

Tinjauan Tingkat Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Kapasa Raya, Kota Makassar

Jefryanto Londongsalu ^{*1a}, Monika Datu Mirring Palinggi ^{*2}, Orion Siappa Tonglolangi ^{*3}

Submit:
3 Mei 2026

Review:
27 Mei 2026

Revised:
22 Juni
2026

Published:
30 Juni
2026

^{*1} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, jefryantohelo@gmail.com

^{*2} Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, monikadatumirring@gmail.com

^{*3} Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, oriontonglolangi@gmail.com

^aCorresponding Author: jefryantohelo@gmail.com

Abstrak

Kondisi perkerasan Jalan Kapasa Raya menunjukkan berbagai jenis dan bentuk kerusakan pada permukaan perkerasan. Beberapa kerusakan terletak pada bagian bahu jalan, di tengah perkerasan juga ada pada *joint* pelat beton. Ruas jalan ini terdapat dua jenis perkerasan, yaitu perkerasan lentur dan kaku. Perkerasan lentur terletak pada STA 0+000 s.d. STA 0+200 sedangkan perkerasan kaku pada STA 0+200 s.d. STA 4+000. Penelitian ini memiliki tujuan menghitung jumlah dan jenis kendaraan, mengidentifikasi jenis dan bentuk kerusakan yang terdapat pada permukaan jalan, serta menentukan cara penanggulangan yang cocok mengatasi kerusakan permukaan pada ruas yang diteliti berdasarkan metode *Pavement Condition Index* (PCI). Dari analisis diperoleh nilai PCI rata-rata keseluruhan 75,65 yang mengindikasikan kondisi perkerasan jalan berada pada kategori sangat baik (*very good*). Meskipun demikian, terdapat satu segmen jalan berada pada kondisi buruk (*poor*) dengan nilai PCI 33. Analisis LHR diperoleh volume lalu lintas didominasi oleh kendaraan ringan dan sepeda motor. Kerusakan yang dominan: lubang, (*potholes*), retak linear (*linear cracking*), dan pengausan agregat (*polished aggregate*). Berdasarkan analisis PCI dan kondisi lalu lintas, cara penanganan yang sesuai adalah rehabilitasi mayor dan pemeliharaan rutin.

Kata kunci: Kerusakan Jalan, Metode PCI, Perkerasan Kaku, Perkerasan Lentur

Abstract

The pavement condition of Kapasa Raya Road shows various types and forms of damage on the pavement surface, where some of the damages are located on the road shoulder, in the middle of the pavement, and also at the concrete slab joints. This road section consists of two types of pavement, namely flexible pavement and rigid pavement. The flexible pavement is located at STA 0+000 to STA 0+200, while the rigid pavement is located at STA 0+200 to STA 4+000. This study aims to calculate the number and types of vehicles, identify the types and forms of damage found on the surface of the Kapasa Raya Road section, and determine suitable mitigation methods for dealing with surface damage on the Kapasa Raya Road section based on the Pavement Condition Index (PCI) method. The result of this study indicate that the overall average PCI value is 75,65, which indicates that the pavement condition is in the very good category. However, there is one road segment that falls into the poor condition with a PCI value of 33. The ADT analysis shows that traffic volume is dominated by light vehicles and motorcycles. The dominant types of damage include potholes, linear cracking, and polished aggregate. Based on the PCI analysis and traffic conditions, the appropriate treatment methods are major rehabilitation and routine maintenance.

Keywords: Road Damage, PCI Method, Rigid Pavement, Flexible Pavement

PENDAHULUAN

Ruas Jalan Kapasa Raya merupakan salah satu jalan penting di Kota Makassar yang menghubungkan kawasan permukiman, pusat perdagangan, serta area industri. Jalan ini memiliki tingkat aktivitas lalu lintas yang agak padat yang mungkin menjadi penyebab kerusakan yang terlihat pada permukaan perkerasan seperti: lubang, retak, pengausan agregat, penurunan pelat, tambalan dan lain sebagainya. Seiring dengan meningkatnya volume lalu lintas, perkerasan jalan cenderung mengalami penurunan kinerja struktural. Ketidaktepatan cara penanganan kerusakan tersebut menyebabkan perkerasan diperbaiki berulang-ulang. Metode yang digunakan dalam menilai kondisi permukaan perkerasan jalan ini yaitu *Pavement Condition Index* (PCI)

