



Analisis Kondisi Perkerasan Jalan dan Program Penanganan Menggunakan Metode SDI

Indri Nurtiyani Hakim¹✉, Agung Nusantara², Rasyid Sidik³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Purworejo, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.26623/teknika.v21i1.13926>

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Disubmit 5 Mei 2026

Direvisi 15 Oktober 2026

Disetujui 21 Oktober 2026

Keywords:

Surface Distress Index; Pavement Condition Assessment; Road Maintenance; Visual Inspection; Pavement Performance

Abstrak

Kondisi perkerasan jalan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kenyamanan, keselamatan, dan tingkat pelayanan lalu lintas. Penurunan kondisi jalan yang tidak ditangani secara tepat dapat menyebabkan peningkatan biaya pemeliharaan di masa mendatang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi perkerasan jalan serta menentukan jenis pemeliharaan yang sesuai menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI). Objek penelitian adalah ruas Jalan Soekarno Hatta di Kabupaten Purworejo dengan panjang total 1.000 meter. Metode penelitian yang digunakan adalah survei visual lapangan dengan membagi ruas jalan menjadi sepuluh segmen pengamatan masing-masing sepanjang 100 meter. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi jalan didominasi oleh kategori sedang sebesar 80,00%, sedangkan kategori rusak ringan sebesar 20,00%. Berdasarkan nilai SDI dan mengacu pada ketentuan Permen PU No. 13/PRT/M/2011, jenis penanganan yang direkomendasikan adalah pemeliharaan berkala pada segmen dengan kondisi sedang dan rehabilitasi pada segmen dengan kondisi rusak ringan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode SDI efektif digunakan untuk menggambarkan kondisi perkerasan jalan dan mendukung penentuan program pemeliharaan yang tepat. Pendekatan ini diharapkan dapat membantu pengelola jalan dalam menyusun strategi pemeliharaan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Abstract

Pavement condition is an important factor influencing driving comfort, safety, and traffic service performance. Pavement deterioration that is not properly addressed may lead to higher maintenance costs in the future. This study aims to evaluate pavement condition and determine appropriate maintenance actions using the Surface Distress Index (SDI) method. The research object is Soekarno Hatta Street in Purworejo Regency with a total length of 1,000 meters. The research method employed a visual field survey by dividing the road section into ten observation segments, each 100 meters in length. The results indicate that the road condition is predominantly classified as fair, accounting for 80.00% of the total length, while 20.00% is categorized as minor damage. Based on the SDI values and referring to the Regulation of the Minister of Public Works No. 13/PRT/M/2011, periodic maintenance is recommended for segments with fair condition, whereas rehabilitation is required for segments with minor damage. The findings demonstrate that the SDI method is effective in describing pavement conditions and supporting the determination of appropriate maintenance programs. This approach is expected to assist road authorities in developing more efficient and sustainable road maintenance strategies.

This is an open access article under the CC BY license



✉ **Alamat Korespondensi:**

E-mail: indri@umpwr.ac.id

p-ISSN 1410-4202
e-ISSN 2580-8478

PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting dalam mendukung mobilitas manusia serta distribusi barang dan jasa. Kondisi jalan yang baik akan meningkatkan kelancaran lalu lintas, keselamatan pengguna jalan, serta efisiensi biaya transportasi, sedangkan kondisi jalan yang rusak dapat menurunkan tingkat pelayanan dan menimbulkan kerugian ekonomi yang signifikan (Yoder & Witczak, 1975).

Kinerja suatu ruas jalan sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan perkerasan. Kerusakan jalan dapat menurunkan kenyamanan dan keselamatan berkendara serta meningkatkan biaya operasional kendaraan. Oleh karena itu, pemeliharaan jalan perlu dilakukan secara terencana dan berkelanjutan berdasarkan kondisi aktual perkerasan jalan (Hardiyatmo, 2015)

Kerusakan perkerasan jalan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain beban lalu lintas yang berlebihan, kondisi tanah dasar yang kurang baik, pengaruh lingkungan seperti curah hujan dan perubahan suhu, serta kualitas konstruksi dan pemeliharaan yang tidak optimal. Bentuk kerusakan yang umum dijumpai meliputi retak, lubang, deformasi, dan kerusakan permukaan lainnya yang dapat berkembang dari kerusakan ringan menjadi kerusakan berat apabila tidak segera ditangani (Sukirman, 2010)

