JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824

Pemetaan Kerusakan Jalan Berdasarkan Indeks Kondisi Perkerasan dan Perancangan Drainase di Kecamatan Patumbak

Road Damage Mapping Based on Pavement Condition Index and Drainage Design in Patumbak District

Austin Sebastian Sinaga[1*], Dina Tri Septiningtiyas[2], Tetra Oktaviani[3], Meiga Nugrahani[4]
Politeknik Negeri Medan
Email: ostinsinaga@gmail.com

Article Info

Article history :
Received : 05-11-2026
Revised : 07-11-2026
Accepted : 09-11-2026
Published : 11-11-2026

Abstract

Road damage caused by increasing traffic volume, heavy vehicle loads, and suboptimal drainage systems can reduce the level of road service and accelerate pavement deterioration. This study aims to identify the types of road damage, determine the Pavement Condition Index (PCI) values, establish appropriate treatment measures, design drainage dimensions, and map the locations of road damage using a Geographic Information System (GIS). The study was conducted on Pertahanan Road and Tangkahan Batu Road in Patumbak District, Deli Serdang Regency. Pavement condition was assessed using the PCI based on Pd 01-2016-B, while drainage was designed using the rational method and the Manning equation based on Pd T-02-2006-B. Damage mapping was conducted using ArcGIS. The results showed that the predominant types of damage were edge cracking, potholes, and alligator cracking. The PCI values for Pertahanan Road and Tangkahan Batu Road were 70.91 and 70.88, respectively, which were classified as good; therefore, the appropriate treatment was periodic maintenance using an overlay method. The planned drainage channel had an open rectangular cross-section with a width of 0.42 m, a flow depth of 0.53 m, a freeboard height of 0.32 m, and a total depth of 0.85 m. The GIS mapping results showed the spatial distribution of road damage, which can support decision-making in road maintenance and infrastructure improvement.

Keywords : Drainage, Pavement Condition Index, Road Damage

Abstrak

Kerusakan jalan yang dipengaruhi oleh peningkatan volume lalu lintas, beban kendaraan berat, serta sistem drainase yang kurang optimal dapat menurunkan tingkat pelayanan jalan dan mempercepat kerusakan konstruksi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis kerusakan jalan, menentukan nilai Indeks Kondisi Perkerasan (IKP), menetapkan penanganan yang sesuai, merancang dimensi saluran drainase, serta memetakan lokasi kerusakan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Penelitian dilakukan pada Jalan Pertahanan dan Jalan Tangkahan Batu di Kecamatan Patumbak, Kabupaten Deli Serdang. Penilaian kondisi perkerasan menggunakan IKP berdasarkan Pd 01-2016-B, sedangkan perancangan drainase menggunakan metode rasional dan persamaan Manning berdasarkan Pd T-02-2006-B. Pemetaan kerusakan dilakukan menggunakan aplikasi ArcGIS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dominan berupa retak tepi, lubang, dan retak kulit buaya. Nilai IKP Jalan Pertahanan sebesar 70,91 dan Jalan Tangkahan Batu sebesar 70,88 yang termasuk kategori baik sehingga penanganan berupa pemeliharaan berkala dengan metode penambahan lapis. Dimensi saluran drainase yang direncanakan berbentuk persegi terbuka dengan

lebar 0,42 m, kedalaman aliran 0,53 m, tinggi jagaan 0,32 m, dan kedalaman total 0,85 m. Hasil pemetaan SIG menunjukkan sebaran kerusakan secara spasial sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pemeliharaan dan peningkatan infrastruktur jalan.

Kata Kunci: Drainase, Indeks Kondisi Perkerasan, Kerusakan Jalan

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur transportasi darat yang berperan penting dalam mendukung mobilitas masyarakat, distribusi barang, dan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Seiring meningkatnya volume lalu lintas, beban kendaraan, dan pengaruh faktor lingkungan, kondisi jalan mengalami penurunan kualitas yang ditandai dengan berbagai bentuk kerusakan pada permukaan perkerasan. Kerusakan yang tidak segera ditangani dapat mengganggu kelancaran lalu lintas dan meningkatkan risiko kecelakaan (Biriansyah & Dardak, 2022).

