
ANALISIS KONDISI KERUSAKAN JALAN BERASTAGI-SIMPANG EMPAT, KABUPATEN KARO, DENGAN METODE PCI DAN SDI

Nelly Iswanti Sembiring^{1*}, Reynaldo Siahaan¹, dan Polin D. R. Naibaho²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Santo Thomas, Medan

²Program Studi Arsitektur, Universitas Katolik Santo Thomas, Medan

*Penulis korespondensi. Surel: nellypandia07@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menilai kondisi ruas jalan dengan 2 metode umum yakni: metode PCI dan SDI. Ruas jalan yang dijadikan subyek penelitian adalah jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo. Kedua metode penilaian memerlukan data survei yang dilakukan langsung ke lapangan. Metode survei, pengukuran, dan pencatatan dilakukan secara manual. Panjang ruas jalan yang disurvei adalah 7,6 kilometer dan survei dilakukan dengan cara membagi segmen jalan menjadi 76 segmen yang masing-masing segmen panjangnya 100 meter. Nilai kondisi jalan persegmen dengan metode PCI diperoleh lebih bervariasi dibandingkan dengan metode PCI. Dari hasil analisis, nilai kondisi jalan berdasarkan metode Pavement Condition Index (PCI) adalah 75,56 yang termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat sangat baik. Sementara itu, hasil evaluasi kerusakan jalan berdasarkan metode Surface Distress Index (SDI) adalah 14,93, yang termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat baik. Lebih lanjut, kedua metode menghasilkan rekomendasi berupa pemeliharaan rutin.

Kata kunci: nilai kondisi jalan, pavement condition index, surface distress index

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang paling umum tersedia dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat, terutama kegiatan perekonomian. Akses jalan yang memadai dapat memicu pertumbuhan ekonomi (Ompusunggu, 2018). Sebaliknya, ketersediaan akses jalan yang minim, dan kondisi jalan yang mengalami kerusakan akan berdampak negatif terhadap kegiatan masyarakat. Dampak lalu lintas juga menjadi isu negatif yang cenderung muncul. Meningkatnya kebutuhan untuk mobilitas akan berdampak pada penggunaan kendaraan yang semakin meningkat. Kenaikan volume kendaraan mengakibatkan beban melampaui batas kelas jalan yang sudah direncanakan, sehingga kualitas dan usia struktur jalan semakin berkurang.

Struktur jalan atau dikenal dengan istilah perkerasan jalan raya pada umumnya merupakan susunan lapisan-lapisan material yang memiliki kekuatan structural. Material penyusun struktur ini dapat dikategorikan menjadi perkerasan lentur (*flexible*

pavement), perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan perkerasan komposit (*composite pavement*) (Huang, 2004; Sukirman, 1999). Perkerasan jalan yang paling umum kita temukan, termasuk yang menjadi objek penelitian ini adalah perkerasan lentur, yakni yang menggunakan aspal sebagai bahan perekat agregatnya.

Perkembangan kawasan wilayah di Kabupaten Karo mempunyai peranan yang sangat penting dalam peningkatan perekonomian daerah maupun nasional terutama untuk Sumatera Utara. Jalan dalam hal ini memiliki peran pendukung yang krusial (Sembiring, 2012). Jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo merupakan jalan yang digunakan oleh sebagian masyarakat karo terutama masyarakat yang ingin berdagang (lokasi dapat dilihat pada Gambar 1). Ruas jalan ini merupakan kawasan pergudangan barang ekspor dan pengiriman antarpulau sejumlah komoditas utama (BPS Sumatera Utara, 2021), seperti kol, kentang, tomat, dan sejumlah jenis sayuran lainnya. Selain itu, jalan ini termasuk jalur evakuasi korban erupsi gunung Sinabung ke kawasan Berastagi.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Pada beberapa bagian jalan Berastagi-Simpang Empat ini terdapat penurunan kondisi perkerasan. Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut antara lain: berlubang, retak, pelepasan butir dan lain-lain. Ketika kondisi jalan tidak bagus maka lalu lintas akan terhambat, muncul ketidaknyamanan dalam berkendara, serta distribusi komoditas terganggu. Oleh karena itu, pemantauan kondisi lapis perkerasan sangat penting dilakukan agar dapat dilakukan analisis dan penentuan rekomendasi adanya pemeliharaan untuk menjaga kondisi jalan tetap baik.

