

Strategi Pemeliharaan Jalan Kabupaten Berbasis SDI dan IRI: Sintesis Studi Literatur dan Studi Kasus Kabupaten Gunungkidul

Cornelius Ardiyanto Wibowo, Nectaria Putri Pramesti^{*}, Firmino Fitrino Ximenes

Program Studi Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 10 Oktober 2025
Revisi Akhir: 29 Oktober 2025
Diterbitkan Online: 30 Oktober 2025

KATA KUNCI

Pemeliharaan Jalan Kabupaten
Surface Distress Index (SDI)
International Roughness Index (IRI)
Systematic Literature Review (SLR)

KORESPONDENSI

Phone: +62 818-257-224
E-mail: nectaria.putri@uajy.ac.id

A B S T R A K

Pemeliharaan jalan kabupaten merupakan aspek penting dalam menjamin keberlangsungan fungsi infrastruktur transportasi, terutama di wilayah yang mengalami pertumbuhan aktivitas industri seperti Kabupaten Gunungkidul. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan strategi pemeliharaan jalan yang efektif dengan menggabungkan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)* dan studi kasus lapangan pada ruas Jalan Tobong – Sp. Candirejo. *SLR* dilakukan terhadap 25 artikel terpilih untuk mengidentifikasi tren teknologi yang digunakan dalam pemantauan jalan serta manfaatnya terhadap efisiensi waktu. Hasil menunjukkan dominasi penggunaan teknologi seperti *deep learning* (32%), *computer vision* (16%), *artificial intelligence* (12%), dan *Internet of Things (IoT)* (12%) yang mampu meningkatkan akurasi deteksi kerusakan hingga 98,98% dan mempercepat waktu survei hingga 60 kali dibandingkan metode konvensional. Pada sisi lapangan, evaluasi kondisi jalan menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)* dan *International Roughness Index (IRI)* menunjukkan bahwa dari 37 segmen jalan yang dianalisis, sebanyak 71% tergolong dalam kondisi rusak berat, sementara 29% masih dalam kondisi baik. Berdasarkan hasil tersebut, strategi pemeliharaan yang direkomendasikan adalah rekonstruksi penuh untuk 71% segmen dan pemeliharaan rutin untuk 29% segmen. Estimasi kebutuhan biaya penanganan sebesar Rp 2,4 miliar untuk rekonstruksi dan Rp 487 juta untuk pemeliharaan rutin. Sintesis antara temuan *SLR* dan studi lapangan menunjukkan bahwa integrasi teknologi digital dalam sistem pemeliharaan jalan sangat potensial untuk meningkatkan efisiensi operasional, akurasi klasifikasi, serta mendukung pengambilan keputusan secara *real-time*. Temuan ini memberikan kontribusi praktis bagi pemerintah daerah dalam merancang sistem pemeliharaan jalan yang adaptif, berbasis data, dan berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan infrastruktur esensial yang mendukung aktivitas sosial-ekonomi masyarakat. Perannya sangat vital dalam menjamin konektivitas antarwilayah, kelancaran distribusi logistik, serta akses terhadap fasilitas pendidikan, kesehatan, dan pelayanan publik lainnya. Dalam sistem jaringan jalan Indonesia, jalan kabupaten memiliki fungsi penting sebagai penghubung antar desa, pusat pertumbuhan lokal, serta kawasan industri kecil dan menengah [1]–[3]. Salah satu contoh jalan kabupaten yang memiliki peran strategis adalah ruas Tobong–Sp. Candirejo di Kabupaten Gunungkidul, Yogyakarta. Ruas sepanjang ±3,5 kilometer ini berfungsi sebagai akses utama menuju Kawasan Peruntukan Industri (KPI) Candirejo. Seiring meningkatnya aktivitas industri, volume kendaraan berat yang melintas di jalan ini juga bertambah, sehingga mempercepat kerusakan jalan berupa retak kulit buaya, lubang, dan alur roda. Kondisi ini menimbulkan gangguan terhadap mobilitas masyarakat, meningkatkan biaya operasional kendaraan, serta memperbesar risiko kecelakaan [4], [5].

Pemeliharaan jalan yang tepat sasaran menjadi sangat penting untuk menjaga fungsi layanan jalan tetap optimal. Secara teoritis, kegiatan pemeliharaan jalan mencakup pemeliharaan rutin, berkala, dan rehabilitasi [6]. Namun, untuk menentukan jenis penanganan yang sesuai diperlukan evaluasi kondisi jalan berbasis data. Dalam praktik di Indonesia, Surface Distress Index (SDI) digunakan untuk menilai kerusakan permukaan jalan berdasarkan parameter visual seperti luas dan lebar retak, jumlah lubang, dan alur roda, sedangkan International Roughness Index (IRI) digunakan untuk menilai tingkat kenyamanan berkendara berdasarkan kekasaran permukaan jalan [1], [7]–[9]. Kombinasi kedua metode ini memberikan dasar pengambilan keputusan teknis yang lebih akurat dan objektif.