Perkerasan jalan dirancang untuk umur rencana tertentu berdasarkan volume lalu lintas, beban kendaraan, dan daya dukung tanah dasar. Dalam praktiknya, beban lalu lintas sering melampaui asumsi perencanaan, terutama akibat pertumbuhan kendaraan berat seperti truk pengangkut barang. Beban berulang yang melebihi kapasitas struktur mempercepat kelelahan material dan memunculkan retak pada permukaan jalan. Selain itu, drainase yang kurang baik turut mempercepat kerusakan karena air yang menggenang meresap ke lapisan perkerasan dan melemahkan daya dukung tanah dasar.

Kecamatan Patumbak, Kabupaten Deli Serdang, memiliki luas wilayah 43,79 km² dengan jumlah penduduk 106.762 jiwa pada tahun 2024 (Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang, 2025). Pertambahan penduduk meningkatkan kebutuhan transportasi, sementara keberadaan gudang dan pabrik di sekitar ruas jalan membuat banyak truk pengangkut barang beroperasi di kawasan ini. Survei pendahuluan pada Jalan Pertahanan dan Jalan Tangkahan Batu menunjukkan kerusakan berupa lubang, retak, dan pelepasan butir yang menimbulkan genangan air serta membahayakan pengendara. Di sisi lain, saluran drainase pada kedua ruas tersebut tersumbat sampah, sebagian dindingnya retak atau runtuh, dan dimensinya tidak memadai sehingga air hujan menggenang di badan jalan.

Kondisi perkerasan dapat dinilai secara objektif dengan metode Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) berdasarkan Pd 01-2016-B, yang menghasilkan nilai 0 sampai 100 dan mengaitkannya dengan jenis penanganan yang sesuai (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016). Sistem Informasi Geografis (SIG) memperlihatkan sebaran kerusakan secara spasial sehingga lebih mudah dipahami oleh pengambil keputusan (Awaliani dkk., 2024; Albar & Wibisana, 2026). Penelitian di Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, melaporkan nilai IKP rata-rata 78,33 pada Jalan Kompos dan 55,09 pada Jalan Sentosa yang kemudian dipetakan menggunakan ArcGIS (Hasibuan, 2025), sedangkan metode rasional dan persamaan Manning telah digunakan untuk merancang saluran drainase guna mengatasi genangan pada kawasan permukiman (Pasae dkk., 2026).

Penelitian ini memadukan penilaian kondisi perkerasan, perancangan drainase, dan

JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824

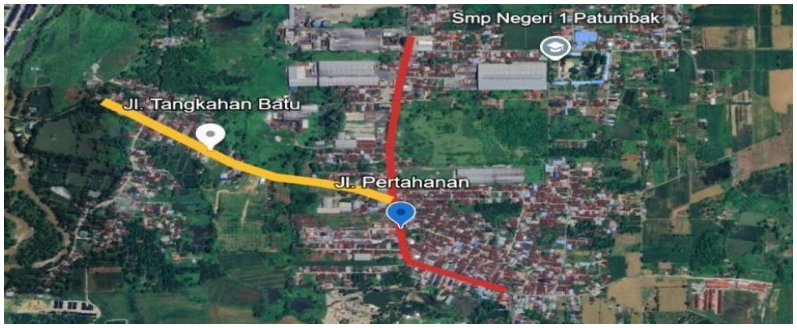
pemetaan SIG pada ruas jalan yang sama. Tujuannya adalah mengidentifikasi jenis kerusakan, menghitung nilai IKP, menentukan jenis penanganan yang sesuai, menghitung dimensi saluran drainase, dan memetakan titik kerusakan pada Jalan Pertahanan dan Jalan Tangkahan Batu di Kecamatan Patumbak. Hasilnya diharapkan menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dan instansi terkait dalam menentukan penanganan jalan di wilayah tersebut.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan melalui survei visual langsung di lapangan, kemudian dilanjutkan dengan analisis IKP, perancangan drainase, dan pemetaan SIG.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada dua ruas jalan kolektor primer di Kecamatan Patumbak, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara (Gambar 1), yaitu Jalan Pertahanan (STA 2+300 s.d. STA 3+850) dan Jalan Tangkahan Batu (STA 0+000 s.d. STA 0+800). Keduanya bertipe dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar perkerasan masing-masing 7 m dan 5 m.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pengumpulan Data

