

Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan dengan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) (Studi Kasus: Jalan Sugio - Tlanak)

Heni Purwati Ningsih¹, Lily Oktavia^{2*}, Miftahur Rohman³

¹⁻³Institut Teknologi dan Bisnis Ahmad Dahlan Lamongan, Indonesia

Korespondensi penulis: lilyoktavia@ahmaddahlan.ac.id*

Abstract. *The Sugio–Tlanak Road Section, Sugio District, Lamongan Regency, is a vital transportation infrastructure as it connects interregional activities, both in economic, social, and community mobility aspects. This road is the main route used by various types of vehicles, from light vehicles to heavy vehicles with quite high traffic intensity. This condition has a significant impact on the quality of the road pavement, as indicated by the presence of various types of damage at several points, such as cracks, potholes, and road surface deformation. Therefore, a comprehensive evaluation is needed to determine the level of road damage as a basis for consideration in planning maintenance and repairs. This study uses two assessment methods, namely the Bina Marga method and the Pavement Condition Index (PCI). The Bina Marga method assesses road conditions based on the Surface Distress Index (SDI) value obtained from direct identification in the field. The evaluation results show that the road condition on the Sugio–Tlanak section is classified as severely damaged at 60%, moderately damaged at 30%, and good condition at only 10%. Meanwhile, the PCI method provides results in the form of more detailed quantitative values. The analysis results obtained an average PCI score of 58.6, which is included in the Fair category. A comparison of the two methods shows that the Bina Marga method has advantages in terms of speed and ease of implementation, but its assessment is relatively subjective. In contrast, the PCI method provides more accurate and measurable results because it uses a quantitative approach with clear damage condition parameters. Therefore, although the Bina Marga method can still be used for rapid assessments in the field, the PCI method is more recommended as a basis for technical decision-making in planning road maintenance and quality improvement programs.*

Keywords: *Pavement Damage, PCI, Road Condition Evaluation, Road Maintenance, Sugio – Tlanak.*

Abstrak. Ruas Jalan Sugio–Tlanak Kecamatan Sugio Kabupaten Lamongan merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang memiliki peranan vital karena berfungsi sebagai penghubung aktivitas antarwilayah, baik dalam aspek ekonomi, sosial, maupun mobilitas masyarakat. Jalan ini menjadi jalur utama yang dilalui berbagai jenis kendaraan, mulai dari kendaraan ringan hingga kendaraan berat dengan intensitas lalu lintas yang cukup tinggi. Kondisi tersebut memberikan dampak signifikan terhadap kualitas perkerasan jalan, yang ditunjukkan dengan adanya berbagai jenis kerusakan pada beberapa titik, seperti retak, lubang, hingga deformasi permukaan jalan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang komprehensif guna mengetahui tingkat kerusakan jalan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan pemeliharaan maupun perbaikan. Penelitian ini menggunakan dua metode penilaian, yaitu metode Bina Marga dan Pavement Condition Index (PCI). Metode Bina Marga menilai kondisi jalan berdasarkan nilai *Surface Distress Index* (SDI) yang diperoleh dari identifikasi langsung di lapangan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kondisi jalan pada ruas Sugio–Tlanak berada pada klasifikasi rusak berat sebesar 60%, rusak sedang sebesar 30%, dan kondisi baik hanya sebesar 10%. Sementara itu, metode PCI memberikan hasil berupa nilai kuantitatif yang lebih detail. Dari hasil analisis diperoleh nilai rata-rata PCI sebesar 58,6 yang termasuk dalam kategori Fair (Cukup). Perbandingan kedua metode menunjukkan bahwa metode Bina Marga memiliki keunggulan dari segi kecepatan dan kemudahan penerapan, namun penilaiannya relatif subjektif. Sebaliknya, metode PCI memberikan hasil yang lebih akurat dan terukur karena menggunakan pendekatan kuantitatif dengan parameter kondisi kerusakan yang jelas. Dengan demikian, meskipun metode Bina Marga masih dapat digunakan untuk penilaian cepat di lapangan, metode PCI lebih direkomendasikan sebagai dasar pengambilan keputusan teknis dalam perencanaan program pemeliharaan dan peningkatan kualitas jalan.

