

Pengembangan Model Prioritas Pemeliharaan Jalan Desa dengan Metode Surface Distress Index dan Multi-Criteria Decision Making Berbasis Geographic Information System

Ahmad Bahij Arbinsyah-1^{a*}, Yulia Feriska-2^a, Wahudin Diantor-3^a

^aUniversitas Muhadi Setiabudi Brebes, Indonesia

Email: arbinsyah870@gmail.com ^{1*}, liaferiska09@gmail.com ²,
ir.wahudindiantoro@gmail.com ³

Abstrak

Pengelolaan pemeliharaan jalan desa memerlukan sistem pendukung keputusan yang mampu mengintegrasikan kondisi fisik jalan, aspek pelayanan, dan informasi spasial secara objektif. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model prioritas pemeliharaan jalan desa dengan mengintegrasikan *Surface Distress Index* (SDI), *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan *Geographic Information System* (GIS) dalam suatu *Spatial Decision Support System* (SDSS). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus pada sepuluh ruas jalan di Desa Mertapadawetan, Kabupaten Cirebon. Framework penelitian terdiri atas empat tahapan, yaitu akuisisi data, evaluasi kondisi jalan menggunakan SDI, penentuan bobot dan prioritas menggunakan AHP, serta integrasi hasil analisis ke dalam GIS. Hasil evaluasi SDI menunjukkan nilai indeks berkisar antara 40,00 hingga 187,30 yang mengklasifikasikan kondisi jalan ke dalam kategori baik, rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Pada tahap MCDM, kriteria kondisi jalan menjadi faktor paling dominan dengan bobot 0,5587, diikuti fungsi jalan (0,2562), volume lalu lintas (0,1272), dan dampak sosial (0,0579), sehingga menghasilkan *Priority Index* yang mampu merepresentasikan tingkat urgensi pemeliharaan secara lebih komprehensif dibandingkan pendekatan berbasis kondisi jalan saja. Integrasi hasil SDI dan AHP ke dalam GIS menghasilkan *Priority Index Layer* yang memvisualisasikan distribusi spasial prioritas pemeliharaan dalam bentuk peta tematik. Model yang dikembangkan tidak hanya meningkatkan objektivitas dan konsistensi dalam penentuan prioritas, tetapi juga membentuk kerangka GIS-based Spatial Multi-Criteria Decision Support System yang dapat mendukung perencanaan pemeliharaan jalan secara efektif dan direplikasi pada wilayah lain dengan karakteristik jaringan jalan yang berbeda.

Keywords: *Analytical Hierarchy Process, Geographic Information System, Multi-Criteria Decision Making, Surface Distress Index, Spatial Decision Support System*

1. Latar Belakang

Jalan merupakan infrastruktur transportasi yang berperan penting dalam menjamin konektivitas wilayah, mobilitas masyarakat, serta kelancaran distribusi barang dan jasa, terutama pada kawasan pedesaan yang sangat bergantung pada

akses transportasi untuk mendukung aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat [1]. Pada konteks Indonesia, kualitas dan keterhubungan infrastruktur jalan antardaerah juga berkaitan dengan tingkat aksesibilitas dan kesenjangan spasial wilayah pedesaan [2]. Kualitas jalan desa

yang baik dapat meningkatkan akses masyarakat terhadap pusat pelayanan, kegiatan ekonomi, pendidikan, dan berbagai fasilitas lainnya sehingga mempunyai peranan penting dalam proses pembangunan pedesaan [3].

Keterbatasan anggaran pemeliharaan menyebabkan tidak seluruh ruas jalan yang mengalami kerusakan dapat ditangani secara bersamaan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan penentuan prioritas yang mampu mempertimbangkan lebih dari satu aspek agar sumber daya yang tersedia dapat dialokasikan kepada ruas jalan yang paling membutuhkan penanganan; penggunaan pendekatan multi kriteria juga telah diterapkan dalam prioritas jalan pedesaan untuk meningkatkan aksesibilitas masyarakat [4].