Data primer diperoleh dari survei visual yang meliputi panjang dan lebar jalan, dimensi, jenis, dan tingkat kerusakan, serta koordinat setiap kerusakan. Setiap ruas dibagi menjadi segmen sepanjang 50 m pada Jalan Pertahanan dan 100 m pada Jalan Tangkahan Batu. Kerusakan pada tiap segmen diidentifikasi, didokumentasikan, dan diukur menggunakan meteran baja, penggaris, kamera, dan formulir survei. Data sekunder berupa data fungsi jalan dalam RTRW Kabupaten Deli Serdang 2021, pedoman Pd 01-2016-B, data curah hujan dari BMKG Deli Serdang, dan peta lokasi dari Google Earth.

Analisis Indeks Kondisi Perkerasan

Analisis mengikuti Pd 01-2016-B (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2016) dengan tahapan sebagai berikut: menghitung kerapatan (*density*) setiap jenis dan tingkat kerusakan, menentukan nilai pengurang (*deduct value*) dari kurva, menghitung jumlah nilai pengurang yang diizinkan (m), menjumlahkan nilai pengurang total, menentukan nilai pengurang terkoreksi (NPT) secara iteratif, kemudian menghitung IKP segmen dengan Persamaan (1). Nilai IKP ruas jalan diperoleh dari rata-rata IKP seluruh segmen menurut Persamaan (2).

JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824

$$IKP = 100 - NPT_{maks} \quad (1)$$

$$IKP_{ruas} = \Sigma IKP_{(s)} / N \quad (2)$$

dengan $IKP_{(s)}$ adalah nilai IKP setiap segmen dan N adalah jumlah segmen. Nilai IKP dikelompokkan ke dalam tujuh kelas kondisi, yaitu sangat baik (85–100), baik (70–85), sedang (55–70), jelek (40–55), parah (25–40), sangat parah (10–25), dan hancur (0–10). Kelas tersebut menjadi dasar penentuan penanganan berupa pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan struktural, atau rekonstruksi/daur ulang.

Perancangan Drainase

Perancangan saluran drainase mengacu pada Pd T-02-2006-B (Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Tahapannya meliputi penentuan daerah layanan, perhitungan luas daerah pengaliran, penentuan koefisien pengaliran (C), perhitungan waktu konsentrasi, penentuan intensitas hujan (I) dari data curah hujan maksimum lima tahun terakhir dengan distribusi Gumbel, dan perhitungan debit rencana dengan metode rasional (Persamaan 3). Dimensi saluran ditentukan dengan persamaan Manning (Persamaan 4).

$$Q = (1/3{,}6) \cdot C \cdot I \cdot A \quad (3)$$

$$V = (1/n) \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (4)$$

dengan Q adalah debit rencana (m^3/detik), A adalah luas daerah pengaliran (km^2), V adalah kecepatan aliran (m/detik), n adalah koefisien kekasaran Manning, R adalah jari-jari hidrolis (m), dan S adalah kemiringan saluran.