Dalam rangka mendukung pengambilan keputusan pada manajemen pemeliharaan jalan, diperlukan metode penilaian kondisi perkerasan yang objektif, sederhana, dan mudah diterapkan di lapangan. Salah satu metode penilaian kondisi jalan yang banyak digunakan di Indonesia adalah *Surface Distress Index* (SDI). Metode SDI merupakan metode penilaian visual yang didasarkan pada jenis kerusakan, tingkat keparahan, serta luas kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan jalan (Kementerian PUPR, 2021)

Hasil penilaian dengan metode SDI dinyatakan dalam bentuk nilai indeks yang selanjutnya diklasifikasikan ke dalam tingkat kondisi jalan, yaitu baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat. Klasifikasi ini digunakan sebagai dasar dalam menentukan prioritas penanganan dan jenis pemeliharaan jalan yang diperlukan (Bina Marga, 2011).

Keunggulan metode SDI terletak pada kemudahan pelaksanaannya, kebutuhan peralatan yang relatif sederhana, serta kesesuaiannya untuk evaluasi kondisi jaringan jalan dalam skala luas. Metode ini juga banyak digunakan oleh instansi pengelola jalan sebagai dasar perencanaan program pemeliharaan jalan. Namun demikian, hasil penilaian SDI sangat bergantung pada ketelitian survei visual dan konsistensi penilai di lapangan, sehingga prosedur survei harus dilakukan secara sistematis (Mukti et al., 2023).

Sejumlah penelitian telah memanfaatkan metode *Surface Distress Index* (SDI) untuk mengevaluasi kondisi perkerasan jalan. Penelitian yang dilakukan oleh (Hakim et al., 2025) menunjukkan bahwa tiga ruas jalan yang ditinjau memerlukan program penanganan berupa pemeliharaan rutin. Selanjutnya, (Pratomo et al., 2023) melakukan penilaian kondisi jalan menggunakan metode SDI dan memperoleh hasil bahwa 38,37% ruas jalan berada dalam kondisi baik, 26,87% berkategori sedang, serta 34,76% mengalami kerusakan ringan, sedangkan kondisi rusak berat tidak ditemukan pada ruas yang diteliti.

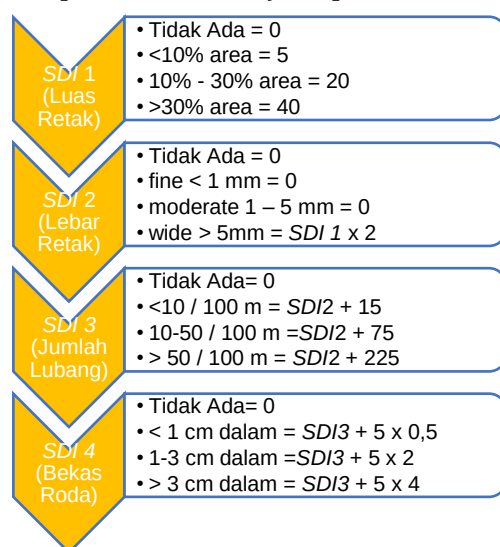
Penelitian oleh (Gusnilawati et al., 2021) menerapkan metode Bina Marga, Pavement Condition Index (PCI), dan SDI untuk menilai kondisi Jalan Patuk–Dlingo. Hasil penelitian tersebut memberikan gambaran tingkat kerusakan jalan yang dapat dijadikan sebagai basis data dalam penyusunan program rehabilitasi maupun pemeliharaan jalan. Sementara itu, (Hasrudin & Maha, 2024) mengungkapkan bahwa hasil penilaian menggunakan metode PCI dan SDI menunjukkan variasi yang cukup signifikan, bergantung pada karakteristik kerusakan yang terdapat pada setiap unit sampel atau segmen jalan.