Salah satu pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi kondisi perkerasan adalah *Surface Distress Index* (SDI). Metode ini menilai kondisi permukaan jalan berdasarkan karakteristik kerusakan yang diamati melalui survei visual dan telah digunakan untuk mengevaluasi kerusakan jalan serta menentukan kondisi penanganannya [5]. Penggunaan SDI juga dapat dikombinasikan dengan metode penilaian kondisi lainnya, seperti PCI dan metode Bina Marga, untuk memberikan informasi kondisi perkerasan dan alternatif penanganan kerusakan [6]. Penerapan SDI pada berbagai ruas jalan menunjukkan bahwa metode tersebut dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kerusakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan penanganan jalan [7]. Penelitian yang lebih baru juga masih menggunakan SDI untuk mengidentifikasi kondisi kerusakan permukaan berdasarkan parameter kerusakan yang terdapat pada setiap segmen jalan [8].

Meskipun nilai kondisi fisik jalan penting, penetapan prioritas pemeliharaan tidak cukup apabila hanya didasarkan pada tingkat kerusakan. Penelitian mengenai prioritas pemeliharaan jalan telah mengkombinasikan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan *Geographic*

Information System (GIS) untuk mempertimbangkan sejumlah kriteria sekaligus serta menyajikan hasil keputusan secara spasial [9]. Pendekatan AHP juga telah diterapkan untuk menentukan skala prioritas pemeliharaan jalan dengan memberikan bobot terhadap kriteria yang mempengaruhi keputusan penanganan [10]. Pada penanganan jalan nasional, penggunaan AHP bersama metode pengambilan keputusan lainnya menunjukkan bahwa prioritas penanganan dapat dibentuk berdasarkan kombinasi beberapa kriteria, tidak hanya berdasarkan kondisi fisik ruas jalan [11]. Pendekatan serupa melalui AHP dan ANP juga telah digunakan dalam penyusunan prioritas penanganan jaringan jalan sehingga menunjukkan pentingnya pembobotan kriteria dalam menghasilkan keputusan yang lebih terstruktur [12].

Penelitian terdahulu tersebut menunjukkan bahwa kajian kondisi jalan dengan SDI dan kajian prioritas menggunakan AHP telah berkembang cukup luas. Namun, sebagian penelitian berfokus pada evaluasi kondisi permukaan jalan, sedangkan penelitian lainnya lebih menitikberatkan pada pembobotan prioritas atau pemanfaatan GIS. Dengan demikian, masih terdapat ruang untuk mengembangkan suatu kerangka yang menghubungkan hasil evaluasi kondisi fisik jalan, pembobotan multi kriteria, dan representasi spasial dalam satu proses pengambilan keputusan pada jaringan jalan desa. Integrasi ketiga pendekatan tersebut penting karena kondisi fisik jalan tidak selalu menjadi satu-satunya dasar dalam menentukan prioritas penanganan. Faktor lain, seperti tingkat kepentingan ruas, aksesibilitas terhadap fasilitas pelayanan, volume lalu lintas, dan keterhubungan antarwilayah, juga dapat memengaruhi tingkat urgensi penanganan suatu ruas jalan. Penggunaan AHP dapat memberikan bobot terhadap berbagai kriteria tersebut secara sistematis, sementara GIS dapat digunakan untuk memvisualisasikan distribusi kondisi dan prioritas penanganan

secara spasial. Pendekatan terintegrasi ini diharapkan dapat menghasilkan penentuan prioritas yang tidak hanya berdasarkan kondisi teknis jalan, tetapi juga mempertimbangkan aspek fungsional dan karakteristik wilayah, sehingga rekomendasi penanganan dapat menjadi lebih objektif, terarah, dan sesuai dengan kebutuhan jaringan jalan desa.

Berdasarkan *research gap* tersebut, penelitian ini mengembangkan model prioritas pemeliharaan jalan yang mengintegrasikan *Surface Distress Index* (SDI) sebagai metode penilaian kondisi fisik jalan, *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai mekanisme pembobotan dan penentuan prioritas, serta *Geographic Information System* (GIS) sebagai media integrasi data dan visualisasi spasial. Kebaruan penelitian terletak pada pembentukan kerangka SDI–MCDM–GIS yang mengubah hasil survei kondisi jalan menjadi *Priority Index* dan selanjutnya memetakan prioritas tersebut secara spasial dalam suatu *Spatial Decision Support System* (SDSS) untuk pemeliharaan jalan desa. Model diimplementasikan pada sepuluh ruas jalan di Desa Mertapadawetan, Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon sebagai studi kasus penerapan kerangka yang dikembangkan.

2. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengembangkan kerangka pengambilan keputusan (*decision support framework*) yang mengintegrasikan *Surface Distress Index* (SDI), *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan *Geographic Information System* (GIS) dalam menentukan prioritas pemeliharaan jalan desa. Kerangka yang dikembangkan dirancang agar proses evaluasi kondisi jalan, pembobotan kriteria, penentuan prioritas, dan visualisasi spasial dapat dilakukan secara sistematis, objektif, serta

dapat direplikasi pada wilayah lain. Implementasi kerangka dilakukan pada jaringan jalan Desa Mertapadawetan, Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon sebagai studi kasus penerapan metode.

Kerangka penelitian terdiri atas empat tahapan utama, yaitu: (1) akuisisi data lapangan dan data spasial, (2) evaluasi kondisi perkerasan menggunakan SDI, (3) pembobotan dan penentuan prioritas melalui pendekatan MCDM menggunakan AHP, serta (4) integrasi hasil analisis ke dalam GIS untuk menghasilkan peta prioritas pemeliharaan jalan.

Data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei visual pada setiap ruas jalan untuk mengidentifikasi kondisi kerusakan permukaan yang meliputi luas retak (*crack area*), lebar retak (*crack width*), jumlah lubang (*potholes*), dan kedalaman alur (*rutting*). Survei juga mencakup pengukuran panjang dan lebar ruas serta dokumentasi kondisi lapangan. Penggunaan parameter kerusakan tersebut sesuai dengan penerapan SDI dalam evaluasi kondisi perkerasan yang memanfaatkan karakteristik kerusakan hasil observasi lapangan sebagai dasar penilaian [13]. Data sekunder diperoleh dari pemerintah desa dan instansi terkait berupa peta jaringan jalan, klasifikasi dan fungsi jalan, data lalu lintas apabila tersedia, tata guna lahan, serta dokumen perencanaan pemeliharaan jalan. Data tersebut selanjutnya digunakan untuk melengkapi basis data atribut dan spasial dalam GIS.

Objek penelitian terdiri atas sepuluh ruas jalan desa dan jalan lingkungan di Desa Mertapadawetan yang dipilih secara purposif berdasarkan fungsi pelayanan jalan dan ketersediaan data sehingga dapat merepresentasikan kondisi jaringan jalan lokal pada wilayah studi. Setiap ruas diidentifikasi berdasarkan karakteristik kondisi lapangan untuk selanjutnya dilakukan penilaian kondisi menggunakan SDI. Penerapan SDI pada ruas atau segmen

jalan juga digunakan dalam penelitian terdahulu untuk menghasilkan klasifikasi tingkat kerusakan berdasarkan kondisi permukaan jalan [14].

Tahap pertama analisis dilakukan melalui evaluasi kondisi jalan menggunakan metode SDI. Metode ini digunakan untuk mengukur tingkat kerusakan permukaan berdasarkan hasil survei visual dengan memperhitungkan empat parameter utama, yaitu luas retak, lebar retak, jumlah lubang, dan kedalaman alur. Nilai setiap parameter dikonversi menjadi skor sesuai ketentuan SDI sehingga diperoleh indeks kondisi untuk masing-masing ruas jalan. Berdasarkan nilai tersebut, kondisi jalan dikelompokkan menjadi kategori baik, rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat. Penggunaan SDI sebagai indikator kuantitatif kondisi jalan dapat menjadi dasar dalam menentukan kebutuhan penanganan berdasarkan tingkat kerusakan masing-masing ruas [15]. Nilai SDI selanjutnya digunakan sebagai salah satu kriteria utama dalam proses pengambilan keputusan multi kriteria.

Tahap berikutnya adalah penentuan prioritas pemeliharaan menggunakan pendekatan MCDM melalui metode AHP. Struktur hirarki keputusan terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif. Tujuan utama model adalah menentukan prioritas pemeliharaan jalan, sedangkan alternatif terdiri atas sepuluh ruas jalan yang menjadi objek penelitian. Empat kriteria yang digunakan meliputi kondisi jalan berdasarkan nilai SDI (K1), fungsi jalan (K2), volume lalu lintas (K3), dan dampak sosial (K4).

