

# **LAPORAN PENELITIAN**

**Evaluasi Dampak Curah Hujan, Beban Lalu Lintas dan Daya  
Dukung Tanah terhadap Ketahanan Perkerasan Jalan di  
Mulyoarjo, Kec. Lawang Kabupaten Malang**



**Oleh:**

**Ir.Herlan Pratikto,MT**

**April Gunarto,ST.,MT**

**Fauzie Nursandah,ST.,MT**

**Moch. Zaenuri Arifin,ST.,MT**

**Rendy Kurnia Dewanta,ST.,MT**

**Sumargono,ST.,MM**

**Bella Amiria Rahmahima,ST.,MT**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS KADIRI**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**USULAN PENELITIAN UNIVERSITAS KADIRI**

Judul Penelitian : Evaluasi Dampak Curah Hujan, Beban Lalu Lintas dan Daya Dukung Tanah terhadap Ketahanan Perkerasan Jalan di Mulyoarjo, Kec. Lawang Kabupaten Malang

Ketua Peneliti

- a. Nama Lengkap : Ir.Herlan Pratikto,MT
- b. NIP/NIDN : 0728116601
- c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
- d. Program Studi : Teknik Sipil

Jumlah Anggota Peneliti : April Gunarto, ST.,MT  
Fauzie Nursandah,ST.,MT  
Moch. Zaenuri Arifin, ST.,MT  
Rendy Kurnia Dewanta, ST.,MT  
Sumargono, ST.,MT  
Bella Amiria Rahmahima, ST.,MT

Nama Mahasiswa : Fajar Zidane Rahmanian  
Nicky Pratama  
Yani Puji Pengestu

  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Zenny Bima Mahardana, ST.,MT  
NIDN. 0730019601

Ketua Penelitian



Ir. Herlan Pratikto,MT  
NIDN. 0728116601

# **Evaluasi Dampak Curah Hujan, Beban Lalu Lintas dan Daya Dukung Tanah terhadap Ketahanan Perkerasan Jalan di Mulyoarjo, Kec. Lawang Kabupaten Malang**

Herlan Pratikto, April Gunarto, Fauzie Nursandah, Moch. Zaenuri Arifin, Rendy Kurnia  
Dewanta, Sumargono, Bella Amiria Rahmahima

## **Abstrak**

Kabupaten Malang merupakan wilayah dengan intensitas curah hujan yang tinggi dan volume lalu lintas yang terus meningkat. Kondisi ini berdampak pada ketahanan perkerasan jalan, terutama akibat infiltrasi air ke dalam tanah dasar serta peningkatan beban kendaraan yang menyebabkan percepatan degradasi perkerasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara curah hujan, lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan daya dukung tanah yang diukur melalui California Bearing Ratio (CBR) terhadap ketahanan perkerasan jalan di Desa Mulyoarjo, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dengan analisis data curah hujan, LHR, serta pengujian laboratorium CBR pada beberapa titik pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan mempercepat pelemahan daya dukung tanah, sementara peningkatan LHR menyebabkan peningkatan beban dinamis yang mempercepat kelelahan struktur jalan. Nilai CBR yang rendah di beberapa lokasi mengindikasikan perlunya tindakan stabilisasi tanah dan peningkatan lapisan perkerasan untuk meningkatkan ketahanan jalan. Penelitian ini memberikan rekomendasi teknis berupa peningkatan sistem drainase, penggunaan material perkerasan yang lebih tahan terhadap beban lalu lintas, serta strategi pemeliharaan jalan berbasis data untuk memperpanjang umur layanan perkerasan jalan di Kabupaten Malang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam perencanaan dan kebijakan infrastruktur jalan yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan dan beban lalu lintas yang meningkat.