Menurut Permenpupr No. 13/PRT/M/2011 dan Hardiyatmo (2009), kegiatan pemeliharaan jalan ditujukan untuk mempertahankan, perbaikan, peningkatan fisik dengan tujuan agar fungsi fasilitas tersebut dapat bertahan maupun meningkat untuk jangka waktu yang lebih panjang. Terdapat beberapa istilah pemeliharaan yang mana

diklasifikasikan berdasarkan frekuensi dan jangka waktunya. Pemeliharaan rutin umumnya dilakukan sepanjang tahun dan sebatas untuk peningkatan kualitas berkendara, bukan kualitas struktur. Pemeliharaan berkala umumnya tidak dilakukan sepanjang tahun, dan berbeda dengan yang rutin, pemeliharaan ini bertujuan untuk peningkatan kualitas struktur. Peningkatan dilakukan guna memperbaiki struktural dan geometrik jalan hingga mencapai tingkat pelayanan yang sesuai.

Mengingat pentingnya pemantauan kondisi jalan, dan bervariasinya jenis pemeliharaan jalan, tentu perlu dilakukan penilaian kondisi jalan agar dapat diperoleh rekomendasi pemeliharaan yang optimal sesuai kebutuhannya. Literatur yang ada saat ini belum banyak meninjau jalan Berastagi-Simpang empat. Sementara itu, peneliti bertujuan untuk berkontribusi dalam hal tersebut guna memberikan gambaran nilai kondisi jalan dan pemeliharaan yang tepat untuk ruas jalan yang dimaksud. Selain itu, penggunaan dua metode dilakukan guna memberikan wawasan penilaian kondisi jalan dengan instrument asesmen yang berbeda.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut: survei pendahuluan, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis, kemudian diakhiri dengan pembahasan dan penarikan kesimpulan. Survei pendahuluan bertujuan untuk memperoleh gambaran umum keadaan lapangan sehingga memudahkan peneliti dalam menempatkan surveyor untuk mengumpulkan data primer pada survei utamanya. Elemen yang perlu diketahui adalah panjang jalan, lebar jalan, struktur jalan, dan kendala yang mungkin terjadi di lapangan dalam mengambil data primer sehingga dapat diketahui pemilihan waktu yang tepat untuk survei yang sesungguhnya. Beberapa peralatan dasar yang dipergunakan dalam survei antara lain: kendaraan bermotor untuk mobilitas, alat tulis untuk mencatat jenis kerusakan, formulir penilaian untuk mencatat dan *sorting* data survei, *Hard Board* untuk alas menulis formulir, meteran untuk mengukur lebar dan panjang kerusakan, kamera untuk dokumentasi, serta kalkulator untuk menghitung luas kerusakan.

2.1 Pengumpulan Data Primer (Survei Kondisi Jalan)

Pengumpulan data primer di lapangan dilakukan selama 1 minggu dengan mempertimbangkan kondisi cuaca dan lingkungan di sekitar lokasi survei. Hal ini dilakukan guna memastikan survei di lapangan dilaksanakan dengan lancar dan terkendali. Dalam pengumpulan data diperlukan 3 orang surveyor, pengumpulan data diperoleh dari lapangan dengan survei dan pengamatan langsung. Pelaksanaan survei kondisi permukaan jalan dengan kedua metode PCI dan metode SDI dilakukan secara manual visual dari surveyor. Dokumentasi teknis pengukuran dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Dokumentasi Pengukuran dan Pengumpulan Data Kondisi Jalan

Dalam hal ini, subjektivitas individu berpengaruh terhadap data yang dikumpulkan. Langkah-langkah untuk pelaksanaan survei permukaan jalan adalah sebagai berikut :

- Membagi tiap segmen menjadi beberapa unit sampel, pada penelitian ini unit sampel dibagi setiap jarak 100 meter dilakukan dengan berjalan kaki.
- Melakukan pengamatan jenis kerusakan.
- Mengukur dimensi kerusakan dan jumlah kerusakan pada tiap unit sampel.
- Mencatat hasil pengukuran ke dalam formulir survei
- Mendokumentasikan tiap kerusakan yang ada.