Sejumlah penelitian telah menggunakan pendekatan SDI dan IRI dalam evaluasi pemeliharaan jalan. Hasrudin dan Maha [1] mengkaji kombinasi metode PCI, SDI, dan IRI dalam penilaian kondisi jalan. Ferdiansyah et al. [2] meneliti ruas Sungai Kakap–Punggur menggunakan IRI dan SDI. Utama et al. [3] melakukan analisis perbandingan nilai SDI–IRI dengan aplikasi Roadroid, sedangkan Maulana dan Chayati [7] juga membuktikan efektivitas metode SDI–IRI dalam penilaian jalan. Anugrah [8] menambahkan perbandingan SDI dengan Present Serviceability Index (PSI). Mahendra [9], NOVRIADI [4], Agustin [5], dan Wahyuni et al. [10] menguatkan bukti pemanfaatan IRI maupun PCI untuk menilai kondisi jalan dan memberikan rekomendasi penanganan.

Selain itu, perkembangan teknologi informasi juga telah mendorong adopsi teknologi digital dalam pemantauan jalan. Pemanfaatan aplikasi berbasis smartphone RoadBump Pro [11], [12] maupun Roadroid [3], [13] memperlihatkan potensi monitoring jalan berbasis digital. Lebih lanjut, riset mengenai sistem informasi manajemen dan sistem pendukung keputusan juga telah dilakukan, seperti pengembangan backend berbasis IoT [14], SIM jalan berbasis ISO 9126 [15], sistem pemeliharaan jalan berbasis data [16], serta sistem pendukung keputusan perbaikan jalan [17]–[20]. Integrasi teknologi digital tersebut dapat mempercepat survei hingga puluhan kali lipat sekaligus meningkatkan kualitas pengambilan keputusan.

Meskipun demikian, penerapan metode evaluasi berbasis SDI dan IRI serta pemanfaatan teknologi digital dalam pemeliharaan jalan masih terbatas di tingkat kabupaten, khususnya di daerah semi-rural seperti Gunungkidul. Proses evaluasi jalan masih didominasi metode manual yang membutuhkan waktu lebih lama dan rawan kesalahan subjektif. Oleh karena itu, penelitian ini menawarkan sintesis antara kajian literatur (Systematic Literature Review/SLR) dan studi kasus lapangan untuk merumuskan strategi pemeliharaan jalan kabupaten berbasis SDI dan IRI yang lebih adaptif, efisien, serta menekankan potensi integrasi teknologi cerdas.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (mixed method) yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu Systematic Literature Review (SLR) dan studi kasus lapangan pada ruas Jalan Tobong–Sp. Candirejo di Kabupaten Gunungkidul. Pendekatan SLR digunakan untuk menjawab tujuan penelitian pertama, yaitu mengidentifikasi tren serta manfaat teknologi dalam pemeliharaan jalan. Sementara itu, studi kasus lapangan difokuskan untuk menjawab tujuan penelitian kedua, yaitu merumuskan strategi pemeliharaan jalan berbasis kondisi aktual. Kombinasi keduanya diharapkan memberikan pemahaman yang lebih menyeluruh, baik dari sisi teori maupun praktik.

SLR dilakukan untuk mengidentifikasi, menyeleksi, dan menyintesis artikel ilmiah yang relevan secara sistematis dan terstruktur. Proses ini mengacu pada panduan Staffs [21] yang meliputi tiga tahap utama, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan hasil.

Pada tahap perencanaan, rumusan masalah disusun menggunakan kerangka PICo (Population, Interest, Context). Populasi penelitian adalah kegiatan pemeliharaan dan pemantauan jalan, dengan minat utama pada pemanfaatan teknologi, serta konteks penelitian difokuskan pada efisiensi waktu. Berdasarkan kerangka tersebut, dirumuskan dua pertanyaan penelitian: (1) tren teknologi apa saja yang digunakan dalam pemantauan dan pemeliharaan jalan, dan (2) apa manfaat penggunaan teknologi terhadap penghematan waktu.

Strategi pencarian literatur dilakukan pada dua basis data utama, yaitu Google Scholar dan Scopus, dengan rentang publikasi tahun 2019 hingga 2025. Kata kunci yang digunakan mencakup “road maintenance,” “road monitoring,” “technology,” “digital tools,” “time efficiency,” dan “smart infrastructure,” yang kemudian dikombinasikan dengan operator Boolean.

Artikel yang diperoleh diseleksi dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Artikel yang memenuhi kriteria inklusi adalah penelitian yang membahas teknologi untuk pemeliharaan jalan, menyoroti efisiensi waktu, ditulis dalam bahasa Inggris, serta dipublikasikan dalam jurnal ilmiah. Sementara itu, artikel non-ilmiah, berbahasa selain Inggris, atau tidak relevan dengan konteks penelitian dikeluarkan. Artikel yang lolos seleksi kemudian dinilai kualitasnya berdasarkan lima indikator, yaitu kejelasan tujuan penelitian, deskripsi teknologi, fokus pada pemeliharaan jalan, kontribusi terhadap efisiensi waktu, serta metodologi penelitian. Artikel dengan skor minimal 3,5 dari total 5 poin dipertahankan untuk analisis lanjutan.

Informasi yang diekstraksi dari setiap artikel meliputi nama penulis, tahun publikasi, jenis teknologi, metode evaluasi, hasil, kontribusi utama, serta keterbatasan studi. Analisis kemudian dilakukan dengan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi tren teknologi serta manfaat yang berulang dari berbagai penelitian.

Bagian kedua penelitian dilakukan melalui studi kasus lapangan pada ruas jalan kabupaten Tobong–Sp. Candirejo sepanjang 3,5 kilometer di Kabupaten Gunungkidul. Jalan ini memiliki perkerasan lentur dengan dua lajur tak terbagi, masing-masing selebar 2,5 meter, dan melayani kawasan industri Candirejo dengan intensitas lalu lintas kendaraan berat yang tinggi.