**Kata Kunci:** Curah hujan, LHR, CBR, ketahanan jalan, perkerasan

## **Abstract**

*Malang Regency is an area with high rainfall intensity and increasing traffic volume. This condition has an impact on the durability of road pavements, especially due to the infiltration of water into the subsoil and the increase in vehicle load which causes accelerated pavement degradation. This study aims to evaluate the relationship between rainfall, average daily traffic (LHR), and soil carrying capacity measured through California Bearing Ratio (CBR) on road pavement durability in Mulyoarjo Village, Lawang District, Malang Regency. The research method used is a quantitative approach with analysis of rainfall data, LHR, and CBR laboratory testing at several observation points. The results showed that the increase in rainfall accelerated the weakening of the soil carrying capacity, while the increase in LHR led to an increase in dynamic load which accelerated the fatigue of the road structure. Low CBR values in some locations indicate the need for soil stabilization measures and improved pavement layers to improve road durability. This study provides technical recommendations in the form of improving drainage systems, the use of pavement materials that are more resistant to traffic loads, and data-based road maintenance strategies to extend the life of road pavement services in Malang Regency. The results of this*

*study are expected to be a reference in road infrastructure planning and policies that are more adaptive to environmental conditions and increasing traffic loads.*

**Keywords:** CBR, LHR, Pavement, Rainfall, Road Durability

## **Pendahuluan**

### 1. Latar Belakang

Kabupaten Malang merupakan salah satu wilayah yang memiliki tingkat lalu lintas yang tinggi dan curah hujan yang signifikan sepanjang tahun. Infrastruktur jalan di wilayah ini menjadi tulang punggung mobilitas masyarakat dan distribusi ekonomi, namun menghadapi berbagai tantangan akibat kondisi lingkungan dan beban kendaraan yang terus meningkat. Peningkatan volume kendaraan setiap tahunnya memberikan tekanan yang lebih besar terhadap perkerasan jalan, sedangkan intensitas curah hujan yang tinggi berkontribusi pada percepatan degradasi perkerasan melalui infiltrasi air ke dalam lapisan tanah dasar. Hal ini berpotensi menyebabkan menurunnya daya dukung tanah, meningkatnya deformasi pada lapisan perkerasan, serta mempercepat kerusakan jalan yang pada akhirnya berakibat pada tingginya biaya perawatan dan rehabilitasi.

Dalam kajian perkerasan jalan, faktor-faktor utama yang mempengaruhi ketahanannya meliputi curah hujan, lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan daya dukung tanah yang diukur menggunakan California Bearing Ratio (CBR). Hubungan antara ketiga faktor ini menjadi sangat penting dalam menentukan umur layanan jalan dan efektivitas pemeliharaan yang dilakukan[1][2]. Peningkatan volume lalu lintas, terutama kendaraan berat, memberikan tekanan berulang pada perkerasan, yang dapat mempercepat retak struktural dan deformasi permukaan[3]. Sementara itu, tingginya curah hujan dapat memperburuk kondisi jalan dengan menyebabkan erosi lapisan tanah dasar dan mempercepat munculnya lubang serta retakan pada permukaan jalan. Oleh karena itu, kajian mengenai keterkaitan antara curah hujan, LHR, dan CBR menjadi krusial dalam memastikan ketahanan jalan yang lebih optimal.

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas dampak curah hujan dan beban lalu lintas terhadap perkerasan jalan, namun masih sedikit kajian yang secara spesifik menganalisis kombinasi dari ketiga faktor ini dalam satu model evaluasi yang terintegrasi[4]. Beberapa penelitian hanya fokus pada pengaruh curah hujan terhadap perkerasan tanpa mempertimbangkan intensitas lalu lintas, sementara yang lain hanya meneliti pengaruh LHR tanpa memperhitungkan daya dukung tanah. Hal ini menjadi gap penelitian yang perlu diisi untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana faktor-faktor

ini saling berinteraksi dalam mempengaruhi ketahanan perkerasan jalan, terutama di wilayah dengan curah hujan tinggi seperti Kabupaten Malang.