2.2 Penilaian Data Kondisi Jalan

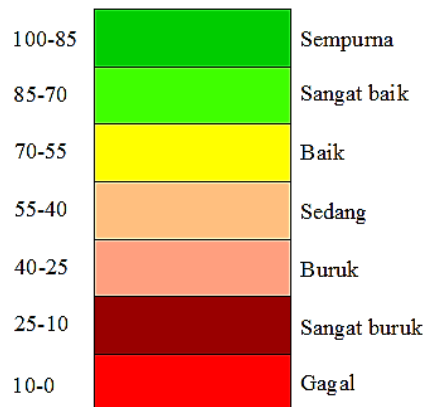
2.2.1 Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

Pada penelitian ini, penilaian dan klasifikasi kondisi jalan dengan metode PCI mengacu pada (ASTM D6433-11, 2011). Jenis-jenis kerusakan jalan yang ditinjau antara lain: keretakan jalan, kerusakan tepi, alur, keriting, lubang, jembul, penurunan setempat, kegemukan aspal, pelepasan butiran, tambalan, pengausan, pembengkakan jalan, tonjolan, penurunan pada bahu jalan. Untuk setiap jenis kerusakan tersebut, dilakukan identifikasi dan klasifikasi tingkat kerusakan dalam 3 level, yakni: *low severity level* (L), *medium severity level* (M), dan *high severity level* (H).

Metode PCI menggunakan konsep *Deduct Value*, dimana setiap jenis kerusakan memiliki kontribusi pengurangan nilai kualitas kondisi jalan. Besaran *Deduct Value* ditentukan menggunakan interpolasi grafik dan sesuai tingkat kerusakan yang disebutkan sebelumnya (lihat ASTM D6433-11 Bagian. X3. *DEDUCT VALUE*

CURVES FOR ASPHALT). Nilai total seluruh *Deduct Value* dikoreksi untuk mendapatkan *Corrected Deduct Value*, yang akan dipergunakan untuk perhitungan nilai PCI. Dalam penelitian ini, dilakukan segmentasi (unit) sepanjang ruas jalan dengan panjang masing-masing unit sebesar 100 m, sehingga diperoleh nilai PCI perunit dan nilai PCI rata-rata (keseluruhan ruas jalan).

Kondisi kualitas perkerasan jalan menurut metode PCI diurutkan sebagai berikut: gagal (*failed*), sangat jelek (*very poor*), jelek (*poor*), sedang (*fair*), baik (*good*), sangat baik (*very good*), dan sempurna (*excellent*). Nilai masing-masing dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Nilai Kondisi Perkerasan Berdasarkan Nilai PCI

2.2.2 Metode *Surface Distress Index* (SDI)

Pada penelitian ini, penilaian kondisi jalan dengan metode SDI mengacu pada Panduan Survei Kondisi Jalan No. SMD-03/RCS tahun 2011 dan Manual Konstruksi Dan Bangunan No. 001-01/M/2011 Tentang Survei Kondisi Jalan Untuk Pemeliharaan Rutin. Menurut metode ini, empat parameter utama yang dipergunakan dalam perhitungan kondisi lapis perkerasan antara lain: persentase luas retak (SDI1), rerata lebar retak (SDI2), jumlah lubang per 100m (SDI3), dan rerata kedalaman alur (SDI4). Nilai SDI4 selanjutnya dipergunakan untuk menentukan tingkat kualitas perkerasan jalan yang ditinjau. Perhitungan besar nilai SDI1 hingga SDI4 dijelaskan dalam panduan dan manual survei kondisi jalan yang telah disebutkan sebelumnya. Hubungan nilai SDI tersebut dan kondisi jalan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Nilai Kondisi Jalan Berdasarkan Nilai SDI

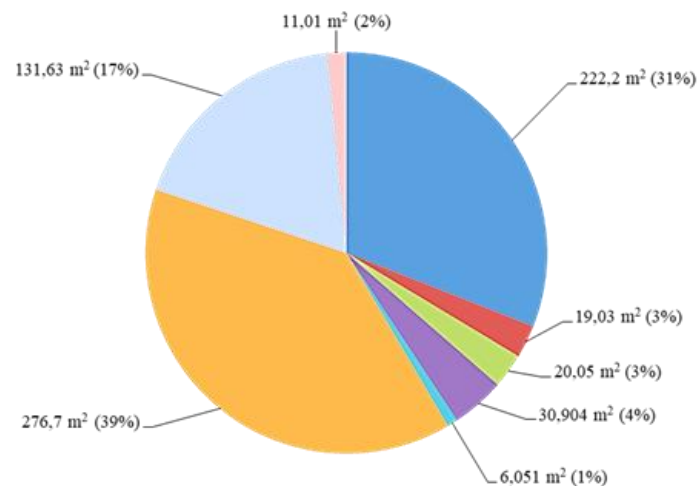
Kategori Kondisi Jalan	SDI
Baik	< 50
Sedang	50-100
Rusak Ringan	100-150
Rusak Berat	> 150