Studi sejenis dengan studi ini sudah beberapa kali dilakukan, misalnya penelitian oleh Almubarok (2023) yaitu peneliti melakukan analisis cacat pada permukaan jalan sepanjang 1 km. Berdasarkan hasil analisis nilai PCI diperoleh sebesar 54,36 termasuk dalam kategori sedang [1]. Hasil nilai kondisi yang diperoleh pada penelitian cacat permukaan perkerasan 04 sebesar 44,75 memakai PCI serta sebesar 54,75 menggunakan metode SDI [2]. Kerusakan yang ada yaitu retak kulit buaya, retak pinggir, pelapukan dan pelepasan butir, serta tonjolan dan lengkungan dengan angka PCI sebesar 62 [3]. Tujuan utama dari perkerasan adalah memberikan permukaan yang kuat, rata, tahan terhadap cuaca, serta mempunyai ketahanan yang baik guna menahan beban kendaraan tanpa menimbulkan deformasi berlebihan [4]. Survei kondisi dengan menggunakan metode PCI dan Bina Marga didapatkan hasil pada metode PCI adalah 70,8 dalam kategori baik kemudian dengan metode Bina Marga dengan nilai urutan jalan 4 [5]. Hasil analisis keadaan permukaan perkerasan menggunakan metode PCI ialah dengan nilai 18,4 [6]. Survei kerusakan pada jalan ini dilakukan sepanjang 3000 meter dengan hasil nilai indeks yang diperoleh sebesar 70,87 masuk dalam kategori sangat baik [7]. Jalan arteri di ruas jalan ini dikategorikan rusak ringan pada km 00+000 – 02+000, km 02+000 – 03+433 masuk dalam kondisi buruk, kemudian pada Jalan Waiselan-Latu dalam klasifikasi cacat ringan pada km 00+000 – 02+000 [8]. Pada arah Pamanukan hasil analisis survei meliputi sempurna sebesar 78%, sangat baik 14%, baik 4% dan sedang 4%, kemudian pada haluan Cikampek sempurna 74%, sangat baik 12%, baik 8%, sedang 4% dan buruk 2% [9]. Peninjauan kerusakan pada km 203 – 213 dengan metode rehabilitasi berdasarkan metode PCI meliputi akumulasi agregat halus, perbaikan retakan, tambalan kedalaman parsial, penutupan lapisan atas perkerasan, serta *overlay* [10]. Analisis keadaan permukaan jalan dengan memakai metode PCI serta SDI. Nilai indeks rata-rata yang diperoleh dengan metode PCI sebesar 37,90 tergolong buruk dan menggunakan metode SDI diperoleh 76,56 dalam kategori sedang [11]. Penghitungan data kendaraan diaplikasikan dengan mencatat banyaknya kendaraan yang melintas dan mengelompokkannya ke dalam beberapa tipe kendaraan [12]. Penilaian kerusakan jalan dilakukan dengan survei visual kerusakan jalan serta metode PCI untuk menganalisis data kerusakan sehingga diperoleh nilai PCI sebesar 82,38 masuk dalam kategori sangat baik [13]. Hasil evaluasi kerusakan perkerasan dengan tipe jalan satu arah menggunakan metode PCI diperoleh sebesar 47,8 masuk pada kategori sedang [14]. Hasil analisis diperoleh bentuk kehancuran yang terjadi meliputi retak kulit buaya, pelepasan butir, lubang dan amblas dengan nilai PCI yang didapatkan sebesar 57 dalam kategori baik dan metode penanganan yang sesuai adalah perawatan dan perbaikan kerusakan fungsional [15]. Jenis dan kerusakan yang terjadi pada jalan adalah kerusakan yang diakibatkan oleh beban lalu lintas terus-menerus hingga perkerasan mengalami alur. Kerusakan lain juga disebabkan oleh drainase yang kurang baik, tidak mampu menahan volume air sehingga terjadi genangan air pada badan jalan [16].