Pembobotan kriteria dilakukan melalui matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*) berdasarkan penilaian responden yang memiliki kompetensi dalam pengelolaan infrastruktur jalan. Tahapan AHP meliputi: (1) penyusunan struktur hirarki keputusan, (2) penyusunan matriks perbandingan berpasangan, (3) normalisasi matriks, (4) perhitungan bobot prioritas (*priority weight*), dan (5) pengujian konsistensi.

Konsistensi penilaian diperiksa menggunakan *Consistency Index* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR), dengan nilai $CR \leq 0,10$ sebagai batas penerimaan konsistensi penilaian.

Setelah bobot setiap kriteria diperoleh, nilai prioritas masing-masing ruas dihitung melalui agregasi antara bobot hasil AHP dan nilai setiap indikator. Proses tersebut menghasilkan *Priority Index* yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap ruas untuk memperoleh penanganan. Semakin tinggi nilai *Priority Index*, semakin tinggi pula prioritas ruas tersebut dalam program pemeliharaan jalan.

Tahap selanjutnya adalah integrasi hasil SDI dan AHP ke dalam *Geographic Information System* menggunakan perangkat lunak QGIS. Setiap ruas jalan direpresentasikan sebagai fitur spasial dan dihubungkan dengan data atribut yang memuat nilai SDI, nilai setiap kriteria, bobot AHP, *Priority Index*, kategori prioritas, serta rekomendasi penanganan. Proses tersebut dilakukan melalui penghubungan (*attribute linking*) antara hasil analisis numerik dan geometri jaringan jalan sehingga informasi kondisi dan prioritas setiap ruas dapat ditampilkan secara spasial.

Integrasi SDI, AHP, dan GIS menghasilkan suatu *Spatial Decision Support System* (SDSS) yang mampu menyajikan distribusi kondisi dan prioritas pemeliharaan jalan dalam bentuk peta tematik. Visualisasi tersebut memungkinkan pengambil keputusan mengidentifikasi lokasi ruas yang memerlukan penanganan, membandingkan tingkat prioritas antar-ruas, dan menyusun strategi pemeliharaan berdasarkan kondisi teknis, fungsi pelayanan, dan konteks geografis wilayah.

Secara keseluruhan, prosedur penelitian berlangsung melalui alur pengumpulan data primer dan sekunder → survei kondisi jalan → perhitungan SDI → klasifikasi kondisi jalan → pembobotan kriteria menggunakan AHP → pengujian konsistensi → perhitungan *Priority Index*

→ integrasi ke dalam QGIS → penyusunan peta prioritas pemeliharaan. Keluaran utama penelitian berupa nilai kondisi jalan, urutan prioritas pemeliharaan, rekomendasi penanganan, dan peta prioritas berbasis GIS yang membentuk kerangka pendukung keputusan untuk pengelolaan pemeliharaan jalan desa.

3. Hasil dan Pembahasan

Evaluasi Kondisi Jalan Menggunakan Surface Distress Index (SDI)

Tahap pertama dalam *framework* yang diusulkan adalah evaluasi kondisi perkerasan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI). Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi kondisi fisik jalan berdasarkan empat parameter utama, yaitu persentase luas retak (*crack area*), lebar retak (*crack width*), jumlah lubang (*potholes*), dan kedalaman alur (*rutting*). Setiap parameter dikonversi menjadi skor sesuai ketentuan SDI sehingga menghasilkan nilai indeks yang menggambarkan tingkat kerusakan permukaan setiap ruas jalan.

Penerapan metode SDI pada sepuluh ruas jalan di Desa Mertapadawetan menghasilkan nilai antara 40,00 hingga 187,30. Berdasarkan klasifikasi kondisi, terdapat satu ruas dalam kondisi baik, tiga ruas rusak ringan, empat ruas rusak sedang, dan dua ruas rusak berat. Distribusi tersebut menunjukkan adanya variasi kondisi perkerasan yang cukup besar pada jaringan jalan di wilayah penelitian sehingga kebutuhan penanganan setiap ruas tidak dapat disamaratakan.