Data primer diperoleh dari hasil survei teknis oleh instansi kabupaten yang mencakup kondisi kerusakan jalan berupa retak, lubang, dan alur roda, serta data harga satuan pekerjaan untuk keperluan estimasi biaya pemeliharaan.

Evaluasi kondisi jalan dilakukan menggunakan metode Surface Distress Index (SDI) berdasarkan standar Bina Marga [22]. Empat parameter utama yang digunakan adalah persentase luas retak, lebar retak rata-rata, jumlah lubang per 100 meter, dan kedalaman alur roda. Kriteria penilaian luas retak ditunjukkan pada Tabel 1, sedangkan klasifikasi berdasarkan lebar retak disajikan pada Tabel 2. Nilai SDI untuk jumlah lubang dihitung sesuai ketentuan pada Tabel 3, dan penilaian kedalaman alur roda ditampilkan pada Tabel 4. Total nilai SDI diperoleh dengan menjumlahkan seluruh parameter tersebut, yang kemudian digunakan sebagai indikator kondisi jalan.

Tabel 1. Penentuan Nilai SDI1 Berdasarkan Luas Retak

Luas Retak (%)	Nilai SDI1
Tidak ada	-
< 10%	5
10 – 30%	20
> 30%	40

Tabel 2. Penentuan Nilai SDI2 Berdasarkan Lebar Retak

Lebar Retak (mm)	Klasifikasi	Nilai SDI2
Tidak ada	-	-
< 1 mm (halus)	SDI1	SDI1
1 – 5 mm (sedang)	SDI1	SDI1
> 5 mm (lebar)	SDI1 × 2	SDI1 × 2

Tabel 3. Penentuan Nilai SDI3 Berdasarkan Jumlah Lubang

Jumlah Lubang (/100 m)	Nilai SDI3
Tidak ada	-
< 10	SDI2 + 15
10 – 50	SDI2 + 75
> 50	SDI2 + 225

Tabel 4. Penentuan Nilai SDI4 Berdasarkan Kedalaman Bekas Roda

Kedalaman Bekas Roda (cm)	Nilai X	Rumus SDI4
Tidak ada	-	-
< 1 cm	0,5	SDI3 + (5 × X)
1 – 3 cm	2	SDI3 + (5 × X)
> 3 cm	5	SDI3 + (20 × X)

Selain itu, International Roughness Index (IRI) digunakan untuk menilai tingkat ketidakrataan permukaan jalan yang berpengaruh terhadap kenyamanan berkendara dan kinerja perkerasan. Nilai IRI diperoleh melalui survei lapangan menggunakan metode profil longitudinal. Dalam penelitian ini, pengukuran dilakukan dengan aplikasi berbasis

smartphone, yaitu Roadroid dan RoadBump Pro, yang memanfaatkan sensor akselerometer dan GPS untuk merekam ketidakrataaan permukaan jalan sepanjang lintasan uji. Data hasil pengukuran direkam dalam bentuk nilai IRI (m/km) setiap segmen 100 meter, kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh nilai IRI representatif tiap ruas.

Metode ini dipilih karena praktis, ekonomis, dan telah divalidasi oleh berbagai penelitian sebelumnya sebagai alternatif dari alat profilometer konvensional yang lebih kompleks dan mahal. Pengukuran dilakukan dalam kondisi lalu lintas normal, dengan kecepatan kendaraan sekitar 30–40 km/jam untuk menjaga konsistensi hasil.

Apabila data lapangan tidak memungkinkan untuk dikumpulkan secara langsung, nilai IRI juga dapat diambil dari laporan resmi instansi terkait, seperti Dinas Pekerjaan Umum atau Bina Marga Kabupaten Gunungkidul, yang melakukan survei ketidakrataaan jalan secara periodik menggunakan alat profilometer laser.

Studi oleh Ariawan dan Thanaya [23] menunjukkan adanya hubungan regresi antara nilai SDI dan IRI, sehingga keduanya dapat saling melengkapi dalam menentukan kondisi jalan. Hubungan antara nilai IRI, kategori kondisi jalan, serta kebutuhan penanganan disajikan pada Tabel 5. Kombinasi nilai SDI dan IRI memberikan gambaran kondisi yang lebih akurat serta menjadi dasar dalam penentuan strategi pemeliharaan. Kriteria kondisi jalan berdasarkan kedua indikator ditampilkan pada Tabel 6, sementara rincian jenis penanganan sesuai klasifikasi kondisi jalan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 5. Penentuan Kondisi Jalan dan Kebutuhan Penanganan Berdasarkan Nilai IRI

Kondisi Jalan	Nilai IRI (m/km)	Kebutuhan Penanganan
Baik	≤ 4	Pemeliharaan rutin
Sedang	4,1 – 8	Pemeliharaan berkala
Rusak ringan	8,2 – 12	Peningkatan jalan
Rusak berat	> 12	Rekonstruksi

Tabel 6. Kriteria Penilaian Kondisi Jalan Berdasarkan Nilai IRI dan SDI

Nilai IRI (m/km)	Nilai SDI < 50	Nilai SDI 50–100	Nilai SDI 100–150	Nilai SDI > 150
< 4	Baik	Sedang	Rusak ringan	Rusak berat
4 – 8	Sedang	Sedang	Rusak ringan	Rusak berat
8 – 12	Rusak ringan	Rusak ringan	Rusak berat	Rusak berat
> 12	Rusak berat	Rusak berat	Rusak berat	Rusak berat