Kata kunci: Kerusakan Jalan, PCI, Evaluasi Kondisi Jalan, Pemeliharaan Jalan, Sugio – Tlanak.

1. LATAR BELAKANG

Jalan merupakan prasarana transportasi yang sangat penting dalam mendukung kelancaran perekonomian serta berkontribusi berperan besar dalam kemajuan dan perkembangan suatu daerah. Kerusakan jalan dapat menimbulkan banyak kerugian yang dapat dirasakan langsung oleh pengguna jalan dan menghambat kelancaran perjalanan, mengurangi kenyamanan serta berpotensi menimbulkan penyebab kecelakaan jika tidak segera ditangani oleh instansi yang berwenang. Salah satu penyebab utama kerusakan jalan di daerah Lamongan adalah tingginya jumlah kendaraan yang melintas setiap hari. Jalan ini berfungsi sebagai jalur yang menuju ke kota Lamongan, sehingga banyak yang melewati oleh kendaraan. Akibatnya jalan mengalami tekanan yang tinggi secara terus – menerus, yang berdampak penurunan kualitas jalan hingga mengalami kerusakan. Pada dasarnya, perencanaan umur perkerasan jalan disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lalu lintas yang ada. Umumnya, jalan dirancang untuk bertahan antara 10 hingga 20 tahun, dengan harapan tidak mengalami kerusakan signifikan dalam 5 tahun pertama. Jika kerusakan terjadi sebelum periode tersebut, hal ini dapat mengindikasikan masalah dalam kualitas konstruksi, beban lalu lintas yang berlebihan, atau faktor lingkungan yang mempengaruhi ketahanan jalan. (Hardiyatmo, 2024).

Untuk menjaga agar kondisi jalan tetap pada performa yang layak dalam melayani berbagai moda transportasi perlu adanya evaluasi permukaan jalan untuk mengetahui jalan tersebut apakah masih dalam kondisi yang baik atau perlu adanya program peningkatan pemeliharaan rutin atau pemeliharaan berkala. Bentuk pemeliharaan jalan tergantung dari hasil penilaian kondisi kerusakan permukaan jalan yang telah ditetapkan secara visual, adapun beberapa metode yang sering dipakai adalah metode PCI (*pavement condition index*) (Hardiyatmo, 2007).

Pada ruas jalan Sugio – Tlanak mengalami kerusakan di beberapa titik secara keseluruhan. Panjang jalan mencapai 10 km. Dari total Panjang ruas jalan peneliti hanya mengambil sampel sepanjang 3 kilometer (STA0+000 – 0+3000) yang mengalami kerusakan paling parah dibandingkan dengan bagian jalan lainnya. Perencanaan yang kurang tepat, terbatasnya pengawasan dan pelaksanaan tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan. Selain itu terbatasnya anggaran pemeliharaan, keterlambatan pengeluaran anggaran dan kurang tepatnya dalam penanganan jalan juga menjadi penyebab. Panas dan suhu udara yang tinggi dan curah hujan, serta kualitas bahan dan proses pembangunan yang kurang baik yang jelek juga sangat mempengaruhi dan merencanakan secara tepat jalan harus dipelihara yang rutin dan tepat waktu sangat diperlukan agar jalan dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencannya. Oleh karena itu berdasarkan kondisi jalan Sugio – Tlanak yang

mengalami berbagai kerusakan, dilakukan penelitian dengan judul Analisis kerusakan pada perkerasan jalan menggunakan metode Bina Marga dan PCI berguna untuk mengevaluasi tingkat kerusakan serta memberi rekomendasi perbaikan yang tepat.