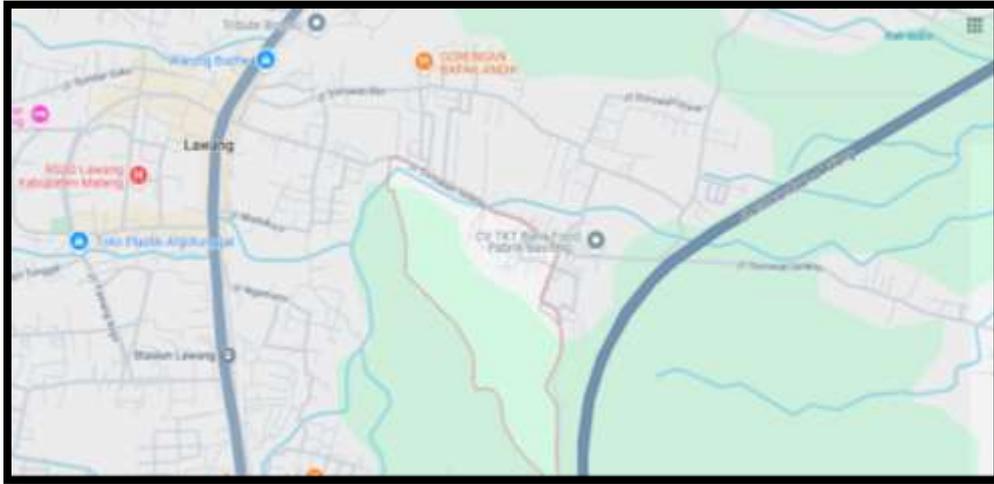
Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh curah hujan terhadap kondisi perkerasan jalan, menganalisis dampak LHR terhadap umur layanan perkerasan, serta menilai daya dukung tanah melalui pengujian CBR di beberapa titik pengamatan. Selain itu, penelitian ini juga berupaya mengidentifikasi hubungan antara ketiga faktor tersebut guna memberikan rekomendasi strategis dalam perencanaan dan pemeliharaan jalan yang lebih efektif. Dengan memahami hubungan ini, strategi mitigasi yang lebih akurat dapat diterapkan guna meningkatkan ketahanan jalan terhadap faktor lingkungan dan beban lalu lintas yang terus meningkat.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah dalam perencanaan pembangunan dan pemeliharaan jalan, akademisi sebagai referensi dalam kajian ketahanan perkerasan, serta masyarakat dan sektor swasta dalam memahami pentingnya infrastruktur jalan yang baik bagi mobilitas dan pertumbuhan ekonomi. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam upaya meningkatkan kualitas dan umur layanan perkerasan jalan di Kabupaten Malang secara berkelanjutan serta menjadi dasar dalam penyusunan kebijakan infrastruktur yang lebih efisien dan berdaya guna.

## **Metodologi**

### **1. Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif analitis untuk mengevaluasi pengaruh curah hujan, lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan daya dukung tanah (CBR) terhadap ketahanan perkerasan jalan. Data dikumpulkan melalui observasi langsung, pengambilan sampel tanah untuk uji CBR, serta analisis data historis curah hujan dan LHR. Hasil analisis digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara faktor-faktor tersebut terhadap kondisi jalan[5].



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Desa Mulyoarjo, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang. Wilayah ini dipilih karena memiliki variasi kondisi perkerasan jalan yang signifikan serta tingkat curah hujan dan volume lalu lintas yang cukup tinggi. Selain itu, jalan di daerah ini sering mengalami kerusakan, sehingga cocok untuk mengevaluasi hubungan antara kondisi lingkungan, beban lalu lintas, dan daya dukung tanah terhadap ketahanan perkerasan.

## 2. Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui beberapa metode berikut:

1. Observasi Lapangan: Pengamatan langsung dilakukan untuk menilai kondisi eksisting perkerasan jalan dan mengidentifikasi titik-titik rawan kerusakan[6].
2. Pengukuran Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR): Data LHR dikumpulkan dari instansi terkait dan melalui survei lapangan untuk mengetahui volume kendaraan yang melewati ruas jalan penelitian[7].
3. Pengambilan Sampel Tanah: Sampel tanah diambil dari beberapa lokasi penelitian untuk dilakukan pengujian laboratorium guna memperoleh nilai CBR[8].
4. Data Curah Hujan: Data curah hujan diperoleh dari badan meteorologi setempat guna memahami tren hujan dalam beberapa tahun terakhir dan hubungannya dengan kondisi perkerasan jalan.

## 3. Analisis Data Awal

Analisis data dilakukan dalam beberapa tahap:

1. Analisis Curah Hujan: Data curah hujan dianalisis untuk mengetahui pola hujan tahunan dan hubungannya dengan kondisi perkerasan jalan.