Tabel 7. Kriteria Jenis Penanganan Berdasarkan Nilai IRI dan SDI

Nilai IRI (m/km)	Nilai SDI < 50	Nilai SDI 50–100	Nilai SDI 100–150	Nilai SDI > 150
< 4	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi
4 – 8	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi
8 – 12	Pemeliharaan berkala	Pemeliharaan berkala	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi
> 12	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi

Melalui kombinasi analisis SDI dan IRI, strategi pemeliharaan dapat ditentukan secara lebih objektif, mulai dari pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, peningkatan jalan, hingga rekonstruksi penuh. Dengan demikian, hasil studi kasus ini tidak hanya menggambarkan kondisi eksisting jalan, tetapi juga memberikan rekomendasi teknis penanganan serta estimasi kebutuhan biaya yang diperlukan.

Kedua pendekatan penelitian ini—SLR dan studi kasus lapangan—saling melengkapi. SLR memberikan landasan teoritis mengenai tren pemanfaatan teknologi digital untuk pemeliharaan jalan, sedangkan studi kasus memberikan gambaran empiris tentang kondisi aktual ruas jalan kabupaten. Integrasi keduanya diharapkan menghasilkan strategi pemeliharaan jalan yang berbasis data, efisien, dan memiliki potensi pengembangan dengan dukungan teknologi cerdas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

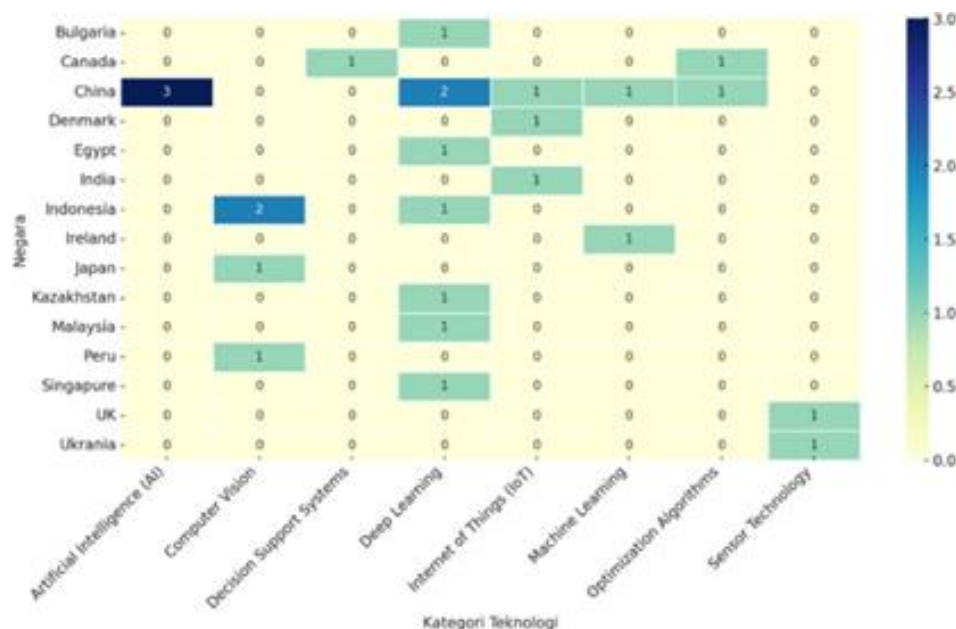
Hasil penelitian ini dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu temuan dari Systematic Literature Review (SLR) dan temuan dari studi kasus lapangan pada ruas jalan Tobong–Sp. Candirejo. Kedua hasil ini kemudian disintesis untuk merumuskan strategi pemeliharaan jalan yang lebih efektif, efisien, dan berbasis teknologi.

Hasil Systematic Literature Review (SLR)

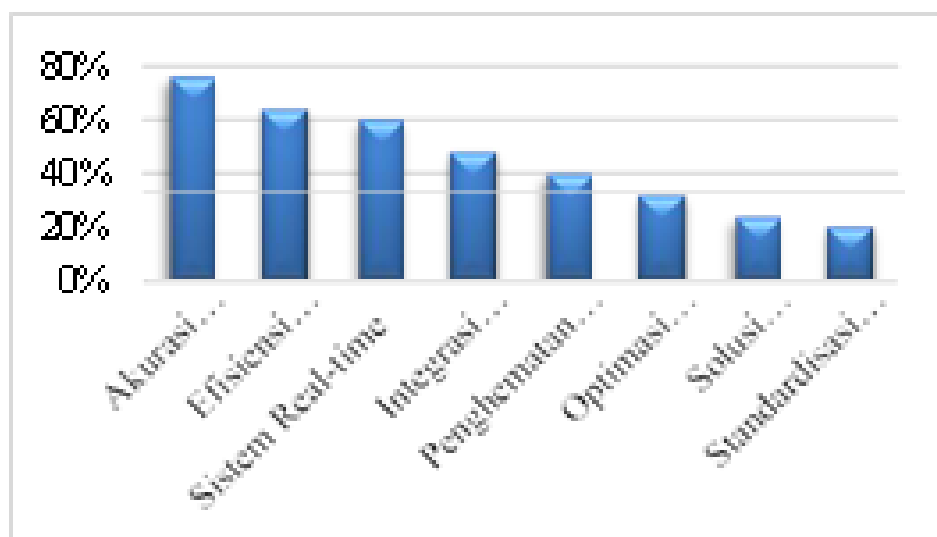
Proses SLR menghasilkan total 34 artikel ilmiah terpilih setelah melalui tahap penyaringan dari basis data Scopus dan Google Scholar periode 2019–2025. Artikel-artikel tersebut dianalisis untuk menjawab dua fokus utama, yaitu tren teknologi yang digunakan dalam pemantauan jalan serta manfaatnya terhadap efisiensi waktu.