Tujuan penelitian ini untuk memperoleh data jenis dan jumlah kendaraan, mengidentifikasi jenis dan bentuk kerusakan, mengetahui faktor penyebab kerusakan, serta memperoleh cara penanganan yang sesuai dalam mengatasi kerusakan pada ruas Jalan Kapasa Raya, Kota Makassar.

METODOLOGI

1. Lokasi Studi

Penelitian ini dilakukan pada ruas Jalan Kapasa Raya di Kota Makassar. Ruas jalan yang diteliti terdiri atas perkerasan lentur (200m) dan perkerasan kaku (3800 m) dengan total panjang 4 km dan lebar 7 m.



Sumber: Google Maps

Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Kerusakan pada Perkerasan Lentur



Gambar 3. Kerusakan pada Perkerasan Kaku

2. Waktu Survei

Survei jumlah dan jenis kendaraan dilaksanakan pada Senin, Rabu, dan Sabtu sedangkan untuk pengambilan data kerusakan jalan dilakukan pada hari Minggu.

3. Alat-Bantu Survei

Dalam penelitian digunakan beberapa alat, seperti *roll* meter (untuk mengukur panjang, lebar segmen, dimensi kerusakan), formulir data (untuk mencatat jumlah dan jenis kendaraan serta dimensi/jenis kerusakan jalan), alat tulis, dan papan alas, kamera/*smartphone* (untuk dokumentasi selama kegiatan survei)

4. Pengambilan Data

Data utama dari hasil survei lapangan: pengamatan kondisi aktual perkerasan di lokasi studi seperti data jenis dan ukuran kerusakan permukaan jalan serta jumlah dan jenis kendaraan (jenis kendaraan mengacu Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2023) [17].

Data pendukung diperoleh dari peta jaringan jalan.

5. Teknik Pengolahan Data

Data yang sudah didapatkan berikutnya dianalisis dengan langkah-langkah:

- Mengklasifikasikan jumlah dan jenis kendaraan.
- Mengklasifikasikan jenis dan dimensi kerusakan.
- Menghitung nilai *Density*, *Deduct Value* (DV), *Total Deduct Value* (TDV), dan *Corrected Deduct Value* (CDV).
- Menghitung angka PCI serta menetapkan cara penanganannya berdasarkan nilai PCI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Geometrik Jalan



Gambar 4. Sketsa Geometrik Jalan Kapasa Raya

Tabel 1. Hubungan Nilai PCI dengan Kondisi Jalan dan Rekomendasi Penanganan

Nilai PCI	Kondisi Jalan	Rekomendasi Penanganan
86 – 100	Sangat Baik (Good)	Pemeliharaan Rutin
71 – 85	Baik (Satisfactory)	Pemeliharaan Rutin
56 – 70	Sedang (Fair)	Pemeliharaan Berkala (<i>Preventive Maintenance, Crack Sealing, Surface Treatment</i>)
41 – 55	Buruk (Poor)	Rehabilitasi
26 – 40	Sangat Buruk (Very Poor)	Rehabilitasi Struktural
11 – 25	Parah (Serious)	Rekonstruksi
0 – 10	Gagal (Failed)	Rekonstruksi Total/Peningkatan Struktur

Tabel 2. Karakteristik Geometrik Jalan Kapasa Raya

Parameter	Keterangan
Panjang ruas jalan	4 km
Tipe jalan	STA 0+000 s.d. STA 1+600 (4/2 T), STA 1+600 s.d. STA 4+000 (2/2 TT)
Lebar lajur	3,5 m
Lebar bahu	1 m
Jenis perkerasan	Perkerasan lentur dan kaku

2. Analisis

Berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023, kendaraan yang melintas pada ruas jalan dikelompokkan menjadi tiga kategori utama, yaitu kendaraan sedang (KS), mobil penumpang (MP), dan sepeda motor (SM). Total jumlah dan jenis kendaraan dari hasil survei:

Tabel 3. Jenis dan Jumlah Kendaraan

Hari	Kendaraan Sedang	Rata-rata kendaraan per hari		Total
		Mobil Penumpang	Sepeda Motor	
Senin	708	11.652	27.804	40.164
Rabu	600	11.112	24.036	35.748
Sabtu	516	9.984	17.328	27.828

Analisis kondisi permukaan perkerasan memakai metode PCI pada sampel perkerasan lentur dan perkerasan kaku:

a. Sampel Perkerasan Lentur (Segmen 1, STA 0+000 s.d. STA 0+200)

1) Menghitung dimensi kerusakan

Lubang	Keriting	Retak Kulit Buaya
P = 1,26 m	P = 12,23 m	P = 1,10 m
L = 1,28 m	L = 2 m	L = 0,53 m
Luas = 1,26 × 1,28	Luas = 12,23 × 2	Luas = 1,10 × 0,53
= 1,61 m ² (total = 53,56 m ²)	= 24,46 m ²	= 0,583 m ²

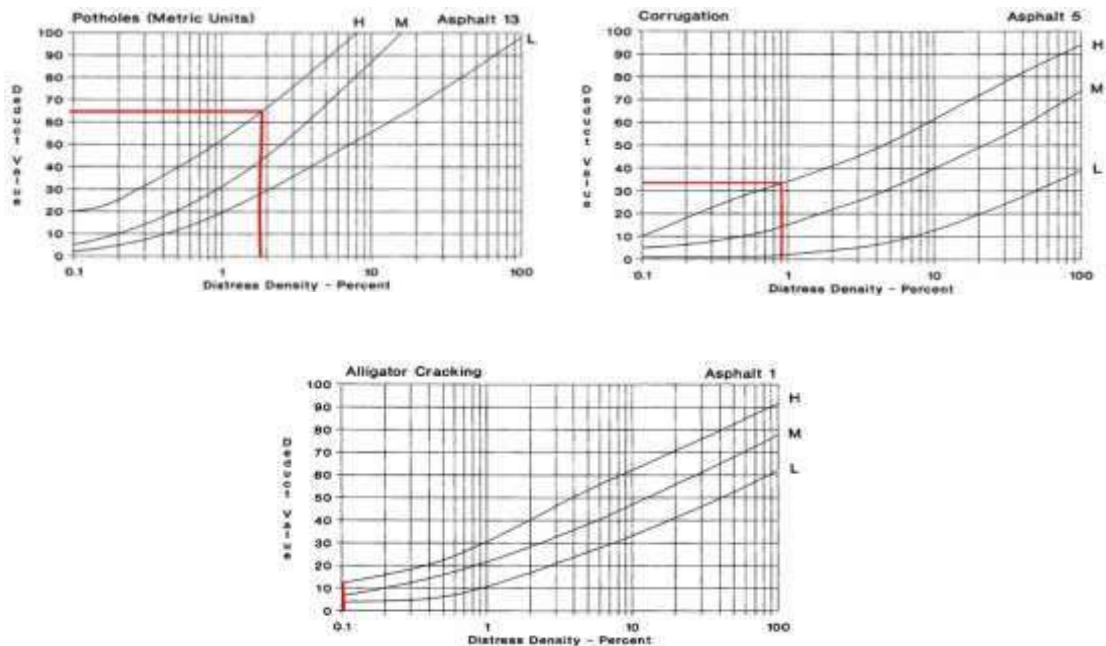
2) Menghitung *density*

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \dots\dots\dots 1$$

$$Density \text{ lubang} = \frac{53,56}{2800} \times 100\% \quad Density \text{ keriting} = \frac{24,46}{2800} \times 100\% \quad Density \text{ retak kulit buaya} = \frac{0,58}{2800} \times 100\%$$