2. Analisis LHR: Data LHR digunakan untuk mengevaluasi beban kendaraan yang melewati ruas jalan di lokasi penelitian dan dampaknya terhadap kelelahan struktur jalan.
3. Analisis CBR: Pengujian CBR dilakukan untuk mengukur daya dukung tanah dasar yang berpengaruh terhadap ketahanan perkerasan jalan.
4. Evaluasi Kombinasi Faktor: Hasil dari ketiga analisis di atas dibandingkan untuk memahami hubungan antara curah hujan, LHR, dan CBR terhadap kondisi perkerasan jalan di lokasi penelitian.

Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai faktor-faktor utama yang mempengaruhi ketahanan perkerasan jalan di Desa Mulyoarjo, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, serta memberikan rekomendasi yang tepat untuk meningkatkan kualitas infrastruktur jalan di wilayah tersebut.

### **Hasil Pembahasan dan Diskusi**

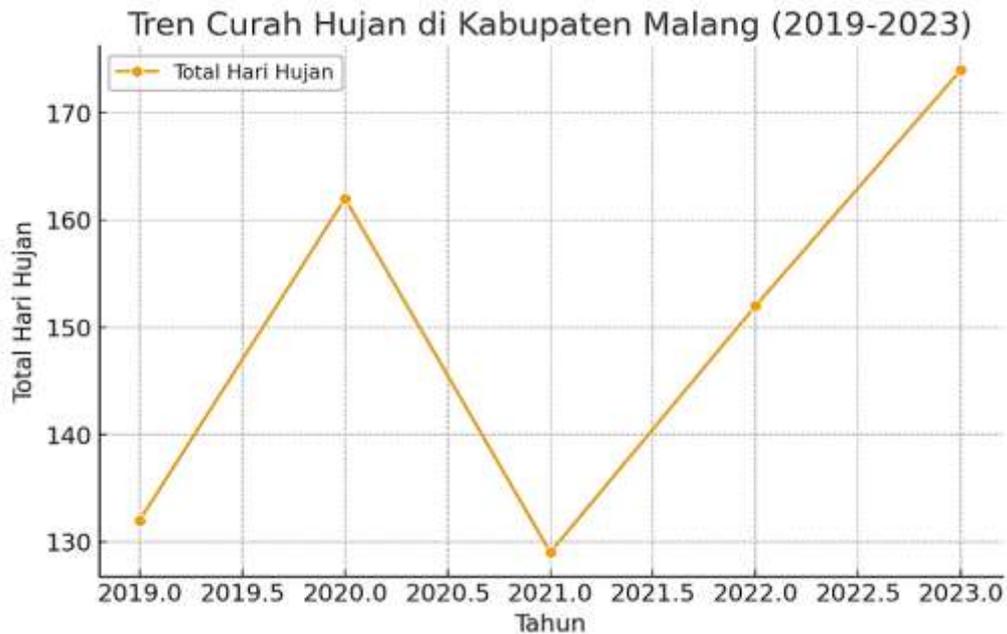
#### **1. Analisis Curah Hujan dan Dampaknya terhadap Perkerasan Jalan**

Curah hujan di Kabupaten Malang mengalami variasi setiap tahunnya. Berdasarkan data yang diperoleh dari tahun 2019 hingga 2023, jumlah hari hujan pada tahun 2023 tercatat sebanyak 174 hari, mengalami peningkatan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Peningkatan ini dapat berdampak signifikan pada kondisi perkerasan jalan karena infiltrasi air ke dalam tanah dasar dapat menyebabkan pelemahan struktur tanah dan perkerasan.