Nilai SDI tertinggi diperoleh pada Jl. Blok Wage RT 02 sebesar 187,30 dan Jl. Buntu Putat Payung sebesar 185,00, yang keduanya termasuk kategori rusak berat dan direkomendasikan untuk rehabilitasi berat. Khusus pada Jl. Blok Wage RT 02, tingginya nilai SDI dipengaruhi oleh kombinasi luas retak yang tinggi, lebar retak lebih dari 10 mm, keberadaan lubang, dan alur yang signifikan. Sebaliknya, Jl. Masuk Griya Mertapada Asri memperoleh nilai SDI terendah sebesar 40,00 dan

dikategorikan dalam kondisi baik sehingga cukup memerlukan pemeliharaan rutin. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa SDI mampu membedakan tingkat kondisi ruas berdasarkan karakteristik kerusakan permukaan yang teridentifikasi di lapangan.

Peningkatan nilai SDI tidak hanya dipengaruhi oleh luas retak, tetapi merupakan hasil akumulasi beberapa bentuk kerusakan permukaan. Pada beberapa ruas, persentase retak yang relatif kecil tetap dapat menghasilkan nilai SDI yang lebih tinggi ketika disertai lubang dan alur yang cukup signifikan. Sebaliknya, ruas dengan retak yang lebih luas belum tentu memiliki nilai SDI tertinggi apabila jumlah lubang dan deformasi permukaannya masih terbatas. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian yang mengkombinasikan SDI dan IRI dalam merumuskan rekomendasi penanganan, yang menunjukkan bahwa indikator kondisi permukaan dapat digunakan untuk membedakan kebutuhan penanganan berdasarkan tingkat kerusakan ruas jalan [16].

Pada ruas dengan kondisi rusak ringan dan rusak sedang, variasi nilai SDI menunjukkan bahwa karakteristik kerusakan yang berbeda dapat menghasilkan tingkat kondisi yang berbeda meskipun ruas berada dalam jaringan jalan yang sama. Sebagai contoh, Jl. Asem Pon 2 RT 04 memiliki nilai SDI sebesar 62,34 dan dikategorikan rusak ringan, sedangkan Jl. Sela Swara Ciweru memperoleh nilai 132,76 dan dikategorikan rusak sedang. Penggunaan SDI untuk mengidentifikasi variasi kondisi berdasarkan karakteristik kerusakan permukaan juga telah diterapkan dalam evaluasi ruas jalan perkotaan melalui hasil observasi kondisi lapangan [17].

Hasil evaluasi selanjutnya digunakan untuk menentukan jenis penanganan yang sesuai dengan kondisi setiap ruas. Ruas berkategori baik dan rusak ringan diarahkan pada pemeliharaan rutin, ruas dengan kondisi rusak sedang memerlukan pemeliharaan berkala, sedangkan ruas

rusak berat direkomendasikan untuk rehabilitasi berat. Dengan demikian, nilai SDI tidak hanya menghasilkan klasifikasi kondisi, tetapi juga memberikan dasar awal dalam menentukan kebutuhan penanganan berdasarkan tingkat kerusakan.

Selain digunakan sebagai indikator kondisi teknis, informasi SDI pada penelitian ini juga dihubungkan dengan data spasial setiap ruas jalan. Pendekatan tersebut sejalan dengan penerapan SDI bersama GIS, di mana informasi kondisi jalan dapat disimpan sebagai atribut spasial untuk mempermudah identifikasi lokasi ruas yang membutuhkan penanganan [18]. Integrasi tersebut memungkinkan hasil evaluasi kondisi tidak hanya disajikan dalam bentuk tabel, tetapi juga dikembangkan menjadi informasi spasial dalam sistem pendukung keputusan.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa SDI mampu menghasilkan indikator kondisi jalan yang terukur dan dapat membedakan kebutuhan penanganan antar-ruas. Dalam *framework* SDI-MCDM-GIS yang dikembangkan, nilai SDI tidak diperlakukan sebagai keluaran akhir, tetapi digunakan sebagai salah satu kriteria utama pada tahap *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). Nilai kondisi fisik tersebut kemudian dipertimbangkan bersama fungsi jalan, volume lalu lintas, dan dampak sosial untuk menghasilkan *Priority Index*. Dengan demikian, SDI berfungsi sebagai fondasi teknis dalam membangun sistem pendukung keputusan pemeliharaan jalan berbasis data dan lokasi.