Sama halnya dengan metode PCI, data kerusakan jalan yang dikumpulkan dan diolah dalam metode SDI sangat bergantung kepada pemahaman visual dari surveyor terhadap jenis kerusakan yang ditinjau. Demikian pula pengukuran yang dilakukan di lapangan sangat dipengaruhi oleh keterampilan dan ketelitian petugas yang melaksanakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Distribusi Jenis Kerusakan Hasil Survei Kondisi Jalan

Dari data luasan kerusakan jalan, maka dapat ditentukan persentase tiap jenis kerusakan dari yang terbesar sampai terkecil, yang digambarkan melalui diagram Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Distribusi Jenis Kerusakan Jalan Yang Diidentifikasi

Berdasarkan diagram persentase di atas total kerusakan yang terjadi adalah seluas 717,558 m² dan jenis kerusakan jalan yang terjadi dari yang terbesar sampai yang terkecil, yaitu: Tambalan (*patching*) dengan luas 276,7 m² (39 %), retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan luas 222,2 m² (31 %), lubang (*potholes*) dengan luas 131,63 m² (18 %), keriting (*corrugation*) dengan luas 30,90 m² (4 %), retak pinggir (*edge cracking*) dengan luas 20,05 m² (3 %), retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*) dengan luas 19,03 m² (3 %), pelepasan butir (*ravelling*) dengan luas 11,01 m² (1 %), dan alur (*rutting*), dengan luas 6,05 m² (1 %). Berikut ini disajikan contoh perhitungan yang dilakukan untuk 1 segmen (unit) jalan menggunakan masing-masing metode.

3.1.1 Perhitungan Metode PCI

Metode PCI memerlukan nilai *density* untuk selanjutnya mencari nilai *Deduct Value*. *Density* atau kadar kerusakan adalah persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter persegi atau meter panjang.

Tabel 2. Ringkasan Contoh Perhitungan Nilai PCI di Segmen (100m) Pertama

No.	Jenis kerusakan	Quantity	Tingkat kerusakan	Perhitungan <i>Deduct Value</i>
1.	Retak kulit buaya (m ²)	5,04	L	Luas Area = 6 x 100 = 600 m ² Density = 0,84 % Deduct value = 9
2.	Retak pinggir (m)	0,7	L	Luas Area = 6 x 100 = 600 m ² Density = 0,12 % Deduct value = 0
3.	Keriting (m ²)	0,6	L	Luas Area = 6 x 100 = 600 m ² Density = 0,10 % Deduct value = 1
4.	Tambalan (m ²)	47,7	L	Luas Area = 6 x 100 = 600 m ² Density = 7,95 % Deduct value = 14
5.	Lubang (buah)	3	L	Luas Area = 6 x 100 = 600 m ² Density = 0,50 % Deduct value = 46

Total *deduct value* (TDV) = 9 + 1 + 14 + 46 + 0 = 70

Dari grafik hubungan diperoleh, *Corrected Deduct Value* (CDV) = 44

Sehingga nilai PCI untuk segmen 1 ini adalah : PCI = 100 - CDV = 100 - 44 = 56

Setelah nilai PCI setiap segmen diketahui, selanjutnya dihitung nilai PCI untuk keseluruhan ruas jalan Berastagi-Simpang Empat, yakni sepanjang 7,6 km (76 segmen masing-masing 100m). Berdasarkan perhitungan, diperoleh PCI total adalah 5743, sehingga nilai PCI rata-rata yang merepresentasikan sepanjang ruas jalan yang ditinjau adalah rasio 5743 terhadap jumlah segmen 76 sehingga diperoleh nilai PCI rata-rata 75,57. Nilai ini tergolong dalam klasifikasi sangat baik (*very good*) dalam metode PCI.