**Tabel 1.** Hasil Data Curah Hujan Kabupaten Malang

<b>Tahun</b>	<b>Jan</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Apr</b>	<b>Mei</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Aug</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dec</b>	<b>Total</b>
2019	15	12	1	1	21	18	14	4	3	19	6	18	132
2020	21	22	9	15	7	18	0	21	23	11	0	15	162
2021	5	2	15	14	16	14	5	18	11	16	0	13	129
2022	2	19	11	13	15	22	11	15	15	13	5	11	152
2023	8	7	18	14	21	6	21	21	20	23	1	14	174

*Sumber: Hasil Penelitian*



**Gambar 2.** Grafik Tren Curah Hujan di Kabupaten Malang

Dari grafik tren curah hujan, terlihat bahwa tahun 2023 memiliki jumlah hari hujan tertinggi dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya. Hal ini memperkuat dugaan bahwa meningkatnya curah hujan dapat memicu terjadinya perkerasan yang lebih cepat aus, retak, serta meningkatnya potensi kerusakan akibat erosi tanah dasar. Oleh karena itu, sistem drainase pada beberapa ruas jalan perlu dievaluasi untuk mencegah terjadinya genangan yang dapat mempercepat degradasi perkerasan.

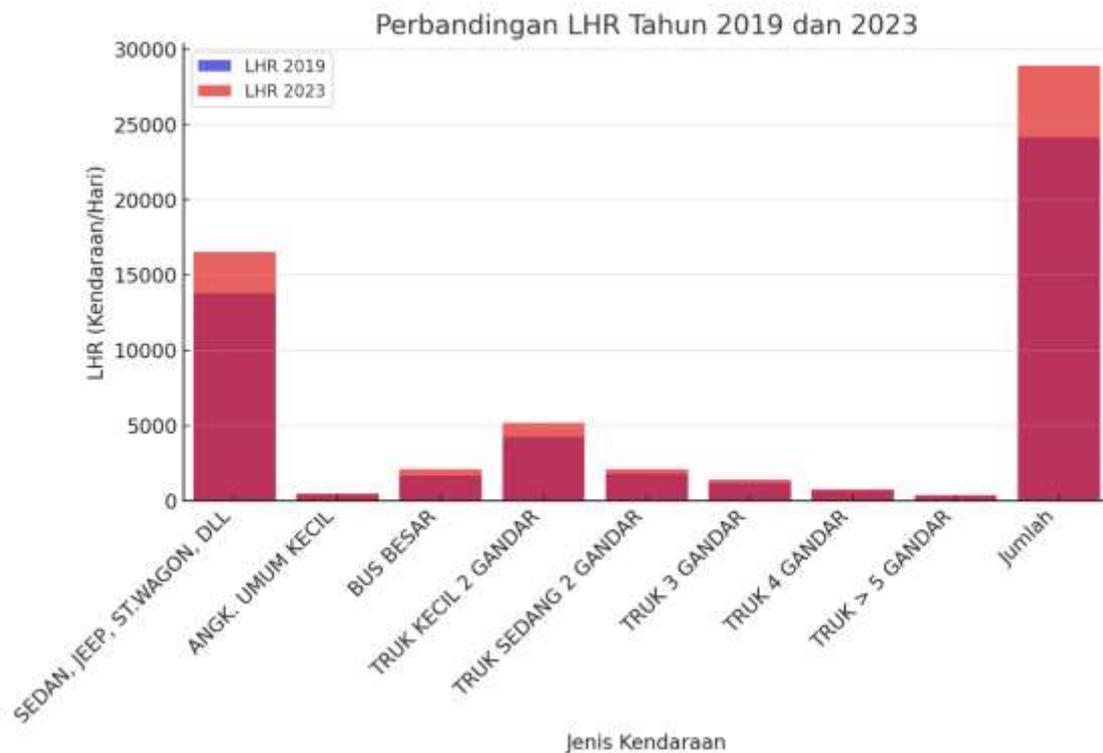
2. Peningkatan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) dan Dampaknya terhadap Jalan

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) mengalami peningkatan yang cukup signifikan di beberapa ruas jalan di Kabupaten Malang.

**Tabel 2.** Hasil Data LHR pada Kabupaten Malang

Jenis Kendaraan	LHR 2019	LHR 2023
SEDAN, JEEP, ST.WAGON, DLL	13781	16537
ANGK. UMUM KECIL	422	485
BUS BESAR	1681	2101
TRUK KECIL 2 GANDAR	4252	5187
TRUK SEDANG 2 GANDAR	1769	2087
TRUK 3 GANDAR	1207	1388
TRUK 4 GANDAR	681	762
TRUK > 5 GANDAR	344	378
<b>Jumlah</b>	<b>24137</b>	<b>28925</b>

Berdasarkan data LHR tahun 2019 dan 2023, terjadi peningkatan volume kendaraan sebesar 15-25% tergantung jenis kendaraan. Peningkatan terbesar terjadi pada kategori bus besar (+25%) dan truk kecil 2 gandar (+22%) yang memberikan beban signifikan terhadap struktur perkerasan jalan.