Selain penelitian-penelitian tersebut, penerapan metode SDI dalam penilaian kondisi perkerasan jalan juga telah dikaji oleh (Desei et al., 2023), (Nisumanti & Prawinata, 2020), (Anugrah, 2021), (Aptarila et al., 2020), (Annisa et al., 2023), (Belwa Putri et al., 2024), (Sandyna et al., 2022) serta (Tobi et al., 2024). Temuan-temuan dari berbagai penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode SDI merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan perkerasan sebagai dasar dalam menentukan strategi penanganan dan pemeliharaan jalan. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menilai tingkat kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) pada ruas jalan yang ditinjau. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran kondisi aktual perkerasan jalan serta menjadi bahan pertimbangan dalam penyusunan program pemeliharaan jalan yang lebih efektif dan efisien (Bina Marga, 2011).

METODE

1. Metode *Surface Distress Index*

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menilai kondisi kerusakan permukaan jalan berdasarkan pengamatan visual di lapangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Surface Distress Index* (SDI), yaitu metode penilaian kondisi perkerasan jalan yang didasarkan pada jenis kerusakan, tingkat keparahan, serta luas kerusakan yang terjadi pada permukaan jalan. Penilaian tingkat kerusakan jalan dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI). SDI merupakan metode evaluasi kondisi perkerasan jalan yang didasarkan pada hasil pengamatan visual di lapangan dan dinyatakan dalam bentuk skala kinerja. Nilai SDI diperoleh dari hasil *Road Condition Survey* (RCS) atau Survei Kondisi Jalan (SKJ), yang selanjutnya dihitung dan diklasifikasikan berdasarkan standar penilaian yang ditetapkan oleh (Bina Marga, 2011). Adapun kriteria penilaian SDI disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Penilaian SDI
Sumber: (Bina Marga, 2011)

Untuk memudahkan proses analisis, ruas Jalan Soekarno Hatta dibagi menjadi beberapa segmen pengamatan. Panjang setiap segmen ditetapkan sebesar 100 meter sehingga diperoleh sepuluh segmen jalan. Pembagian segmen ini bertujuan agar penilaian kerusakan dilakukan secara merata dan detail pada seluruh ruas jalan yang diteliti. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survei visual pada setiap segmen jalan. Setiap jenis kerusakan yang ditemukan dicatat berdasarkan klasifikasi kerusakan permukaan jalan sesuai pedoman SDI. Tingkat keparahan dan luas kerusakan diukur dan didokumentasikan menggunakan foto sebagai data pendukung.

Analisis data dilakukan dengan menghitung nilai SDI pada setiap segmen jalan. Nilai SDI diperoleh dari penjumlahan skor masing-masing jenis kerusakan berdasarkan tingkat keparahan dan luas kerusakan. Selanjutnya, nilai SDI yang diperoleh diklasifikasikan ke dalam kondisi jalan, yaitu baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat. Kondisi keseluruhan ruas Jalan Soekarno Hatta ditentukan berdasarkan nilai rata-rata SDI dari seluruh segmen jalan yang diamati.

Penentuan jenis usulan penanganan jalan dilakukan dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13/PRT/M/2011. Dalam peraturan tersebut, penanganan jalan dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi, dan rekonstruksi. Pemilihan program penanganan ditetapkan berdasarkan nilai *Surface Distress Index* (SDI) dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

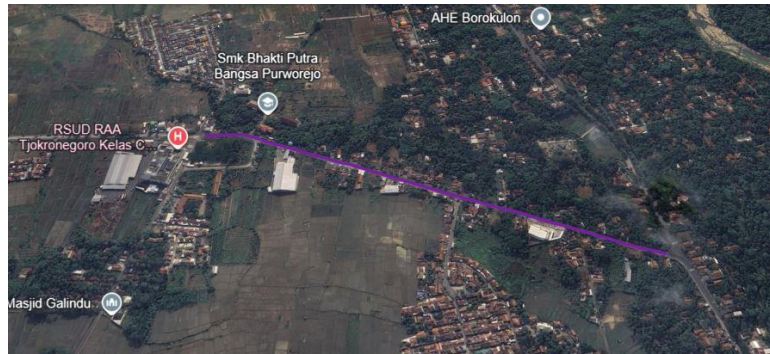
Tabel 1. Program penanganan berdasarkan nilai SDI