Pemetaan Kerusakan dengan SIG

Pemetaan dilakukan menggunakan ArcGIS dengan sistem koordinat UTM Zona 47 N (datum WGS 1984). Tahapannya meliputi penomoran STA, penambahan citra satelit sebagai peta dasar, digitasi ruas jalan dalam bentuk *polyline*, pembagian ruas menjadi segmen menggunakan *Split Line at Distance*, penambahan atribut (STA, jenis kerusakan, dan rekomendasi penanganan), simbolisasi menurut kelas kondisi, serta penyusunan tata letak peta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Kerusakan Perkerasan

Survei mencatat 66 kejadian kerusakan pada kedua ruas jalan (Tabel 1), terdiri atas 49 kejadian di Jalan Pertahanan dan 17 kejadian di Jalan Tangkahan Batu. Jenis kerusakan yang dominan adalah retak tepi (26 kejadian), lubang (22 kejadian), dan retak kulit buaya (10 kejadian, seluruhnya di Jalan Pertahanan). Jenis lainnya, yaitu jembul, sungkur, retak refleksi sambungan, retak memanjang dan melintang, serta pelepasan butir, ditemukan dalam jumlah kecil. Dominasi retak tepi dapat dikaitkan dengan lemahnya dukungan pada tepi perkerasan dan pengaruh air di sisi jalan, sedangkan lubang dan retak kulit buaya berkaitan dengan beban kendaraan berat yang berulang serta genangan air yang melemahkan lapisan di bawahnya.

JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824

Tabel 1. Jumlah Kejadian Kerusakan Perkerasan pada Kedua Ruas Jalan

No	Jenis Kerusakan	Jalan Pertahanan	Jalan Tangkahan Batu	Total
1	Retak Tepi	16	10	26
2	Lubang	18	4	22
3	Retak Kulit Buaya	10	–	10
4	Jembul	1	1	2
5	Sungkur	1	1	2
6	Retak Refleksi Sambungan	1	1	2
7	Retak Memanjang dan Melintang	1	–	1
8	Pelepasan Butir	1	–	1
	Total	**49**	**17**	**66**

Sumber: Hasil survei dan pemetaan lapangan.

Nilai IKP dan Penanganan

Hasil analisis IKP disajikan pada Tabel 2. Jalan Pertahanan (32 segmen) memperoleh nilai IKP rata-rata 70,91 dan Jalan Tangkahan Batu (8 segmen) memperoleh 70,88. Keduanya termasuk kelas baik (*satisfactory*) dan berada di batas bawah kelas tersebut, sehingga penanganan pada tingkat ruas adalah pemeliharaan berkala dengan metode penambahan lapis (*overlay*).

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai IKP Kedua Ruas Jalan

Ruas Jalan	Jumlah Segmen	Total IKP	IKP Rata-rata	Kelas Kondisi	Penanganan
Jalan Pertahanan	32	2.269	70,91	Baik (*Satisfactory*)	Pemeliharaan Berkala
Jalan Tangkahan Batu	8	567	70,88	Baik (*Satisfactory*)	Pemeliharaan Berkala

Sumber: Hasil analisis berdasarkan Pd 01-2016-B.

Nilai rata-rata tersebut menutupi perbedaan kondisi antarsegmen (Tabel 3). Pada Jalan Pertahanan, 13 segmen (40,6%) berkondisi sangat baik dengan IKP 100, tetapi 10 segmen (31,3%) berkondisi jelek hingga hancur (IKP < 55) dan memerlukan rekonstruksi atau daur ulang. Segmen terparah berada pada STA 3+300–3+350 (IKP 14) dan STA 3+350–3+400 (IKP 0). Pada Jalan Tangkahan Batu, satu dari delapan segmen (STA 0+400–0+500) berkondisi sangat parah dengan IKP 17. Dengan demikian, penanganan sebaiknya ditentukan per segmen: pemeliharaan rutin pada segmen sangat baik, penambahan lapis pada segmen baik, peningkatan struktural pada segmen sedang, dan rekonstruksi pada segmen kritis.

JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824

Tabel 3. Distribusi Kelas Kondisi Segmen Berdasarkan Nilai IKP

Kelas Kondisi	Rentang IKP	Penanganan	Jalan Pertahanan	Jalan Tangkahan Batu
Sangat Baik (*Good*)	85–100	Pemeliharaan rutin	13 (40,6%)	2 (25,0%)
Baik (*Satisfactory*)	70–85	Pemeliharaan berkala	3 (9,4%)	3 (37,5%)
Sedang (*Fair*)	55–70	Peningkatan struktural	6 (18,8%)	2 (25,0%)
Jelek (*Poor*)	40–55	Rekonstruksi/daur ulang	7 (21,9%)	0 (0,0%)
Sangat Parah (*Serious*)	10–25	Rekonstruksi/daur ulang	2 (6,3%)	1 (12,5%)
Hancur (*Failed*)	0–10	Rekonstruksi/daur ulang	1 (3,1%)	0 (0,0%)
Total			**32 segmen**	**8 segmen**

Sumber: Hasil analisis berdasarkan Pd 01-2016-B. Tidak ada segmen pada kelas parah (IKP 25–40).

Nilai IKP kedua ruas lebih tinggi daripada Jalan Sentosa (55,09) dan rentang ruas kolektor primer di Kecamatan Sunggal (57,36–69,95), tetapi lebih rendah daripada Jalan Kompos (78,33) (Hasibuan, 2025; Perangin-Angin, 2025). Nilai IKP antarlokasi memang sangat bervariasi, bahkan mencapai kategori hancur pada ruas Lingkar Leles, Kabupaten Garut, dengan nilai 3,28 (Nurfahma & Widianto, 2021). Hasil ini menunjukkan bahwa kondisi perkerasan di Patumbak relatif lebih baik daripada sebagian ruas di Kecamatan Sunggal, namun kerusakan berat terkonsentrasi pada segmen-segmen tertentu.

Perancangan Saluran Drainase

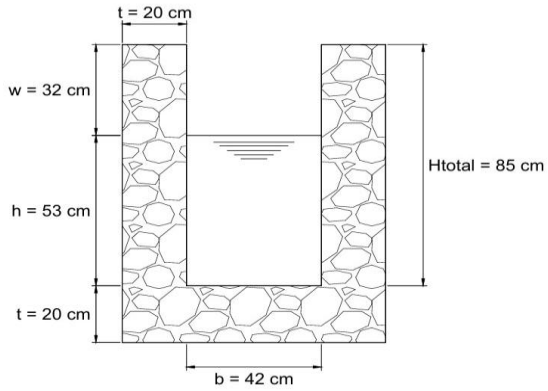
Perancangan dilakukan pada Jalan Pertahanan untuk satu segmen saluran sepanjang 250 m dengan gorong-gorong sebagai pembuangan pada ujung segmen. Daerah pengaliran terdiri atas setengah badan jalan (3,5 m), bahu jalan (1 m), dan daerah sekitar (13 m). Curah hujan rencana periode ulang 25 tahun dengan distribusi Gumbel sebesar 229,40 mm menghasilkan intensitas hujan 315,93 mm/jam dan debit rencana 0,1274 m^3/detik. Saluran dirancang berpenampang persegi terbuka dari pasangan batu dengan kecepatan izin 1,5 m/detik dan kemiringan lapangan 2% mengikuti kemiringan jalan. Hasil perancangan disajikan pada Tabel 4 dan Gambar 2. Dengan tebal pasangan batu 20 cm, kebutuhan pasangan batu untuk saluran sepanjang 250 m adalah sekitar 63 m^3. Hasil ini sejalan dengan penggunaan metode rasional dan persamaan Manning pada penelitian drainase permukiman (Pasae dkk., 2026).