Dari analisis tematik ditemukan bahwa tren utama teknologi pemeliharaan jalan dikelompokkan ke dalam delapan kategori dan berasal dari 14 negara berbeda. Distribusi artikel per kategori dan negara disajikan pada Gambar 1. Temuan ini memperlihatkan dominasi pemanfaatan teknologi modern, terutama deep learning, computer vision, artificial intelligence, dan Internet of Things (IoT) [13].

Selain itu, efisiensi waktu juga menjadi kontribusi penting dari penerapan teknologi. Hasil analisis menunjukkan bahwa akurasi deteksi kerusakan yang tinggi merupakan kontribusi dominan, dengan 76% artikel menekankan pencapaian presisi identifikasi yang superior. Selanjutnya, efisiensi operasional (64%) dan penerapan sistem real-time (60%) juga menjadi prioritas penting. Integrasi teknologi multimodal (48%) dan penghematan biaya (40%) menunjukkan arah menuju solusi yang lebih komprehensif dan ekonomis. Sementara itu, kontribusi dengan frekuensi lebih rendah mencakup optimasi multi-objektif (32%), solusi berbasis pengguna (24%), dan standardisasi validasi (20%). Distribusi kontribusi utama tersebut ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Heatmap Artikel per Negara dan Kategori Teknologi (hasil SLR)



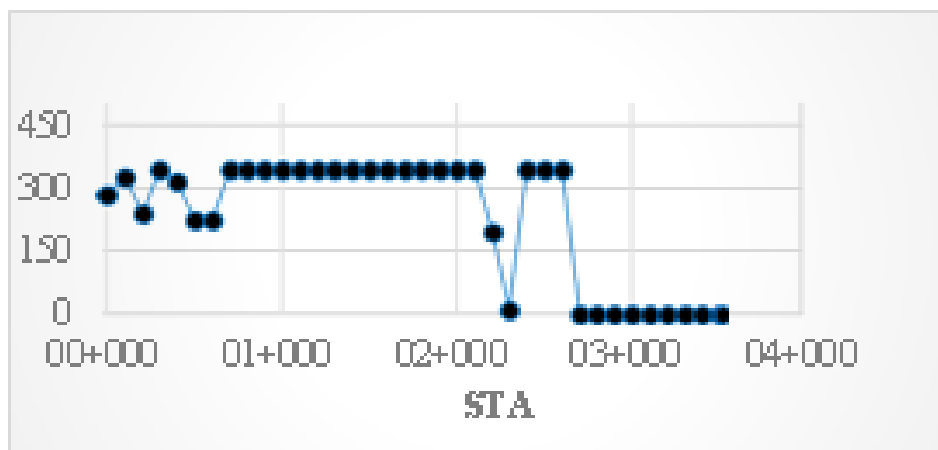
Gambar 2. Hasil Frekuensi Kemunculan Kontribusi Utama Teknologi

Hasil Studi Kasus Ruas Jalan Tobong–Sp. Candirejo

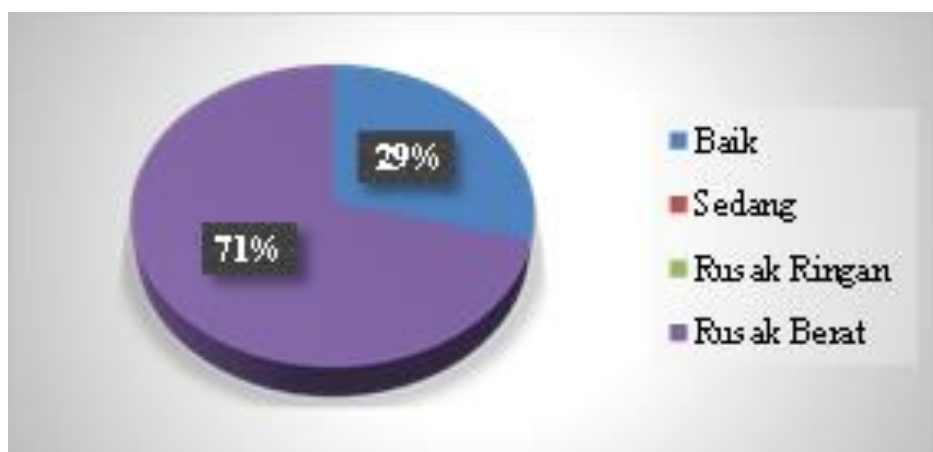
Survei lapangan sepanjang 3,5 km pada ruas jalan Tobong–Sp. Candirejo menghasilkan data primer mengenai kondisi eksisting perkerasan. Jenis kerusakan yang teridentifikasi meliputi retak halus, retak kulit buaya pada beberapa segmen, lubang berukuran sedang hingga besar, serta alur roda dengan kedalaman lebih dari 3 cm, terutama pada ruas yang sering dilalui kendaraan berat.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Surface Distress Index (SDI) pada tiap segmen jalan sepanjang STA 100 m, diperoleh variasi nilai SDI yang disajikan pada Gambar 3. Selanjutnya, klasifikasi kondisi jalan berdasarkan nilai SDI tersebut ditampilkan pada Gambar 4, yang menunjukkan bahwa 71% segmen jalan masuk kategori rusak berat dan hanya 29% yang masih berada dalam kondisi baik. Tidak ada segmen yang tergolong rusak ringan maupun rusak sedang.