3.1.2 Perhitungan Metode SDI

Tabel 3. Ringkasan Contoh Perhitungan Nilai SDI di Segmen (100m) Pertama

No.	Jenis kerusakan	Quantity	Perhitungan <i>Deduct Value</i>
1.	Luas retak (m ²)	5,18	% Luas retak = $L * (100 / B)$ = $5,18 * (100 / 6) = 0,86 \%$ Luas retak < 10 %, maka SDI1 = 5
2.	Lebar retakan (mm)	5	Lebar retak > 3 mm (lebar), maka SDI2 = SDI1 * 2 = $5 * 2 = 10$
3.	Jumlah lubang (buah)	0,6	Jumlah lubang < 10/100 m, maka SDI3 = SDI2 + 15 = $10 + 15 = 25$
4.	Bekas roda/alur (m)	0	Tidak ada, maka SDI4 = SDI3 SDI4 = 25

Setelah nilai SDI setiap segmen diketahui, selanjutnya dapat dihitung nilai keseluruhan untuk sepanjang ruas jalan yang ditinjau yakni sepanjang 7,6 km (76 segmen masing-masing 100m). Nilai SDI total yang diperoleh adalah 1135, sehingga nilai SDI rata-rata

dapat ditentukan sebagai rasio terhadap jumlah segmen (76). SDI rata-rata adalah 14,93, yang mana termasuk ke dalam kondisi jalan baik menurut metode SDI.

3.2 Pembahasan

Hal yang perlu diingat adalah kedua metode pada dasarnya memiliki skala *rating* yang berbeda sehingga nilai yang dinyatakan juga cenderung berbeda (Faisal, 2020). Metode PCI memiliki level nilai yang lebih banyak (7) dibandingkan metode SDI (4). Masing-masing level ini juga tidak memiliki rentang nilai yang sama untuk kedua metode yang dimaksud. Oleh karena itu, nilai dari kedua metode ini tidak dapat sertamerta dibandingkan secara langsung. Kondisi ‘Baik’ menurut metode SDI tidak secara langsung sama dengan yang dimaksud dalam metode PCI. Pada penelitian ini, kondisi segmen jalan pada jalan Berastagi-Simpang Empat dalam metode PCI antara lain: sempurna, sangat baik, baik, sedang, buruk dan sangat buruk. Sementara itu, metode SDI menghasilkan penilaian baik dan sedang. Rangkumannya dapat dilihat pada Tabel 4. Klasifikasi nilai yang lebih banyak di metode PCI membuat hasil penilaian kondisi jalan yang lebih variatif, sedangkan metode PCI cenderung seragam. Hanya terdapat 2 segmen jalan yang dinyatakan bernilai sedang, sementara 74 segmen lainnya digolongkan sebagai baik menurut metode SDI. Meskipun demikian, kedua metode mengkategorikan nilai kondisi jalan Berastagi-Simpang empat dalam kondisi yang secara fungsional masih baik dan memadai.

Penentuan jenis pemeliharaan untuk metode PCI disesuaikan dengan klasifikasi jenis jalan, untuk metode SDI berdasarkan klasifikasi kondisi jalan. Jenis pemeliharaan tentu akan mengikuti hasil penilaian kondisi jalan. Kedua metode cenderung menghasilkan rekomendasi pemeliharaan yang sifatnya lebih ringan. Pengecualian dapat dilihat dari hasil metode PCI dimana terdapat 11 segmen yang memerlukan program peningkatan (kondisi jalan buruk). Mengacu pada metode SDI, jalan yang ditinjau dalam penelitian ini cenderung tidak memerlukan pemeliharaan yang berkala ataupun di atasnya.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Penilaian dan Rekomendasi Penanganan Berdasarkan Metode PCI dan SDI

Metode	PCI	Jumlah segmen	%	SDI	Jumlah segmen	%
Kondisi Perkerasan	Sangat Buruk	1	1,3%	Sedang	2	2,6%
	Buruk	8	10,5%	Baik	74	97,4%
	Sedang	7	9,2%			
	Baik	14	18,4%			
	Sangat Baik	8	10,5%			
	Sempurna	38	50,0%			
Jenis Pemeliharaan	Program peningkatan	11	14,5%	Pemeliharaan Berkala	2	2,6%

	Pemeliharaan rutin	6	7,9%	Pemeliharaan rutin	74	97,4%
	Pemeliharaan berkala	19	25,0%			
	Belum ada perbaikan	40	52,6%			