Tabel 1. Hasil Evaluasi

No	Ruas Jalan	Nilai SDI	Kategori	Rekomendasi Penanganan
1	Jl. Raden Parta Kusuma	112,20	Rusak Sedang	Pemeliharaan berkala
2	Jl. H. Yaqub	132,14	Rusak Sedang	Pemeliharaan berkala
3	Jl. Sela Swara Ciweru	132,76	Rusak Sedang	Pemeliharaan berkala

4	Jl. Gang Masjid Pon 2 RT 01	85,00	Rusak Ringan	Pemeliharaan rutin
5	Jl. Asem Pon 2 RT 04	62,34	Rusak Ringan	Pemeliharaan rutin
6	Jl. Griya Mertapada Asri Blok C	129,76	Rusak Sedang	Pemeliharaan berkala
7	Jl. Selarasa Blok Manis RT 01	95,68	Rusak Ringan	Pemeliharaan rutin/berkala
8	Jl. Blok Wage RT 02	187,30	Rusak Berat	Rehabilitasi berat
9	Jl. Masuk Griya Mertapada Asri	40,00	Baik	Pemeliharaan rutin
10	Jl. Buntu Putat Payung	185,00	Rusak Berat	Rehabilitasi berat

Berdasarkan tabel 1, kondisi jalan pada wilayah studi didominasi oleh kategori rusak sedang dan rusak ringan, sedangkan dua ruas telah mencapai kategori rusak berat dan memerlukan rehabilitasi berat. Jl. Blok Wage RT 02 dan Jl. Buntu Putat Payung menjadi ruas dengan nilai SDI tertinggi, sementara Jl. Masuk Griya Mertapada Asri memiliki kondisi terbaik dengan nilai SDI terendah. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan penanganan pada setiap ruas berbeda dan perlu diprioritaskan sesuai tingkat kerusakan serta karakteristik pelayanan jalan.

Pengembangan Model Multi-Criteria Decision Making (MCDM) untuk Prioritas Pemeliharaan Jalan

Tahap kedua dalam *framework* penelitian adalah pengembangan model *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang berfungsi mengubah informasi kondisi jalan hasil evaluasi *Surface Distress Index* (SDI) menjadi keputusan prioritas pemeliharaan. Pada tahap ini, SDI tidak diperlakukan sebagai keluaran akhir, tetapi sebagai variabel masukan (*input variable*) dalam sistem pengambilan keputusan. Pendekatan tersebut

memungkinkan proses penentuan prioritas tidak hanya mempertimbangkan kondisi fisik jalan, tetapi juga mengintegrasikan aspek pelayanan jaringan jalan melalui mekanisme pembobotan multi kriteria.

Model keputusan disusun dalam bentuk struktur hirarki yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif. Tujuan utama model adalah menentukan prioritas pemeliharaan jalan desa, sedangkan alternatif terdiri atas sepuluh ruas jalan yang menjadi objek penelitian. Empat kriteria digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan, yaitu kondisi jalan berdasarkan nilai SDI (K1), fungsi jalan (K2), volume lalu lintas (K3), dan dampak sosial (K4). Struktur tersebut menunjukkan bahwa keputusan pemeliharaan merupakan hasil interaksi antara kondisi teknis jalan dan tingkat pelayanan terhadap masyarakat sehingga menghasilkan pendekatan yang lebih komprehensif dibandingkan evaluasi yang hanya didasarkan pada kondisi fisik jalan.

Proses pembobotan dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) melalui *pairwise comparison* berdasarkan skala kepentingan Saaty. Tahapan tersebut meliputi penyusunan matriks perbandingan berpasangan, normalisasi matriks, perhitungan bobot prioritas, dan pengujian konsistensi. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa kondisi jalan (K1) memiliki bobot tertinggi sebesar 0,5587, diikuti fungsi jalan (K2) sebesar 0,2562, volume lalu lintas (K3) sebesar 0,1272, dan dampak sosial (K4) sebesar 0,0579. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tingkat kerusakan fisik tetap menjadi faktor dominan dalam penentuan prioritas, tetapi keputusan pemeliharaan tidak hanya bergantung pada kondisi perkerasan karena fungsi pelayanan, volume lalu lintas, dan dampak sosial juga turut mempengaruhi posisi prioritas setiap ruas.