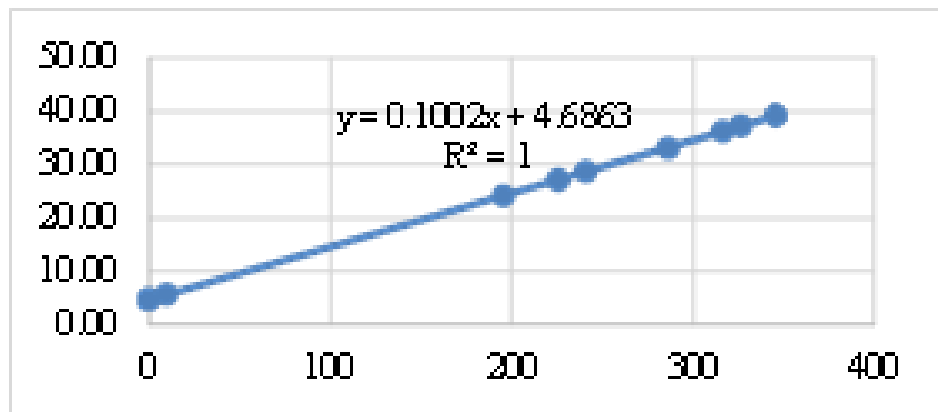
Tidak ada segmen yang tergolong rusak ringan maupun rusak sedang. Analisis kemudian dilanjutkan dengan menguji korelasi antara nilai Surface Distress Index (SDI) dan International Roughness Index (IRI) untuk melihat sejauh mana hubungan antara tingkat kerusakan visual permukaan jalan dan tingkat ketidaknyamanan berkendara. Hasil analisis menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai SDI, maka semakin tinggi pula nilai IRI, yang berarti semakin parah kerusakan jalan secara visual akan berdampak langsung pada meningkatnya ketidaknyamanan pengguna jalan. Hubungan antara SDI dan IRI ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 3. Nilai SDI Sta 0+000 – Sta 3+525



Gambar 4. Kondisi Jalan Berdasarkan Nilai SDI



Gambar 5. Korelasi Nilai SDI dengan IRI

Strategi Pemeliharaan dan Estimasi Biaya

Kombinasi nilai SDI dan IRI digunakan untuk menentukan strategi penanganan berdasarkan panduan Bina Marga [14]. Kriteria penilaian kondisi jalan dapat dilihat pada Tabel 6, sedangkan kriteria jenis penanganan ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar ruas jalan memerlukan penanganan struktural secara menyeluruh (rekonstruksi), sementara sebagian kecil lainnya cukup dengan pemeliharaan rutin. Distribusi jenis penanganan ditunjukkan pada Gambar 6, yang memperlihatkan dominasi rekonstruksi sebesar 71% dibandingkan pemeliharaan rutin sebesar 29%.

Estimasi biaya pemeliharaan dihitung berdasarkan harga satuan pekerjaan di Kabupaten Gunungkidul tahun 2025. Untuk pemeliharaan rutin, biaya dihitung Rp 95.102,38/m², sedangkan untuk rekonstruksi sebesar Rp 442.897,65/m². Rincian estimasi biaya pemeliharaan rutin ditunjukkan pada Tabel 8, sedangkan estimasi biaya rekonstruksi disajikan dalam Tabel 9. Berdasarkan perhitungan, total kebutuhan biaya untuk pemeliharaan rutin mencapai Rp 487.399.000, sedangkan untuk rekonstruksi sebesar Rp 2.435.964.000.

Tabel 6. Kriteria Penilaian Kondisi Jalan Berdasarkan Nilai IRI dan SDI

IRI (m/km)	SDI < 50	SDI 50–100	SDI 100–150	SDI > 150
< 4	Baik	Sedang	Rusak ringan	Rusak berat
4 – 8	Sedang	Sedang	Rusak ringan	Rusak berat
8 – 12	Rusak ringan	Rusak ringan	Rusak berat	Rusak berat
> 12	Rusak berat	Rusak berat	Rusak berat	Rusak berat

Tabel 7. Kriteria Jenis Penanganan Berdasarkan Nilai IRI dan SDI

IRI (m/km)	SDI < 50	SDI 50–100	SDI 100–150	SDI > 150
< 4	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi
4 – 8	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan rutin	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi
8 – 12	Pemeliharaan berkala	Pemeliharaan berkala	Rekonstruksi	Rekonstruksi
> 12	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi	Rekonstruksi



Gambar 6. Ploting Jenis Penanganan

Tabel 8. Estimasi Biaya Penanganan Pemeliharaan Rutin

STA	Panjang STA (m)	Lebar Jalan (m)	Luas Penanganan (m ²)	Harga Satuan (Rp/m ² , inkl. PPN)	Jumlah Harga (Rp)
02+300	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
02+700	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
02+800	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
02+900	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+000	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+100	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+200	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+300	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+400	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+500	100	5	500	95.102,38	47.551.190,00
03+525	25	5	125	95.102,38	11.887.797,50
Total Harga Pekerjaan					487.399.697,50
Pembulatan					487.399.000,00