2. KAJIAN TEORITIS

Penelitian tentang Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan banyak dikaji sebelumnya dengan membandingkan beberapa metode pengukuran, diantaranya menggunakan metode Bina Marga, metode Present Serviceability Index, selain juga metode Pavement Condition Index (PCI) sebagaimana yang digunakan dalam penelitian ini. Masing-masing metode memiliki kelemahan dan keunggulan yang dapat diterapkan sesuai dengan kondisi lingkungan serta beberapa factor-faktor yang mendasari lainnya. Penelitian oleh Andi Syahputra (2018) menggunakan metode PCI dalam penentuan prioritas perbaikan dibandingkan metode Bina Marga. Sedangkan Usmany (2018) menganalisis bahwa dengan metode PCI dapat mencapai rating memuaskan sebesar 96,62% dan membandingkan dengan metode PSI yang mencapai rating 5,002 menunjukkan kondisi jalan yang baik dengan rekomendasi pemeliharaan rutin (Usmany, 2018).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia. (2011). Pekerjaan Peraturan Menteri Umum Republik Indonesia Nomor 13/PRT/M/2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan Dan Penilikan Jalan. jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Berdasarkan fungsi, jalan dibagi menjadi jalan primer, jalan sekunder dan tersier, atau jalan lokal. Jalan primer biasanya merupakan koneksi antara kota-kota besar atau wilayah-wilayah penting, sementara jalan sekunder dan tersier digunakan untuk menghubungkan wilayah yang lebih kecil. Jalan dibagi menjadi empat macam, yaitu menurut perundang-undangan sebagai berikut:

1. Jalan arteri. Merupakan jalan umum yang berfungsi sebagai jalur transportasi utama, memfasilitasi perjalanan jarak jauh dengan kecepatan rata-rata yang tinggi sekaligus membatasi jumlah akses jalan secara efisien.
2. Jalan kolektor. Merupakan jalan umum yang berfungsi sebagai pengumpul atau pembagi bagi angkutan umum yang memiliki ciri-ciri jarak menengah, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan akses yang terbatas.

3. Jalan lokal. Merupakan jalan umum yang melayani transportasi lokal dengan perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan akses yang tidak terbatas.
4. Jalan lingkungan. Merupakan jalan umum yang melayani angkutan lingkungan dengan memungkinkan adanya perjalanan jarak dekat kecepatan rendah.

Permukaan jalan merupakan bagian dari konstruksi jalan dan terdiri dari campuran bahan seperti dan bahan pengikat seperti aspal. Tujuan utama jalan raya adalah untuk menopang kendaraan yang lewat tanpa merusak jalan jalan raya juga untuk memberikan kenyamanan dan keamanan kepada pengguna jalan selama masa pengoperasiannya Secara umum suatu struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapisan yang mempunyai fungsi dan sifat tertentu,

Jalan merupakan fasilitas transportasi yang sangat penting dalam mendukung kelancaran mobilitas barang dan orang. Jalan berfungsi sebagai sarana penghubung antar wilayah yang memungkinkan akses menuju berbagai tempat, baik itu untuk kegiatan sosial, ekonomi, maupun pemerintahan. Secara umum, jalan terbagi menjadi dua jenis, yaitu jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum digunakan oleh masyarakat secara bebas, sedangkan jalan khusus digunakan untuk keperluan tertentu, seperti jalan tol dan jalan dalam kawasan industri.

PCI (*Pavement Condition Index*) adalah metode yang digunakan untuk menilai kondisi jalan berdasarkan tingkat keprahan kerusakan. PCI mengukur kondisi jalan berdasarkan penilaian kerusakan yang ditemukan pada permukaan jalan. Metode ini memberikan skor numerik yang menggambarkan kondisi jalan secara keseluruhan, mulai dari kondisi sangat baik hingga sangat buruk. PCI sangat berguna untuk memprioritaskan perbaikan jalan, serta untuk merencanakan pemeliharaan jangka panjang. perkiraan kondisi jalan dengan sistem rating untuk menyatakan kondisi perkerasan yang sesungguhnya dengan data yang dapat dipercaya dan obyektif. Metode PCI dikembangkan di Amerika oleh *U.S Army Corp of Engineers* untuk perkerasan bandara, jalan raya dan area parkir, karena dengan metode ini diperoleh data dan perkiraan kondisi yang akurat sesuai dengan kondisi di lapangan. Tingkat PCI dituliskan dalam tingkat 0 - 100. Menurut Shahin (1994) kondisi perkerasan jalan dibagi dalam beberapa tingkat:

