperpanjang umur layan jalan secara keseluruhan.

D. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil perhitungan dengan metode Surface Distress Index (SDI) pada Jalan To'lemo, Desa To'lemo, Kecamatan Lamasi Timur, Kabupaten Luwu, sepanjang 200 meter, Pada segmen 1 dan 4 nilai SDI yang diperoleh 197,5 yang mana nilai tersebut masuk pada rentang >150 memperlihatkan

bahwa jalan pada kategori rusak berat, Pada segmen 2 nilai SDI yang diperoleh 130, yang mana nilai tersebut masuk pada rentang 100-150 memperlihatkan bahwa jalan pada kategori rusak ringan, Pada segmen 3 nilai SDI yang diperoleh 40, yang mana nilai tersebut masuk pada rentang < 50 menunjukkan bahwa jalan dalam kategori baik. Faktor-faktor yang menyebabkan limpasan air pada jalan di Desa To'lemo yaitu kondisi drainase yang tidak memadai. Drainase segmen 4 merupakan output dari drainase menuju palung sungai dengan dimensi drainase 0,975 m² dan debit aliran 1,830 m³/det sedangkan debit banjir rencana (Q_r) 4,330 m³/detik sehingga menyebabkan limpasan air di permukaan jalan, yang berkontribusi pada kerusakan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adolph, R. (2016). Evaluasi sistem drainase untuk menanggulangi banjir (Studi kasus: Jln. Jendral Sudirman Desa Beringin Taluk Kuantan Singgingi) (pp. 1–23).
- American Association of State Highway and Transportation Officials (ASSHTO). (1987). Highway drainage guidelines. Washington, DC:
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Luwu. (2022). Kecamatan Lamasi Timur dalam angka 2022.
- Darmawan, T. N., Rustamaji, R. M., & Bachtiar, V. (2022). Korelasi nilai CBR laboratorium dan nilai CBR lapangan dari uji DCP tanah subgrade pada pembangunan ruas Jalan Nanga Pinoh - Ela Hilir - Batas Kalimantan Tengah 1. JeLAST: Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, 9(3), 1–6.

- Darmawan, A. (2020). Analisis kerusakan jalan akibat genangan air banjir. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 145–155.
- Dinas Pekerjaan Umum Perumahan dan Kawasan Pemukiman. (2023). Tentang kerusakan perkerasan aspal dan penanganannya (Cacat permukaan). Kulon Progo.
- Fadillah, R. (2021). Pengaruh genangan air terhadap daya dukung perkerasan jalan aspal. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 9(2), 101–109.
- Foth, H. D. (1978). Fundamentals of soil science. *Soil Science*, 125(4), 272.
- Hasan, M. (2021). Studi kasus: Dampak banjir terhadap infrastruktur jalan di Sulawesi Selatan. *Jurnal Geografi*, 15(1), 34–42.
- Kurniawan, D. (2021). Dampak infrastruktur jalan terhadap pertumbuhan ekonomi lokal. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Daerah*, 15(1), 45–55.
- Mardiana, R. (2022). Analisis risiko banjir dan dampaknya terhadap infrastruktur. *Jurnal Manajemen Bencana*, 5(1), 50–63.
- Nabila, M. P., Tanjung, M. R., & Nasution, N. A. (2024). Waspada! Curah hujan yang cukup tinggi: Sumatera Utara Banjir. *Jurnal Media Akademik (JMA)*, 2(12).
- Nelvi Rantela'bi. (2024). Analisis perbandingan penilaian kondisi perkerasan jalan menggunakan metode Surface Distress Index (SDI) dan metode Pavement Condition Index (PCI) pada ruas Jalan Sorong-Klamono. Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong.
- Ompusunggu, V. M. (2018). Dampak pembangunan infrastruktur jalan terhadap pertumbuhan ekonomi masyarakat di Desa Semangat Gunung, Kabupaten Karo. Sumatera Utara.
- Prasetyo, B. (2023). Perencanaan drainase jalan berbasis karakteristik hidrologi lokal. *Prosiding Seminar Nasional Infrastruktur Transportasi*, 3(1), 77–85.
- Rafiko, Y. (2019). Analisis kerusakan jalan menggunakan metode Pavement Condition Index (SDI). Universitas Widiyagama Malang.
- Rahman, F., & Sari, D. (2019). Pengaruh banjir terhadap infrastruktur jalan di daerah aliran sungai. *Jurnal Infrastruktur*, 8(2), 78–85.
- Santoso, A., & Lestari, P. (2022). Pengaruh kualitas material terhadap umur rencana perkerasan jalan. *Jurnal Rekayasa Sipil Indonesia*, 11(4), 250–259.
- Santoso, J. (2021). Analisis kondisi struktur jalan berdasarkan metode RCI (Road Condition Index) untuk perencanaan overlay jalan. *Universitas Medan Area*.
- Setiawan, H. (2022). Pendekatan solusi infrastruktur berbasis masalah lokal. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 18(3), 200–210.
- Sukirno, S. (2011). Teori pengantar mikroekonomi. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Wahyudi, T. (2024). Analisis manfaat perbaikan infrastruktur jalan penghubung antarkabupaten. *Jurnal Transportasi dan Logistik*, 12(1), 12–20.
- Wirnanda, I., Anggraini, R., & Isya, M. (2018). Analisis tingkat kerusakan jalan dan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan (Studi kasus: Jalan Blang Bintang Lama dan Jalan Teungku Hasan Dibakoi). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 617–626.
- Yuliana, S., & Rahman, F. (2020). Penerapan evidence-based policy dalam pengelolaan infrastruktur. *Jurnal Kebijakan Publik*, 5(2), 134–145.