$$= 1,9\% \quad = 0,9\% \quad = 0,02\%$$

3) Membaca *Deduct Value* (DV) pada grafik



Gambar 5. Grafik DV Kerusakan pada Segmen 1

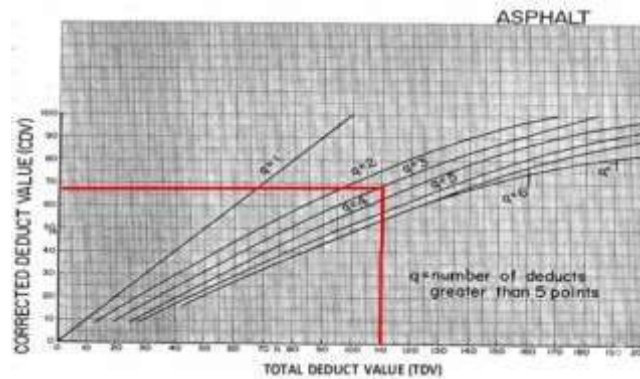
Dari Gambar 5 diperoleh *Deduct Value* lubang sebesar 65, keriting sebesar 33, dan retak kulit buaya sebesar 12

4) Menentukan *Total Deduct Value* (TDV)

$$65 + 33 + 12 = 110$$

5) Membaca CDV pada Gambar 6

Setelah mengetahui nilai TDV kemudian menentukan nilai q yaitu nilai DV (setiap jenis kerusakan) yang nilainya lebih besar dari 5.



Gambar 6. Grafik CDV pada Segmen 1

Dari Gambar 6 diperoleh CDV sebesar 67

6) Menghitung nilai PCI

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 67 = 33 \text{ (buruk)}$$

b. Sampel Perkerasan Kaku Segmen 13 sampel 1 (STA 2+800 s.d. 3+000)

1) Menghitung dimensi kerusakan

Penurunan Pelat

Retak Linear

Jumlah pelat yang dipengaruhi = 2

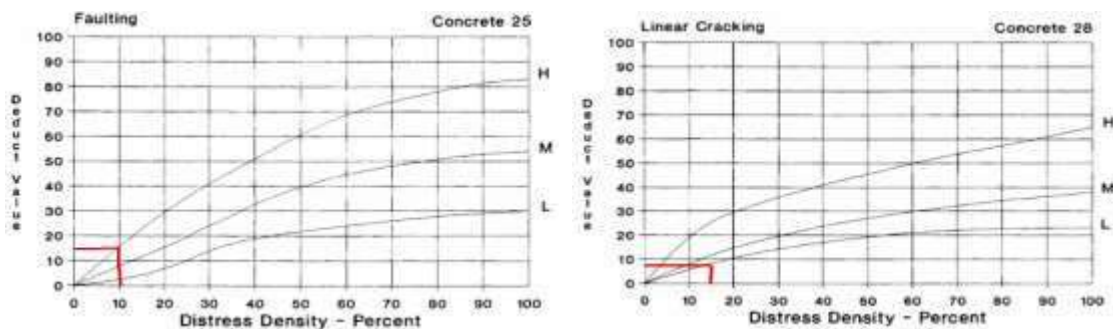
Jumlah pelat yang dipengaruhi = 3

2) Menghitung *density*

$$Density = \frac{\Sigma \text{Pelat yang dipengaruhi}}{\Sigma \text{Total pelat dalam 1 sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots 2$$

$$Density \text{ penurunan pelat} = \frac{2}{20} \times 100\% = 10\% \quad Density \text{ retak linear} = \frac{3}{20} \times 100\% = 15\%$$

3) Membaca *Deduct Value* (DV) pada Gambar 7



Gambar 7. Grafik DV Kerusakan pada Segmen 13 Sampel 1

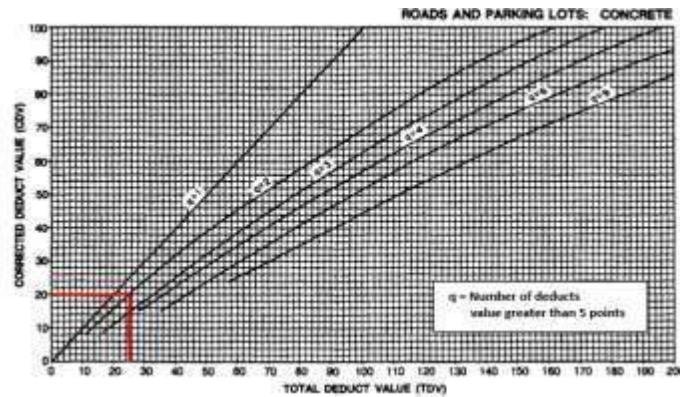
Dari Gambar 7 diperoleh *Deduct Value* sebesar 17 dan retak linear sebesar 8

4) Menghitung *Total Deduct Value* (TDV)

$$17 + 8 = 25$$

5) Membaca *Corrected Deduct Value* (CDV) pada Gambar 8

Setelah mengetahui nilai TDV kemudian menentukan nilai q yaitu nilai DV (setiap jenis kerusakan) yang nilainya lebih besar dari 5.