Tabel 1. Kondisi Perkerasan Jalan

Nilai PCI	Kondisi Perkerasan
0-10	Gagal (<i>Failed</i>)
10-25	Sangat Jelek (<i>Very Poor</i>)
25-40	Jelek (<i>Poor</i>)
40-55	Cukup (<i>Fair</i>)
55-70	Baik (<i>Good</i>)
70-85	Sangat Baik (<i>Very Good</i>)
85-100	Sempurna (<i>Exellent</i>)

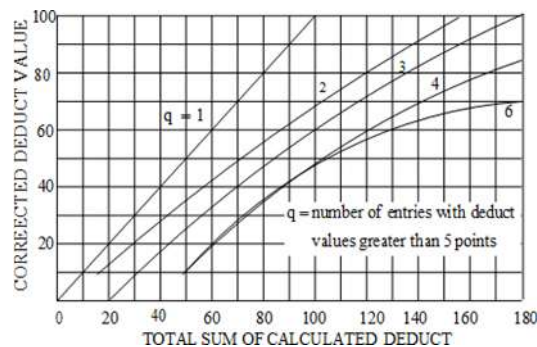
Menghitung jumlah area yang mengalami kerusakan dibandingkan dengan total area jalan yang diamati.

$$Density = \left(\frac{\text{banyaknya kerusakan pada satu segmen}}{\text{jumlah segmen}} \right) \times 100\%$$

Menilai tingkat keparahan kerusakan yang ditemukan dan mengurangi nilai PCI sesuai dengan tingkat kerusakan tersebut.

$$Deduct Value = \left(\frac{\text{banyaknya kerusakan pada satu segmen}}{\text{jumlah segmen}} \right) \times 100\%$$

Nilai mi adalah faktor koreksi yang memperhitungkan pengaruh kondisi lalu lintas, sedangkan CDV (*Condition Deduction Value*) digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan berdasarkan berbagai jenis kerusakan yang ditemukan. pada grafik CDV sesuai dengan nilai q. Grafik CDV dapat dilihat pada gambar



Gambar 1. Grafik hubungan CDV dan TDV

Sumber : Shanin, *Army Corp of Engineers USA* 1994

Nilai PCI akhir dihitung berdasarkan penjumlahan nilai deduksi dan faktor koreksi, memberikan gambaran kondisi jalan secara keseluruhan. Ditentukan nilai *PCI* dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$PCI = 100 - CDV$$

Sedang untuk menghitung nilai PCI secara keseluruhan dalam satu ruas jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\sum PCI_f \frac{\sum PCI_s}{N}$$

PCI_f = Nilai PCI rata-rata dari seluruh area penelitian

PCI_s = Nilai PCI untuk setiap unit sampel

N = Jumlah sampel unit

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama tahun 2024, dengan batasan lingkup kegiatan sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian : Penelitian ini hanya dilakukan pada ruas jalan Sugio – Tlanak sepanjang 3 kilometer.
2. Metode Analisis: Analisis kerusakan jalan hanya menggunakan dua metode yang telah disebutkan, yaitu: Metode PCI (*Pavement Condition Index*): Digunakan untuk menilai kondisi permukaan jalan dengan menggunakan indeks numerik yang menggambarkan tingkat kerusakan jalan.
3. Data yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini terbatas pada hasil pengamatan visual dan survei lapangan, yang mencakup:

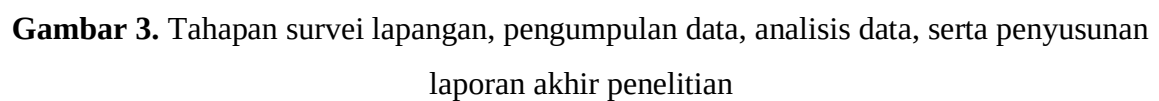
- a. Penentuan STA : penelitian pada segmen jalan rentang STA 0+000 – 3+000 sepanjang 3 kilometer.
- b. Panjang jalan yang diteliti : Fokus penelitian ini adalah 3 kilometer, sesuai dengan STA yang telah ditentukan.
- c. Waktu pengambilan sampel : pengambilan data dilakukan pada bulan Maret guna memperoleh gambar kondisi jalan yang akurat.
- d. Jenis kerusakan jalan : kerusakan yang diamati mencakup retak, lubang, alur, serta bentuk kerusakan lainya yang ditemukan dilapangan.
- e. Ukuran dan kedalaman kerusakan yang terjadi pada permukaan jalan.
- f. Volume lalu lintas harian : Data yang dikumpulkan mencakup jumlah kendaraan yang melintas, yang berpengaruh terdapat tingkat kerusakan jalan