**Gambar 3.** Grafik Perbandingan LHR pada Tahun 2019 dan 2023

Beban lalu lintas yang meningkat memberikan dampak langsung terhadap umur perkerasan jalan. Pada jalan yang memiliki LHR tinggi, terutama dengan volume kendaraan berat yang meningkat, sering ditemukan indikasi deformasi perkerasan (*rutting*), retak lelah (*fatigue cracking*), dan depresiasi permukaan jalan. Oleh karena itu, perlunya penguatan pada lapisan perkerasan, terutama di jalur dengan LHR tinggi, serta pengawasan berkala terhadap kondisi lapisan permukaan jalan.

### 3. Evaluasi Daya Dukung Tanah Berdasarkan Nilai CBR (*California Bearing Ratio*)

Hasil pengujian California Bearing Ratio (CBR) menunjukkan bahwa nilai daya dukung tanah dasar mengalami sedikit peningkatan dibandingkan tahun 2019. Rata-rata peningkatan nilai CBR sekitar 5-12%, namun tetap ada beberapa titik dengan nilai yang masih tergolong rendah untuk menopang beban lalu lintas yang semakin tinggi.

**Tabel 3.** Hasil Data CBR Tanah

<b>STA</b>	<b>CBR 2019 (%)</b>	<b>CBR 2023 (%)</b>
17 + 325 R	6,2	6,82
17 + 490 R	6,2	6,94
17 + 450 R	5,5	5,94
17 + 985 R	6,2	6,88
18 + 025	6,6	7,19

Dari data di atas, STA 17+450 R memiliki nilai CBR yang paling rendah, yaitu 5.94%, yang mengindikasikan perlunya perbaikan atau stabilisasi tanah dasar untuk meningkatkan daya dukungnya. Nilai CBR yang lebih tinggi, seperti pada STA 18+025 (7.19%), menunjukkan bahwa tanah dasar di lokasi tersebut lebih kuat dalam menopang beban kendaraan berat.

Berdasarkan hasil analisis, terdapat hubungan erat antara curah hujan, lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan nilai CBR terhadap ketahanan jalan di Kabupaten Malang. Peningkatan curah hujan menyebabkan tanah dasar menjadi lebih jenuh air, yang berdampak pada pelemahan daya dukung tanah dan peningkatan deformasi perkerasan. Hal ini diperparah oleh peningkatan LHR, terutama dari kendaraan berat seperti truk dan bus, yang mempercepat kelelahan material jalan serta meningkatkan risiko terjadinya retak dan deformasi permanen.

Berdasarkan hasil evaluasi, beberapa ruas jalan yang memiliki potensi kerusakan tinggi dapat diidentifikasi. STA **17+450 R** memiliki nilai CBR terendah, yaitu **5.94%**, sehingga sangat rentan terhadap deformasi akibat beban lalu lintas tinggi. Sementara itu, STA **17+325 R dan 17+490 R**, meskipun nilai CBR mengalami peningkatan, tetap memerlukan perhatian khusus karena LHR yang meningkat signifikan. STA **18+025**, yang memiliki nilai CBR tertinggi, tetap perlu diawasi karena terus meningkatnya volume kendaraan.

Untuk menjaga ketahanan perkerasan jalan, beberapa langkah mitigasi perlu diterapkan, seperti meningkatkan sistem drainase untuk mengurangi kelembaban tanah akibat curah hujan tinggi, memperkuat lapisan perkerasan di ruas dengan LHR tinggi, serta melakukan stabilisasi tanah pada lokasi dengan nilai CBR rendah agar lebih tahan terhadap beban lalu lintas berat. Dengan demikian, diharapkan strategi ini dapat memperpanjang umur perkerasan jalan serta meningkatkan kualitas infrastruktur di Mulyoarjo, Kec. Lawang Kabupaten Malang.