Tabel 4. Parameter Hidrologi dan Dimensi Saluran Drainase Rencana

No	Parameter	Nilai
1	Periode ulang hujan	25 tahun
2	Curah hujan rencana (R_{24})	229,40 mm
3	Intensitas hujan (I)	315,93 mm/jam
4	Debit rencana (Q)	0,1274 m^3/detik
5	Kecepatan izin (V)	1,5 m/detik
6	Bentuk dan bahan saluran	Persegi terbuka, pasangan batu
7	Lebar saluran (b)	0,42 m
8	Kedalaman aliran (h)	0,53 m
9	Tinggi jagaan (w)	0,32 m
10	Kedalaman total (H)	0,85 m

Sumber: Hasil perhitungan berdasarkan Pd T-02-2006-B.

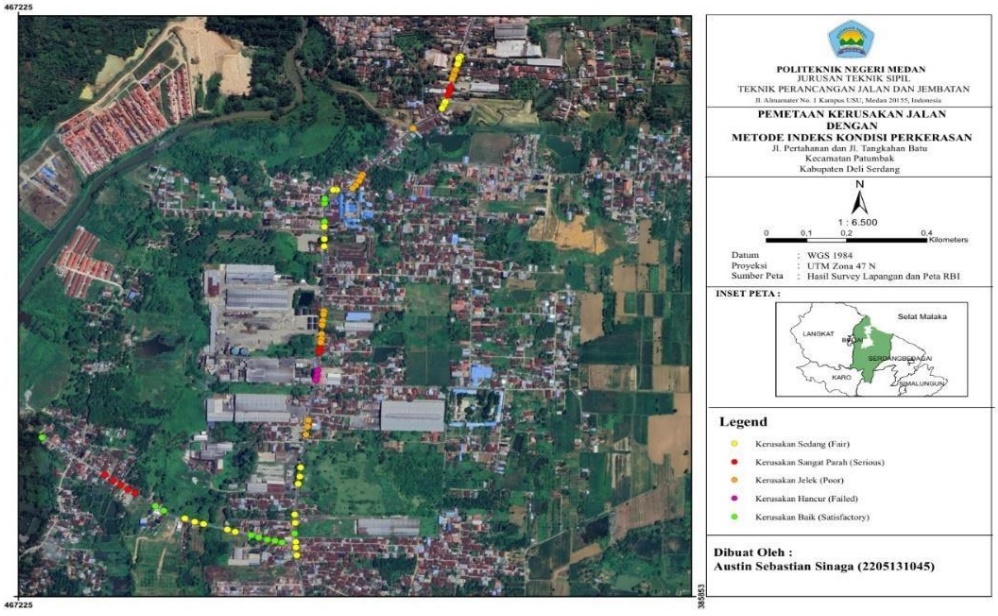
JIIC: JURNAL INTELEK INSAN CENDIKIA
https://jicnusantara.com/index.php/jiic
Vol : 3 No: 11, November 2026
E-ISSN : 3047-7824



Gambar 2. Dimensi Saluran Drainase Rencana

Pemetaan Kerusakan Jalan dengan SIG

Hasil analisis IKP dipetakan dengan ArcGIS sehingga kondisi setiap segmen dapat dilihat secara spasial (Gambar 3). Peta memperlihatkan bahwa segmen berkondisi jelek, sangat parah, dan hancur pada Jalan Pertahanan terkonsentrasi di sekitar STA 2+350–2+450 dan STA 3+200–3+400, sedangkan pada Jalan Tangkahan Batu segmen kritis berada di STA 0+400–0+500. Informasi ini memudahkan penentuan prioritas penanganan, yaitu dimulai dari segmen-segmen tersebut. Karena kondisi drainase eksisting yang tersumbat dan berdimensi kurang memadai turut mempercepat kerusakan, perbaikan perkerasan sebaiknya disertai perbaikan saluran drainase agar hasil penanganan tidak cepat rusak kembali. Pemanfaatan SIG untuk memetakan kerusakan jalan sejalan dengan penelitian sebelumnya (Awaliani dkk., 2024; Albar & Wibisana, 2026).