Nilai SDI	Kondisi Jalan	Prosentase Batasan Kerusakan (Persen terhadap Luas Lapis Perkerasan Permukaan)	Program Penanganan
<50	Baik (B)	< 6 %	Pemeliharaan Rutin
50 – 100	Sedang (S)	6 - < 11 %	Pemeliharaan Rutin/Berkala
100 – 150	Rusak Ringan (RR)	11 - < 15 %	Pemeliharaan Rehabilitasi
>150	Rusak Berat (RB)	>15%	Rekonstruksi/Peningkatan Struktur

Sumber: (Kementerian PU, 2011)

2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Soekarno Hatta, Kabupaten Purworejo. Ruas jalan yang diteliti memiliki panjang total 1 kilometer dan berfungsi sebagai jalan penghubung aktivitas masyarakat setempat. Objek penelitian adalah kondisi permukaan perkerasan jalan pada ruas tersebut. Gambar 2 berikut merupakan ruas jalan yang akan dijadikan sebagai objek penelitian.



Gambar 2. Peta Ruas Jalan

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei visual langsung di lapangan dengan mengidentifikasi jenis kerusakan jalan, tingkat keparahan kerusakan, serta luas atau panjang kerusakan pada permukaan perkerasan. Data sekunder berupa pedoman penilaian kondisi jalan menggunakan metode SDI serta informasi pendukung terkait lokasi penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil evaluasi pengamatan visual menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI), ruas jalan yang ditinjau sepanjang 1.000-meter menunjukkan kondisi perkerasan yang didominasi oleh kategori sedang. Dari sepuluh segmen pengamatan dengan panjang masing-masing 100 meter, sebanyak delapan segmen memiliki nilai SDI sebesar 85–87,5 yang termasuk dalam kondisi sedang, sementara dua segmen lainnya berada pada kategori rusak ringan dengan nilai SDI masing-masing sebesar 105 dan 115. Rekap hasil penilaian kondisi jalan dengan menggunakan metode SDI pada Ruas Jalan Soekarno Hatta dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Penilaian Kondisi Jalan dengan Metode SDI

STA	Nilai SDI	Kondisi Jalan
0+000 - 0+100	85	Sedang
0+100 - 0+200	115	Rusak Ringan
0+200 - 0+300	85	Sedang
0+300 - 0+400	87.5	Sedang
0+400 - 0+500	105	Rusak Ringan
0+500 - 0+600	85	Sedang
0+600 - 0+700	85	Sedang
0+700 - 0+800	85	Sedang
0+800 - 0+900	85	Sedang
0+900 - 1+000	85	Sedang

Dominasi kondisi sedang pada sebagian besar segmen jalan mengindikasikan bahwa perkerasan masih berfungsi secara struktural, namun telah mengalami penurunan kinerja permukaan. Kondisi ini umumnya ditandai dengan adanya kerusakan ringan seperti retak-retak awal atau ketidakrataan permukaan yang belum berdampak signifikan terhadap struktur perkerasan. Apabila

tidak dilakukan penanganan yang tepat, kondisi sedang berpotensi berkembang menjadi kerusakan yang lebih berat akibat pengaruh beban lalu lintas berulang dan faktor lingkungan.

Segmen dengan kondisi rusak ringan terdapat pada STA 0+100–0+200 dan STA 0+400–0+500. Nilai SDI yang lebih tinggi pada segmen ini menunjukkan bahwa tingkat dan/atau luas kerusakan permukaan lebih besar dibandingkan segmen lainnya. Kondisi rusak ringan masih memungkinkan untuk ditangani melalui program rehabilitasi, yang bertujuan memperbaiki kerusakan permukaan agar tidak berkembang menjadi kerusakan struktural yang memerlukan biaya penanganan lebih besar.