### **Kesimpulan**

Hasil analisis menunjukkan bahwa curah hujan yang tinggi berkontribusi terhadap percepatan kerusakan perkerasan jalan akibat peningkatan kelembaban tanah dasar. Peningkatan lalu lintas, terutama kendaraan berat, juga mempercepat kelelahan struktur jalan, sementara nilai CBR yang rendah di beberapa lokasi menunjukkan kurangnya daya dukung tanah dalam menopang beban kendaraan. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan sistem drainase, penguatan lapisan perkerasan, serta stabilisasi tanah untuk meningkatkan ketahanan jalan terhadap beban lalu lintas dan kondisi cuaca ekstrem di Kabupaten Malang. Dari hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa:

1. Curah hujan yang tinggi meningkatkan risiko kerusakan jalan, terutama pada ruas dengan sistem drainase yang kurang optimal.
2. Peningkatan lalu lintas kendaraan berat mempercepat degradasi perkerasan jalan, terutama pada ruas dengan LHR tinggi.
3. Nilai CBR yang rendah di beberapa lokasi menunjukkan adanya tantangan dalam daya dukung tanah, yang memerlukan intervensi seperti stabilisasi tanah atau peningkatan lapisan perkerasan.
4. Diperlukan strategi pemeliharaan jalan yang lebih adaptif, termasuk peningkatan material perkerasan, perbaikan sistem drainase, dan perencanaan jangka panjang untuk mengakomodasi peningkatan lalu lintas.

Dengan adanya kajian ini, diharapkan perencanaan infrastruktur jalan di Kabupaten Malang dapat lebih optimal dalam mengatasi tantangan akibat faktor lingkungan dan beban lalu lintas yang terus meningkat.

## Referensi

- [1] ASTM International, "Standard Test Method for CBR ( California Bearing Ratio ) of Soils in Place," *ASTM Stand. Guid.*, vol. 04, no. May, pp. 21–24, 2005, doi: 10.1520/D1883-07E02.
- [2] N. A. Saputra and R. Putra, "The Correlation between CBR (California Bearing Ratio) and UCS (Unconfined Compression Strength) Laterite Soils in Palangka Raya as Heap Material," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 469, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1755-1315/469/1/012093.
- [3] F. Megarani and C. A. Prastyanto, "Analisis Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan untuk Menangani Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Desa Batuputih Daya Kabupaten Sumenep," *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, pp. 38–43, 2020, doi: 10.12962/j23373539.v8i2.46687.

- [4] M. 1997, "Highway Capacity Manual Project (HCM)," *Man. Kapasitas Jalan Indones.*, vol. 1, no. I, p. 564, 1997.
- [5] A. T. Purnomo, A. D. Cahyono, D. Widyatmoko, and M. N. Al Hasbi, "Peningkatan Stabilitas Aspal Dalam Konstruksi Jalan : Pengaruh Komposisi, Faktor Lingkungan, Dan Metode Pengujian Untuk Keberlanjutan Infrastruktur Jalan," *Techno (Jurnal Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Purwokerto)*, vol. 25, no. 1, p. 29, 2024, doi: 10.30595/techno.v25i1.17662.
- [6] T. N. Amin, A. Ridwan, and Y. Cahyo, "Analisa Penjadwalan Dengan Metode PERT dan MATHCAD (Study Kasus Proyek Pembangunan Restaurant Farm House di Lembang)," *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 98, 2020, doi: 10.30737/jurmateks.v3i1.895.
- [7] R. K. Dewanta, A. Yamin, F. Rahmawaty, and ..., "Analisa Kemacetan Arus Lalu Lintas Persimpangan Jl. Bendo–Trenggalek di Kabupaten Trenggalek," *Eng. ...*, vol. 13, no. 2, 2022, [Online]. Available: <http://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/2048%0Ahttps://e-journal.upstegal.ac.id/index.php/eng/article/view/2048/1310>.
- [8] D. O. Dwina, N. Nazarudin, D. Kumalasari, and E. Fitriani, "Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Kapur dan Fly Ash Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 10, no. 1, p. 24, 2021, doi: 10.36055/fondasi.v10i1.10275.