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan pada Jalan Sugio – Tlanak dengan panjang 3 kilometer STA 0+000 – 3+000. Ruas jalan merupakan salah satu akses yang menghubungkan wilayah sugio dengan Tlanak. Kondisi jalan yang sering dilalui berbagai jenis kendaraan hingga kendaraan berat, membuat jalan rentan mengalami berbagai jenis kerusakan. Adapun lokasi penelitian ini sebagai berikut.



Penelitian dilaksanakan selama periode Maret - Juni 2025, yang mencakup tahapan survei lapangan, pengumpulan data, analisis data, serta penyusunan laporan akhir penelitian



Survei LHR dilakukan pada bulan Maret 2025 dengan pengamatan manual kendaraan bergerak selama rentang waktu pukul 07.00 hingga 09.00 WIB. Rentang ini dipilih karena merupakan jam sibuk saat volume kendaraan tinggi akibat aktivitas masyarakat seperti

berangkat kerja atau sekolah.

1. Pengamatan dilakukan dengan metode sampling, yaitu:
2. Jumlah putaran pengamatan : 6 putaran
3. Durasi setiap putaran : antara 2–3 menit
4. Rata-rata durasi per putaran : $(2 + 3) / 2 = 2,5$ menit
5. Total waktu pengamatan : $6 \times 2,5 = 15$ menit

Ruas jalan Sugio–Tlanak merupakan jalan dua lajur dua arah tanpa median. Lebar masing-masing lajur adalah sekitar 4 meter, sehingga total lebar badan jalan adalah 8 meter.

Segmen dengan kerusakan berat dan LHR tinggi prioritas utama karena paling berdampak ke keselamatan dan kelancaran lalu lintas. Sedangkan segmen dengan kondisi sedang dan LHR rendah atau sedang ada di prioritas selanjutnya. Hasil perhitungan prioritas penanganan dari STA 0+000 sampai STA 3+000 bisa dilihat pada

Tabel 2. Hasil perhitungan prioritas penanganan dari STA 0+000 sampai STA 3+000

STA	Nilai Kondisi Jalan	LHR	UP
0+100 – 0+200	98	1527	15.58
0+200 – 0+300	38	1527	40.18
0+300 – 0+400	315	1527	4.85
0+400 – 0+500	315	1527	4.85
0+500 – 0+600	315	1527	4.85
0+600 – 0+700	315	1527	4.85
0+700 – 0+800	315	1527	4.85
0+800 – 0+900	315	1527	4.85
0+900 – 0+1000	315	1527	4.85
0+1000 – 0+1100	315	1527	4.85
0+1100 – 0+1200	315	1527	4.85
0+1200 – 0+1300	315	1527	4.85
0+1300 – 0+1400	315	1527	4.85
0+1400 – 0+1500	315	1527	4.85
0+1500 – 0+1600	315	1527	4.85
0+1600 – 0+1700	315	1527	4.85
0+1700 – 0+1800	315	1527	4.85
0+1800 – 0+1900	315	1527	4.85
0+1900 – 0+2000	315	1527	4.85
0+2000 – 0+2100	315	1527	4.85
0+2100 – 0+2200	315	1527	4.85
0+2200 – 0+2300	315	1527	4.85
0+2300 – 0+2400	315	1527	4.85
0+2400 – 0+2500	315	1527	4.85
0+2500 – 0+2600	315	1527	4.85
0+2600 – 0+2700	98	1527	15.58
0+2700 – 0+2800	98	1527	15.58
0+2800 – 0+2900	105	1527	14.58
0+2900 – 0+3000	105	1527	14.54

Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa ruas dengan kerusakan berat dan tingkat LHR tinggi menjadi prioritas utama penanganan. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Suprpto (2021), yang menyatakan bahwa kombinasi antara kondisi fisik jalan dan volume lalu lintas merupakan kriteria dominan dalam penentuan skala prioritas pemeliharaan jalan.