Secara keseluruhan, hasil penilaian ini menunjukkan bahwa sebagian besar ruas jalan masih berada pada kondisi yang relatif terkendali. Penanganan yang direkomendasikan didominasi oleh pemeliharaan rutin pada segmen dengan kondisi sedang, serta rehabilitasi pada segmen dengan kondisi rusak ringan. Pendekatan penanganan ini sejalan dengan prinsip pemeliharaan preventif, yaitu menjaga kinerja perkerasan agar tetap optimal dan memperpanjang umur layanan jalan.

Berdasarkan hasil penentuan jenis pemeliharaan jalan pada ruas yang ditinjau sepanjang 1.000 meter, jenis penanganan yang paling dominan adalah pemeliharaan berkala, yaitu sebesar 80,00% dari total panjang jalan. Pemeliharaan berkala direkomendasikan pada sebagian besar segmen karena kondisi perkerasan jalan berada pada kategori sedang, yang menunjukkan bahwa jalan masih berfungsi secara struktural namun telah mengalami penurunan kinerja permukaan. Rekomendasi jenis pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekomendasi Jenis Pemeliharaan

STA	Jenis Pemeliharaan
0+000 - 0+100	Pemeliharaan Berkala
0+100 - 0+200	Rehabilitasi
0+200 - 0+300	Pemeliharaan Berkala
0+300 - 0+400	Pemeliharaan Berkala
0+400 - 0+500	Rehabilitasi
0+500 - 0+600	Pemeliharaan Berkala
0+600 - 0+700	Pemeliharaan Berkala
0+700 - 0+800	Pemeliharaan Berkala
0+800 - 0+900	Pemeliharaan Berkala
0+900 - 1+000	Pemeliharaan Berkala

Pemeliharaan berkala diperlukan untuk mempertahankan kondisi perkerasan agar tidak mengalami penurunan lebih lanjut dan mencegah berkembangnya kerusakan ringan menjadi kerusakan yang lebih berat. Tindakan ini umumnya meliputi perbaikan lapisan permukaan dan penanganan kerusakan yang bersifat fungsional, sehingga umur layanan jalan dapat diperpanjang secara optimal.

Sementara itu, rehabilitasi direkomendasikan pada 20,00% dari total panjang jalan, yaitu pada segmen STA 0+100–0+200 dan STA 0+400–0+500. Segmen-segmen tersebut memiliki tingkat kerusakan yang lebih tinggi dibandingkan segmen lainnya, sehingga memerlukan penanganan yang lebih intensif dibandingkan pemeliharaan berkala. Rehabilitasi bertujuan untuk memulihkan kinerja

perkerasan dengan memperbaiki kerusakan yang telah mempengaruhi fungsi permukaan jalan secara signifikan, namun belum memerlukan rekonstruksi menyeluruh.

Secara keseluruhan, hasil penentuan jenis pemeliharaan ini menunjukkan bahwa kondisi ruas jalan masih relatif terkendali dan lebih mengarah pada kebutuhan penanganan preventif dan korektif tingkat menengah. Penentuan jenis pemeliharaan yang didasarkan pada nilai SDI dan mengacu pada ketentuan Permen PU No. 13/PRT/M/2011 diharapkan dapat membantu pengelola jalan dalam menyusun program pemeliharaan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penilaian kondisi jalan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) pada Ruas Jalan Soekarno Hatta sepanjang 1.000 meter, dapat disimpulkan bahwa kondisi perkerasan jalan didominasi oleh kategori sedang dengan persentase sebesar 80,00%, sedangkan 20,00% lainnya berada pada kategori rusak ringan. Kondisi ini menunjukkan bahwa secara umum perkerasan jalan masih berfungsi dengan baik, namun telah mengalami penurunan kinerja permukaan pada beberapa segmen.