Tabel 9. Estimasi Biaya Penanganan Rekonstruksi

STA	Panjang STA (m)	Lebar Jalan (m)	Luas Penanganan (m ²)	Harga Satuan (Rp/m ² , inkl. PPN)	Jumlah Harga (Rp)
01+500	100	5	500	442.912,65	221.456.325,00
01+600	100	5	500	442.913,65	221.456.825,00
01+700	100	5	500	442.914,65	221.457.325,00
01+800	100	5	500	442.915,65	221.457.825,00
01+900	100	5	500	442.916,65	221.458.325,00
02+000	100	5	500	442.917,65	221.458.825,00
02+100	100	5	500	442.918,65	221.459.325,00
02+200	100	5	500	442.919,65	221.459.825,00
Total Harga Pekerjaan					2.435.964.575,00
Pembulatan					2.435.964.000,00

Sintesis Temuan SLR dan Studi Kasus

Sintesis antara hasil Systematic Literature Review (SLR) dan studi kasus lapangan menunjukkan temuan yang saling melengkapi. Dari sisi teori, SLR menegaskan bahwa teknologi seperti deep learning (32%), computer vision (16%), artificial intelligence (12%), dan IoT (12%) terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi hingga 98,98% serta mempercepat proses survei hingga 60 kali lipat dibandingkan metode manual [15]. Sementara itu, dari sisi empiris, studi kasus mengungkapkan bahwa dari 37 segmen jalan yang dianalisis, sebanyak 71% tergolong rusak berat dan memerlukan rekonstruksi, sedangkan 29% sisanya masih dalam kondisi baik dan cukup ditangani melalui pemeliharaan rutin.

Temuan tersebut menghasilkan strategi pemeliharaan yang lebih terarah, di mana segmen dengan kondisi rusak berat direkomendasikan untuk dilakukan rekonstruksi, sementara segmen yang masih baik cukup mendapat pemeliharaan rutin. Keterpaduan kedua pendekatan ini menegaskan bahwa penerapan teknologi cerdas memiliki potensi besar untuk mendukung deteksi dini kerusakan, mengurangi ketergantungan pada inspeksi manual, serta mempercepat proses pengambilan keputusan secara real-time. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem pemeliharaan jalan yang lebih adaptif, berbasis data, dan berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil menggabungkan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) dan studi kasus lapangan untuk merumuskan strategi pemeliharaan jalan kabupaten yang berbasis data serta efisien. Hasil kajian literatur terhadap 25 artikel menunjukkan bahwa teknologi seperti deep learning (32%), computer vision (16%), artificial intelligence (12%), dan Internet of Things (12%) telah banyak digunakan dalam pemeliharaan jalan dan terbukti mampu meningkatkan akurasi deteksi kerusakan hingga 98,98% serta mempercepat proses survei hingga 60 kali lipat dibandingkan metode konvensional. Sementara itu, studi kasus pada ruas Jalan Tobong–Sp. Candirejo memperlihatkan bahwa 71% dari 37 segmen jalan berada dalam kondisi rusak berat berdasarkan nilai Surface Distress Index (SDI), sedangkan 29% lainnya

masih tergolong baik. Tingginya nilai International Roughness Index (IRI) turut menguatkan fakta bahwa kondisi permukaan jalan di lokasi tersebut menimbulkan ketidaknyamanan yang signifikan bagi pengguna jalan. Berdasarkan hasil klasifikasi tersebut, strategi pemeliharaan yang direkomendasikan mencakup rekonstruksi pada 71% segmen dengan kondisi rusak berat serta pemeliharaan rutin pada 29% segmen dengan kondisi baik. Estimasi biaya konstruksi yang diperlukan adalah sebesar Rp 2.435.964.000 untuk rekonstruksi dan Rp 487.399.000 untuk pemeliharaan rutin. Sintesis kedua pendekatan ini menegaskan bahwa pemanfaatan teknologi cerdas memiliki potensi besar dalam mendukung deteksi dini, mengurangi beban inspeksi manual, serta mempercepat proses pengambilan keputusan secara real-time. Dengan demikian, hasil penelitian ini memberikan dasar yang kuat bagi pengembangan sistem pemeliharaan jalan yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