Setelah urutan prioritas tiap segmen jalan ditentukan dari nilai kondisi dan LHR nya, langkah selanjutnya tinggal untuk memilih jenis perbaikan yang cocok. Segmen yang mempunyai prioritas paling tinggi akan ditangani duluan, sesuai sama tingkat kerusakan jalannya. Berikut ini pembagian jenis penanganannya agar lebih gampang disesuaikan di lapangan.

Tabel 3 Pembagian jenis penanganan

Kondisi Jalan	Tindakan Pemeliharaan
Baik	Pemeliharaan rutin
Sedang	Pemeliharaan berkala ringan
Rusak Sedang	Overlay struktural
Rusak Berat	Rekonstruksi menyeluruh

Sumber : Penelitian, 2025

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Metode PCI (Pavement Condition Index) menghasilkan nilai PCI yang bervariasi dari 40 sampai 85, yang artinya kondisi jalan masuk kategori cukup, baik, hingga sangat baik. Proses penilaian metode ini dilakukan dengan menghitung luas kerusakan, tingkat keparahan, deduct value (pengurangan nilai), hingga total deduct dan corrected deduct value (CDV). Kelemahan metode PCI dalam penelitian ini adalah: Perhitungannya rumit, karena perlu menghitung *Density*, deduct value, total deduct, hingga grafik CDV secara manual. Memerlukan waktu dan tenaga lebih, serta keahlian khusus untuk membaca grafik koreksi (CDV).

DAFTAR REFERENSI

- Andi, S. (2018). Studi kerusakan jalan dengan metode Bina Marga. *Jurnal Teknik Infrastruktur*, 10(4), 35–49.
- Bina Marga. (2023). *Panduan evaluasi kerusakan jalan*. Direktorat Jenderal Bina.
- Bina Marga. (2023, Desember 15). Standar evaluasi kerusakan jalan. *Bina Marga*. <https://www.binamarga.go.id>
- Budi, H. (2017). *Manajemen pemeliharaan jalan*. PT Gramedia Pustaka Utama.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013). *Manual desain perkerasan jalan*. Departemen PU.

- Eva, S. (2022). Evaluasi kondisi perkerasan jalan di wilayah perkotaan. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 15(2), 100–112.
- Fitria, R. (2020). Kerusakan jalan raya dengan metode PCI: Studi kasus Jalan Padang–Solok. *Jurnal Infrastruktur Indonesia*, 13(2), 23–37.
- Hardiyatmo, H. C. (2007). *Perkerasan jalan raya: Analisis dan desain*. Gadjah Mada University Press.
- International Road Federation. (2019). *Global road condition index manual*. IRF Publications.
- Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *Standar perencanaan perkerasan jalan*. Kementerian PU.
- Prasetyo, B. (2018). Evaluasi kerusakan jalan menggunakan metode PCI. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(3), 45–58.
- Rahmawati, N. (2019). *Pengaruh faktor lingkungan terhadap kerusakan jalan* (Tesis, Universitas Negeri Surabaya).
- Rizki, A. (2021). Analisis kerusakan jalan menggunakan metode PCI dan Bina Marga: Studi kasus Jalan Ciawi–Sukabumi. *Jurnal Teknik Infrastruktur*, 11(1), 40–55.
- Sari, D., & Yuni, T. (2020). Analisis kerusakan jalan menggunakan metode Bina Marga. *Jurnal Infrastruktur*, 8(1), 22–30.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Taufik, W. (2021). Pengaruh drainase buruk terhadap kerusakan jalan. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(3), 12–25.
- Wahyudi, A. (2021). *Analisis kombinasi metode PCI dan Bina Marga pada jalan provinsi* (Skripsi, Universitas Teknik Indonesia).
- Yani, A. (2012). Analisis perkerasan jalan menggunakan metode PCI dan International Roughness Index. *Jurnal Transportasi*, 14(2), 67–80.
- Yuliana, D. (2023). Faktor-faktor penyebab kerusakan jalan di daerah tropis. *Jurnal Teknik Transportasi*, 12(1), 56–72.