Gambar 8. Grafik CDV pada segmen 14 sampel 1

Dari Gambar 8 diperoleh CDV sebesar 20

6) Menghitung angka PCI

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 20 = 80 \text{ (sangat baik)}$$

Tabel 4. Kondisi Keseluruhan Ruas Jalan Kapasa Raya

Segmen	Stasioning		PCI	Kondisi	Penanganan
	Dari	Sampai			
1	0+000	0+200	33	Buruk	Rehabilitasi Mayor
2	0+200	0+400	69,88	Baik	Pemeliharaan Rutin
3	0+400	0+600	71,87	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
4	0+600	0+800	81,37	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
5	0+800	1+400	72,5	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
6	1+000	1+600	80,5	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
7	1+200	1+800	84,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
8	1+400	2+000	69,37	Baik	Pemeliharaan Rutin
9	1+600	2+200	76	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
10	1+800	2+400	82,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
11	2+000	2+600	78,75	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
12	2+600	2+800	83	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
13	2+800	3+000	80	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
14	3+000	3+200	76,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
15	3+200	3+400	78,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
16	3+400	3+600	85	Sempurna	Pemeliharaan Rutin
17	3+600	3+800	78,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
18	3+800	4+000	80	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
19	4+000	4+200	75	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin
20	3+800	4+000	80,25	Sangat Baik	Pemeliharaan Rutin

SIMPULAN

Jumlah kendaraan pada ruas jalan ini pada hari Senin 40.164 kend/hari, Rabu 35.748 kend/hari, dan Sabtu 27.828 kend/hari, komposisi kendaraan sebagian besar terdiri atas sepeda motor serta kendaraan muatan kecil. Jenis kerusakan yang terdapat pada jalan tersebut meliputi keriting, lubang, retak kulit buaya, retak linear, pelat beton pecah, penurunan pelat, tambalan besar, tambalan kecil, pengelupasan permukaan pelat, dan pengausan agregat. Dari nilai PCI diketahui penanganan yang sesuai adalah rehabilitasi mayor dan pemeliharaan rutin. Pengambilan data lalu lintas dilakukan selama 3 hari, kurang akurat. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pengambilan data selama 7 hari agar nilai LHR lebih mewakili populasi. Selain itu, penggolongan jenis kendaraan sebaiknya berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 yang terbagi atas 8 golongan. Sehingga dapat diperoleh korelasi antara tingkat kerusakan jalan dengan beban repetisi kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbu.