Keunggulan pendekatan ini terlihat ketika dua ruas dengan nilai kondisi yang relatif berdekatan dapat memperoleh posisi prioritas yang berbeda akibat perbedaan

fungsi jalan, volume lalu lintas, atau dampak sosial. Sebaliknya, ruas dengan tingkat kerusakan yang lebih rendah dapat memperoleh prioritas lebih tinggi apabila memiliki fungsi pelayanan yang lebih strategis terhadap mobilitas masyarakat. Dengan demikian, AHP berfungsi sebagai *decision engine* yang mengintegrasikan indikator teknis dan pelayanan ke dalam satu skor *Priority Index*, sehingga proses penentuan prioritas menjadi lebih rasional dan tidak semata-mata mengikuti urutan nilai SDI.

Integrasi berbagai kriteria dalam pengambilan keputusan tersebut memiliki kesamaan konseptual dengan penelitian yang mengkombinasikan GIS dan AHP dalam penentuan alternatif jaringan jalan, yaitu melalui pembobotan multi kriteria dan informasi spasial untuk menghasilkan keputusan yang mempertimbangkan lebih dari satu faktor [19]. Perbedaannya, penelitian ini menggunakan nilai SDI sebagai indikator kondisi aktual perkerasan dan mengintegrasikannya secara langsung dengan hasil AHP untuk menghasilkan prioritas pemeliharaan jalan desa. Dengan demikian, kontribusi model tidak hanya terletak pada penggunaan AHP sebagai metode pembobotan, tetapi pada integrasi antara kondisi fisik jalan, fungsi pelayanan, lalu lintas, dan dampak sosial dalam satu kerangka pengambilan keputusan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa model mampu membedakan prioritas pemeliharaan berdasarkan kombinasi tingkat kerusakan dan karakteristik pelayanan setiap ruas. Ruas yang mengalami kerusakan berat tidak secara otomatis menjadi satu-satunya prioritas tertinggi apabila ruas lain memiliki fungsi pelayanan yang lebih strategis. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan MCDM dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dibandingkan penentuan pemeliharaan yang hanya mengurutkan ruas berdasarkan nilai SDI.

Secara konseptual, model yang dikembangkan membentuk suatu *Decision*

Engine yang mengintegrasikan indikator kondisi teknis dan indikator pelayanan dalam satu kerangka keputusan. Keluaran utama tahap ini bukan hanya berupa bobot masing-masing kriteria, tetapi juga *Priority Index* yang merepresentasikan tingkat prioritas relatif setiap ruas jalan. Nilai *Priority Index* tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar pada tahap integrasi ke dalam *Geographic Information System* (GIS) untuk menghasilkan representasi spasial prioritas pemeliharaan jalan.

Integrasi Surface Distress Index dan Multi-Criteria Decision Making Berbasis Geographic Information System

Tahap ketiga dalam *framework* penelitian merupakan implementasi *Geographic Information System* (GIS) sebagai platform integrasi antara hasil evaluasi *Surface Distress Index* (SDI) dan model *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM). Pada penelitian ini, GIS tidak hanya dimanfaatkan sebagai media visualisasi, tetapi dikembangkan sebagai bagian dari *Spatial Multi-Criteria Decision Support System* (SMCDSS) yang menghubungkan basis data spasial dengan hasil analisis numerik sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan berbasis lokasi.

Integrasi diawali dengan pembangunan basis data spasial jaringan jalan yang memuat geometri setiap ruas beserta atribut hasil analisis. Setiap segmen jalan direpresentasikan sebagai objek spasial yang dilengkapi informasi nilai SDI, skor masing-masing kriteria, bobot hasil AHP, nilai *Priority Index*, kategori prioritas, dan rekomendasi penanganan. Struktur basis data tersebut memungkinkan seluruh hasil analisis tersimpan dalam satu sistem informasi dan dapat diperbarui ketika terjadi perubahan kondisi jalan atau pembaruan data pendukung.