Secara keseluruhan, hasil survei kondisi jalan Berastagi-Simpang Empat, jenis kerusakan yang terjadi adalah tambalan, retak kulit buaya, lubang, keriting, retak pinggir, retak memanjang/melintang, pelepasan butir dan alur. Dari hasil analisis kerusakan jalan dengan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI) dan metode Surface Distress Index (SDI) nilai kondisi jalan Berastagi-Simpang Empat yang dilakukan dengan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI) adalah 75,56 termasuk dalam klasifikasi kualitas sangat baik (*very good*), sedangkan untuk metode Surface Distress Index (SDI) nilai kondisi jalan adalah 14,93 termasuk dalam klasifikasi kualitas baik. Berdasarkan nilai kondisi jalan untuk metode PCI dan SDI jenis pemeliharaan yang sesuai untuk kedua metode tersebut adalah melakukan pemeliharaan rutin. Kedua metode memiliki karakteristik prosedur penilaiannya yang unik, sehingga penulis dalam hal ini sama sekali tidak menyatakan salah satu metode lebih baik dari yang lainnya.

Kedua metode sama-sama bergantung pada subjektivitas petugas survei, terutama ketika survei dilakukan secara manual. Ketepatan dan efisiensi waktu pengukuran dan pengumpulan data dalam hal ini menjadi kendala yang perlu dipertimbangkan. Otomasi dengan kamera yang didukung perangkat lunak dapat menyederhanakan hal ini, serta menghemat waktu secara signifikan (Lukman, 2014; Winardi et al., 2019).

IV. KESIMPULAN

Nilai kondisi jalan berdasarkan metode Pavement Condition Index (PCI) adalah 75,56 termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat sangat baik (*very good*). Serta hasil evaluasi kerusakan jalan berdasarkan metode Surface Distress Index (SDI) adalah 14,93 termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat baik. Berdasarkan nilai kondisi jalan untuk jenis penanganan yang sesuai untuk kedua metode tersebut adalah melakukan program pemeliharaan rutin. Jalan Berastagi-Simpang Empat dalam penelitian ini dapat dikatakan masih dalam kondisi yang cukup baik dan belum memerlukan pemeliharaan yang cukup signifikan. Kedua metode menghasilkan penilaian dan rekomendasi pemeliharaan yang cenderung dan mayoritas seragam. Perbedaan mendasar terdapat pada jumlah level nilai di kedua metode. Level yang lebih banyak pada metode PCI mengakibatkan kategori nilai yang lebih bervariasi, dan cenderung dapat dikatakan lebih spesifik. Sementara itu, oleh karena rentang masing-

masing kategori nilainya cukup besar, metode SDI cenderung menghasilkan penilaian persegmen yang seragam.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D6433-11. (2011). *Standard practice for roads and parking lots pavement condition index surveys*. West Conshohocken, PA USA.
- BPS Sumatera Utara. (2021). *Provinsi Sumatera Utara Dalam Angka 2021*.
- Faisal, R. (2020). Perbandingan Metode Bina Marga Dan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dalam Mengevaluasi Kondisi Kerusakan Jalan (Studi Kasus Jalan Tengku Chik Ba Kurma, Aceh). *Teras Jurnal*, 10(1), 110–122.
- Hardiyatmo, H. C. (2009). *Pemeliharaan Jalan Raya*.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Pearson/Prentice Hall.
- Lukman, A. P. (2014). *Evaluasi Pengerasan Lentur Memakai Metode Pavement Condition Index (PCI) Berdasarkan Data Alat Hawkeye*. Institut Teknologi Bandung.
- Manual Konstruksi dan Bangunan No. 001-01/M/2011 tentang Survei Kondisi Jalan untuk Pemeliharaan Rutin*.
- Ompusunggu, V. M. (2018). Dampak Pembangunan Infrastruktur Jalan Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Masyarakat di Desa Semangat Gunung, Kabupaten Karo. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 3(2).
- Panduan Survei Kondisi Jalan No. SMD-03/RCS*. (2011).
- Permenpupr No. 13/PRT/M/2011 (2011) tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilaian Jalan.
- Sembiring, E. (2012). *Analisis Dampak Peningkatan Jalan Desa Kuta Rayat Kecamatan Naman Teran Kabupaten Karo terhadap Pengembangan Wilayah*. Universitas Sumatera Utara.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan lentur jalan raya*. Nova.
- Winardi, W. A., Mulyono, A. T., & Utomo, S. H. T. (2019). Penilaian Kondisi

Perkerasan Jalan Berbasis Perangkat Lunak Pada Ruas Jalan Yogyakarta-Magelang. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, 5(2), 109–118.