Sebagai tindak lanjut, pemerintah daerah, khususnya Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Gunungkidul, disarankan mulai mengadopsi teknologi seperti drone, aplikasi mobile, dan sistem berbasis kecerdasan buatan untuk melakukan pemantauan kondisi jalan secara berkala dan efisien. Penerapan metode SDI dan IRI berbasis digital juga perlu dikembangkan agar klasifikasi kondisi jalan dan penentuan strategi pemeliharaan dapat dilakukan secara otomatis serta real-time. Penelitian lanjutan dapat difokuskan pada pengembangan model prediksi kerusakan jalan jangka panjang dengan memanfaatkan data historis berbasis AI, sekaligus mengevaluasi efektivitas biaya dari penerapan teknologi tersebut. Selain itu, penting adanya program pelatihan teknis bagi petugas lapangan agar mereka mampu mengoperasikan serta memanfaatkan teknologi secara optimal dalam mendukung sistem pemeliharaan jalan yang berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Hasrudin and I. Maha, "Analisis penilaian kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI (pavement condition index), SDI (surface distress index) dan IRI (international roughness index)," *Syntax Idea*, vol. 6, no. 4, pp. 1881–1898, 2024.
- [2] M. Ferdiansyah, H. Azwansyah, and E. T. Mukti, "Analisis kerusakan permukaan jalan menggunakan metode International Roughness Index (IRI) dan Surface Distress Index (SDI) (Studi Kasus Ruas Jalan Sungai Kakap–Punggur, Kecamatan Sungai Kakap, Kabupaten Kubu Raya)," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 12, no. 3, 2023.
- [3] N. R. Utama, J. Arliansyah, and E. Kadarsah, "Analisis perbandingan nilai kondisi jalan menggunakan metode SDI dan IRI dari alat survei Roadroid," *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 12, no. 1, pp. 55–62, 2023.
- [4] R. Novriadi, "Analisa penilaian kondisi jalan menggunakan metode International Roughness Indeks (IRI) di ruas Jalan Lingkar Barat V," Doctoral dissertation, Universitas Batanghari Jambi, 2023.
- [5] R. Agustin, "Analisis kondisi pekerjaan dan penenangan kerusakan jalan pada lapis permukaan (Ruas Jalan Bendungan-KB Tujuh-Batu Belang)," Doctoral dissertation, Universitas Sangga Buana YPKP, 2023.
- [6] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Manual Pemeliharaan Jalan*, Kementerian PUPR, 2019.
- [7] M. Maulana and N. Chayati, "Analisis kerusakan permukaan jalan berdasarkan penilaian dengan metode SDI dan IRI," *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 34–41, 2023.
- [8] D. A. Anugrah, "Analisa penilaian kondisi jalan raya dengan metode Surface Distress Index (SDI) dan Present Serviceability Index (PSI), Studi Kasus: Duri Kecamatan Mandau," Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau, 2021.
- [9] D. H. Mahendra, "Analisis penilaian kondisi lapis permukaan jalan nasional berdasarkan metode International Roughness Index (IRI) dengan aplikasi Roadroid (Kasus Ruas Jalan Khatulistiwa Kota Pontianak)," Doctoral dissertation, Universitas Tanjungpura, 2022.
- [10] A. Wahyuni, L. B. Said, and M. T. Syarkawi, "Analisis tingkat kerusakan permukaan jalan dengan metode International Roughness Index (IRI) dan Pavement Condition Index (PCI) menggunakan alat Mata Garuda: Studi kasus Jalan Nasional Gatot Subroto Watampone," *Jurnal Konstruksi: Teknik, Infrastruktur dan Sains*, vol. 1, no. 4, pp. 1–13, 2022.
- [11] M. I. Nugraha, "TA: Pemanfaatan aplikasi smartphone RoadBump Pro sebagai alat untuk penentuan nilai International Roughness Index (IRI) sebagai kinerja fungsional jalan," Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional, 2021.
- [12] S. Muslikah and I. Yuliana, "Analisis kemantapan jalan Kayuagung–Pedamaran Timur dengan metode IRI menggunakan aplikasi RoadBump Pro," *Cantilever: Jurnal Penelitian dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 93–100, 2022.

- [13] R. D. Pangesti and R. Rahmawati, "Evaluasi penilaian jalan menggunakan IRI Roadroid di ruas jalan kabupaten Banyumas," *Prosiding Snitt Poltekba*, vol. 4, pp. 16–24, 2020.
- [14] S. Averroes, "Pengembangan backend untuk sistem pendeteksi kondisi jalan menggunakan Inertial Measurement Unit 9 Degree of Freedom dan Global Positioning System berbasis Internet of Things," Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada, 2024.
- [15] M. R. D. Wiradiputra, "Pengembangan dan pengujian sistem informasi manajemen jalan untuk pemeliharaan jalan di Kabupaten Buleleng menggunakan standar ISO 9126," Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Ganesha, 2021.
- [16] M. A. Gunawan, "Sistem informasi manajemen pemeliharaan jalan, saluran, dan trotoar di Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga UPT Cibeunying Kota Bandung," Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia, 2023.
- [17] L. Faizal and I. Ismail, "Sistem pendukung keputusan prioritas perbaikan jalan di Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar," *Jurnal Ilmiah Sistem Informasi dan Teknik Informatika (JISTI)*, vol. 7, no. 1, pp. 36–45, 2024.
- [18] S. R. Nasution, S. Aripin, and M. Sianturi, "Sistem pendukung keputusan prioritas lokasi perbaikan jalan dengan metode Preference Selection Index (PSI) (Studi kasus: Dinas Bina Marga)," *Pelita Informasi: Inform. dan Inform.*, vol. 10, no. 1, pp. 38–45, 2021.
- [19] A. I. Rifa'i, "Analisa pemeliharaan jalan dan estimasi biaya ditampilkan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) (Studi Kasus: Jalan Nasional Kota Malang)," Doctoral dissertation, ITN Malang, 2022.
- [20] D. Permana, R. Purwanto, and D. N. Prasetyanti, "Sistem informasi pengelolaan data pemeliharaan rutin jalan berbasis website," Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Cilacap, 2024.
- [21] Staffs, *Guidelines for Conducting Systematic Literature Reviews in Software Engineering*, 2007.
- [22] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Panduan Penilaian Surface Distress Index (SDI)*, Kementerian PUPR, 2019.
- [23] I. G. Ariawan and I. N. Thanaya, "Hubungan regresi antara Surface Distress Index (SDI) dan International Roughness Index (IRI)," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 28, no. 1, pp. 67–74, 2021.