Gambar 3. Peta Sebaran Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai IKP

KESIMPULAN

Kerusakan dominan pada Jalan Pertahanan dan Jalan Tangkahan Batu berupa retak tepi,

lubang, dan retak kulit buaya. Nilai IKP Jalan Pertahanan sebesar 70,91 dan Jalan Tangkahan Batu sebesar 70,88 termasuk kelas baik, sehingga penanganan pada tingkat ruas berupa pemeliharaan berkala dengan penambahan lapis (*overlay*). Namun, terdapat segmen kritis yang memerlukan rekonstruksi, yaitu 10 dari 32 segmen di Jalan Pertahanan dan 1 dari 8 segmen di Jalan Tangkahan Batu. Saluran drainase rencana berbentuk persegi terbuka dari pasangan batu dengan lebar 0,42 m, kedalaman aliran 0,53 m, tinggi jagaan 0,32 m, dan kedalaman total 0,85 m. Pemetaan SIG menunjukkan sebaran segmen kritis sehingga dapat dijadikan dasar penentuan prioritas pemeliharaan.

Survei kerusakan sebaiknya dilakukan saat jalan sepi untuk mengurangi kesalahan pengukuran, dan perbaikan perlu segera dilakukan agar kerusakan tidak meluas. Penelitian lanjutan dapat membandingkan metode IKP dengan metode Bina Marga, *International Roughness Index* (IRI), dan *Surface Distress Index* (SDI), serta menambahkan analisis lalu lintas dan rencana anggaran biaya.

DAFTAR PUSTAKA

Albar, A. M., & Wibisana, H. (2026). Pemetaan Kerusakan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index pada Ruas Jalan Arteri Mojosari–Mojokerto Berdasarkan Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Talenta Sipil*, *9*(1), 825–833.

Awaliani, T., Alamsyah, W., & Basrin, D. (2024). Pemetaan Kerusakan Jalan Berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kecamatan Manyak Payed Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Ilmiah Telsinas Elektro, Sipil dan Teknik Informasi*, *7*(1), 1–13.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Deli Serdang. (2025). *Kecamatan Patumbak dalam Angka 2025*. Lubuk Pakam: BPS Kabupaten Deli Serdang.

Biriansyah, M. A., & Dardak, A. H. (2022). Analisis Kondisi Kerusakan Permukaan Jalan pada Perkerasan Lentur dengan Metode PCI (Pavement Condition Index): Studi Kasus Ruas Jalan Nasional ID: 037 12 K Jln. Pasteur–Dr. Djundjunan (Bandung) Sepanjang 2,77 km. *Jurnal Artesis*, *2*(1), 26–31.

Departemen Pekerjaan Umum. (2006). *Pd T-02-2006-B: Perencanaan Sistem Drainase Jalan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.

Hasibuan, N. Y. (2025). *Analisis dan Pemetaan Kondisi Tingkat Kerusakan Jalan di Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang*. (Skripsi, Politeknik Negeri Medan).

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2016). *Pd 01-2016-B: Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP)*. Jakarta: Kementerian PUPR.

Nurfahma, N., & Widianto, B. W. (2021). Penilaian Kondisi Jalan dan Rekomendasi Penanganan Menggunakan Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) dan Road Condition Index (RCI). *Prosiding FTSP Series*, 65–74.

Pasae, N., Syaifullah, S., & Indrajaya, I. (2026). Perencanaan Saluran Drainase Menggunakan Metode Rasional dan Persamaan Manning di Dusun Situndukang Kabupaten Luwu Utara. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, *26*(1), 195–203.

Perangin-Angin, D. R. (2025). *Evaluasi dan Pemetaan Tingkat Kerusakan Jalan Kolektor Primer di Kecamatan Sunggal Kabupaten Deli Serdang*. (Skripsi, Politeknik Negeri Medan).