Hasil integrasi antara nilai SDI dan penentuan jenis pemeliharaan menunjukkan bahwa sebagian besar ruas jalan memerlukan pemeliharaan berkala, sementara segmen dengan kondisi rusak ringan direkomendasikan untuk dilakukan rehabilitasi. Pemilihan jenis pemeliharaan tersebut telah sesuai dengan tingkat kerusakan yang terjadi dan mengacu pada ketentuan Permen PU No. 13/PRT/M/2011.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, A. N., Adiman, E. Y., & Fahsa, M. N. N. (2023). Analisis Kondisi Perkerasan Jalan Menggunakan Metode SDI dan IRI (Studi Kasus: Ruas Jalan Bangau Sakti Kota Pekanbaru). *Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 28(1), 13–22.
- Anugrah, D. A. (2021). *Analisa Penilaian Kondisi Jalan Raya Dengan Metode Surface Distress Index (SDI) Dan Present Serviceability Index (PSI) Studi Kasus: Duri Kecamatan Mandau*. Universitas Islam Riau.
- Aptarila, G., Lubis, F., & Saleh, A. (2020). Analisis Kerusakan Jalan Metode SDI Taluk Kuantan - Batas Provinsi Sumatera Barat. *Siklus Jurnal Teknik Sipil*, 6, 195.
- Belwa Putri, W., Shalahuddin, M., & Gussyafi, H. (2024). *Jurnal Vokasi Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur Sipil Analisis Kerusakan Jalan Metode Surface Distress Index (SDI) Pada Ruas Jalan Taman Karya Kota Pekanbaru*. 1(1), 25–30.
- Desei, F. L., Kadir, Y., & Ende, A. Z. (2023). Evaluasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Surface Distress Index dan International Roughness Index. *Konstruksia*, 15(1), 67. <https://doi.org/10.24853/jk.15.1.67-77>
- Gusnilawati, A., Chrisnawati, Y., & Maryunani, W. P. (2021). Analisis penilaian faktor kerusakan jalan dengan perbandingan metode bina marga, metode pci (pavement condition index), dan metode sdi (Surface Distress Index) (Studi Kasus Ruas Jalan Patuk-Dlingo, Kec. Dlingo, Kab. Bantul). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 2(1), 15–24.
- Hakim, I., Fauziah, M., Chasanah, F., & Info, A. (2025). *Prediction of pavement condition using markov chain method based on PCI and SDI assessment result*. 30(1), 33–44.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University Press.

- Hasrudin, L., & Maha, I. (2024). Analisis penilaian kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI (pavement condition index), SDI (Surface Distress Index) dan IRI (international roughness index). *Syntax Idea*, 6(4), 1881–1898.
- Kementerian PUPR. (2021). *pedoman-survei-pengumpulan-data-kondisi-jaringan-jalan*.
- Mukti, R., Aulia, R., & Putra, D. A. (2023). Evaluasi kondisi perkerasan jalan menggunakan metode Surface Distress Index (SDI). *Jurnal Teknik Sipil*, 30(2), 115–124.
- Nara Tobi, E. C., S Seda Oke, M. P., Ria Bela, K., Kunci, K., Kondisi Jalan, P., Penanganan, J., & Korespondensi Krisantos Ria Bela Alamat, P. (2024). *PENILAIAN KONDISI JALAN MENGGUNAKAN METODE SDI (SURFACE DISTRESS INDEX) PADA RUAS JALAN MATANI RAYA KABUPATEN KUPANG Informasi Artikel Abstrak* (Vol. 07).
- Nisumanti, S., & Prawinata, D. P. (2020). Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan Metode International Roughness Index (IRI) Dan Surface Distress Index (SDI) Pada Ruas Jalan Akses Terminal Alang-Alang Lebar (Studi Kasus: Sp. Soekarno Hatta Bts. Kota Palembang Km 13). *Jurnal Tekno Global*, 9(2).
- Bina Marga. (2011). *PermenPU13-2011*.
- Pratomo, A., Purba, A., & Suharno, S. (2023). Penilaian Kondisi Jalan Dengan Metode Surface Distress Index (SDI) Pada Ruas Jalan Kabupaten di Kecamatan Gunung Labuhan Kabupaten Way Kanan. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 4(2), 115–120.
- Sandyna, A. N., Elfichra, A., Aqilla, A., & Novaldi, K. (2022). Analisis Perbandingan Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI Dan Metode SDI (Studi Kasus: Jalan As-Shofa Pekanbaru). *JOURNAL OF INFRASTRUCTURE AND CIVIL ENGINEERING*, 2, 95–105.
- Sukirman. (2010). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova.
- Yoder, E. J., & Witczak, M. W. (1975). *Principles of Pavement Design* (John Wiley & Sons, Ed.).