REFERENSI

- [1] F. S. Almubarok, R. Mudiyo, dan S. S., "Road Pavement Condition Index as a Method to Analyze the Level of Road Damage," *J. Adv. Civ. Environ. Eng.*, vol. 5, no. 2, pp. 12–84, November, 2022, doi: 10.30659/jacee.5.2.84-93.
- [2] N. P. Artiwi, E. Amilia, dan H. J. Abadi, "Analisa Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Raya Jakarta Km.04 Kota Serang Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan SDI (Surface Distress Index) Dan Alternatif Penanganannya," *J. Josce*, vol. 3, no. 1, pp. 59–72, Februari, 2021, doi: 10.47080/JOSCE.V3I1.1120.
- [3] M. P. H. AS, "Analisa Tingkat kerusakan Perkerasan Lentur Pada ruas Jalan Raya Lambah Maninjau Kabupaten Agam," *Ekasakti J. Penelit. Pengabd.*, vol. 2, no. 1, pp. 28–41, November, 2021, doi: 10.31933/EJPP.V2I1.401.
- [4] C. N. Azka, A. Salimah, A. Susilowati, I. Handayasari, E. A. Latifa, E. Wiyono, R. Yudhanta, N. A. Aprilia, M. D. M. Palinggi, I. Yuniarti, N. Sari, dan S. W. Praja, *Perkerasan jalan*, Bandung: CV. Media Sains Indonesia, 2023.
- [5] P. Fajahiyah, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan dengan Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) dan Metode Bina Marga (Studi Kasus: Jalan Raya Serang – Jakarta Km 5 – Km 9, Kab. Serang)," *Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon*, 2024.
- [6] A. D. Fatikasari, "Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI Untuk Mengevaluasi Kondisi Jalan di Raya Cangkring , Kecamatan Krembung , Kabupaten Sidoarjo," *Agregat* vol. 6, no. 2, November, 2021, doi: 10.30651/ag.v6i2.10361.
- [7] M. Fikri dan A. A. Sarira, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index," *J. Ilm. Ecosyst.*, vol. 23, no. 2, pp. 345–351, Agustus, 2023, doi: 10.35965/ECO.V23I2.2854.
- [8] L. Hasrudin dan I. Maha, "Analisis Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index), SDI (Surface Distress Index) dan IRI (International Roughness Index)," *J. Syntax IDEA*, vol. 6, no. 4, pp. 1881–1898, April, 2024, doi: 10.46799/SYNTAX-IDEA.V6I4.3201.
- [9] R. Hermawan dan A. N. Tajudin, "Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI Dan SDI (Studi Kasus: Jalan Jatisari, Karawang)," *J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 4, no. 4, pp. 845–854, November, 2021, doi: 10.24912/JMTS.V4I4.12565.
- [10] R. L. Jannah, H. Yermadona, dan S. Dewi, "Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan dengan Metoda Bina Marga dan Pavement Condition Index (PCI) (Studi kasus : Jl. Lintas Sumatera Km 203 - 213)," *Ensiklopedia Res. Community Serv. Rev.*, vol. 1, no. 2, pp. 114–122, Februari, 2022, doi: 10.33559/ERR.V1I2.1134.
- [11] E. R. Labaso, M. S. Ishak, dan M. Kasan, "Evaluasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement

- Condition Index (PCI) dan Surface Distress Index (SDI) Studi Kasus Jalan Pue Bongo – Kota Palu,” *Civ. Eng. J. Res. Dev.*, vol. 3, no. 2, pp. 67–74, September, 2022, doi: 10.22487/RENSTRA.V3I2.428.
- [12] M. A. B. Nadi, M. D. M. Palinggi, A. S. Hidayat, A. Wirawan, R. C. Boing, R. Marlia, E. Taroreh, I. Hardiansyah, dan R. H. B. A. Shiddiq, *Rekayasa Lalu Lintas dan Keselamatan Jalan*, Padang: Azzia Karya, 2025.
- [13] A. P. Maullana dan Indrastuti, “Analysis Of The Level Of Road Damage Using The Pavement Condition Index (PCI) Method: A Case Of Jalan Laswi Majalengka,” *Civ. Eng. Archit. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 482–488, 2023, doi: 10.37253/leader.v1i4.8956.
- [14] D. Natalia dan A. I. Rifa’i, “Evaluation of Road Damage Using The Pavement Condition Index (PCI) Method on Jalan Raya Waringin, Palasah District, Majalengka Regency,” *Civ. Eng. Archit. J.*, vol. 1, no. 4, pp. 439–448, 2023, doi: 10.37253/leader.v1i4.8952.
- [15] A. R. Payangan, “Analisis Kerusakan Jalan Kelurahan Tampo Makale Kabupaten Tana Toraja,” Skripsi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, 2023.
- [16] V. Tandiongan, B. Tanan, and M. Bumbungan, “Analisis Kerusakan Jalan dan Penanganan Pada Ruas Jalan Sullukan – Tandung Kabupaten Toraja Utara”, *PCEJ*, vol. 5, no. 2, pp. 239–247, Jan. 2024, doi: [10.52722/fqtkmr85](https://doi.org/10.52722/fqtkmr85).
- [17] Direktorat Jenderal Bina Marga, “Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia,” Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta, 2023.