Dalam *framework* yang dikembangkan, GIS berfungsi sebagai *spatial integration layer* yang menghubungkan data hasil survei lapangan

dengan model pengambilan keputusan. Nilai SDI yang diperoleh dari hasil inspeksi visual diproses melalui model MCDM sehingga menghasilkan *Priority Index*. Selanjutnya, nilai *Priority Index* diintegrasikan ke dalam *layer* jaringan jalan melalui proses *attribute linking*, sehingga setiap ruas memiliki representasi spasial sekaligus informasi numerik yang lengkap. Pendekatan tersebut memungkinkan data tabular dan data geografis dianalisis dalam satu sistem yang saling terhubung.

Hasil integrasi menghasilkan *Priority Index Layer*, yaitu *layer* tematik yang merepresentasikan tingkat prioritas pemeliharaan setiap ruas berdasarkan kombinasi kondisi fisik dan karakteristik pelayanan jalan. Dibandingkan penyajian dalam bentuk tabel, visualisasi spasial memungkinkan pengambil keputusan mengidentifikasi distribusi kerusakan, keterhubungan antar-ruas, serta lokasi yang membutuhkan penanganan lebih segera. Dengan demikian, proses perencanaan pemeliharaan tidak hanya didasarkan pada nilai prioritas numerik, tetapi juga mempertimbangkan konteks geografis wilayah yang dilayani.

Pemanfaatan lebih dari satu indikator untuk menilai kondisi permukaan jalan telah diterapkan dalam penelitian yang mengkombinasikan SDI dan IRI. Pendekatan tersebut dapat memberikan informasi kondisi yang lebih luas, tetapi hasil analisis masih berorientasi pada penilaian kondisi permukaan dan rekomendasi penanganan [20]. Pada penelitian ini, nilai SDI tidak berhenti sebagai indikator kondisi, tetapi dikembangkan lebih lanjut menjadi bagian dari model keputusan multi kriteria yang menghasilkan *Priority Index* sebelum dipetakan melalui GIS.

Perbandingan dengan metode evaluasi lainnya juga menunjukkan bahwa setiap metode memiliki karakteristik indikator dan klasifikasi kondisi yang berbeda. Studi yang membandingkan PCI dan SDI menunjukkan bahwa kedua metode dapat memberikan perspektif yang berbeda dalam

menilai tingkat kerusakan suatu ruas jalan [21]. Oleh karena itu, penggunaan SDI dalam penelitian ini tidak dimaksudkan sebagai satu-satunya metode evaluasi kondisi, tetapi diposisikan sebagai indikator teknis yang dapat diintegrasikan dengan kriteria non teknis dan informasi spasial dalam proses pengambilan keputusan.

Model integrasi yang dikembangkan terdiri atas tiga komponen utama, yaitu *data layer*, *decision layer*, dan *spatial layer*. *Data layer* mengelola data hasil survei dan parameter SDI, *decision layer* melakukan pembobotan AHP dan perhitungan *Priority Index*, sedangkan *spatial layer* mengintegrasikan seluruh hasil analisis ke dalam GIS untuk menghasilkan peta prioritas pemeliharaan. Arsitektur tersebut membentuk suatu *Spatial Decision Support System* (SDSS) yang dapat digunakan sebagai alat bantu dalam pengelolaan infrastruktur jalan desa.

Kontribusi utama model SDI–MCDM–GIS terletak pada aliran analisis yang berkesinambungan, yaitu survei kerusakan → nilai SDI → pembobotan AHP → *Priority Index* → pemetaan GIS. Struktur tersebut menghasilkan dua jenis informasi secara simultan, yaitu informasi numerik mengenai urutan prioritas pemeliharaan dan informasi geografis mengenai lokasi ruas yang memerlukan penanganan. Dengan demikian, model tidak hanya menghasilkan daftar prioritas, tetapi juga memberikan representasi spasial yang mempermudah interpretasi kebutuhan pemeliharaan pada seluruh jaringan jalan.

Implementasi pada jaringan jalan Desa Mertapadawetan menunjukkan bahwa integrasi SDI–MCDM–GIS mampu menghasilkan sistem prioritas yang lebih sistematis dan mudah diinterpretasikan dibandingkan pendekatan yang hanya menggunakan evaluasi kondisi jalan secara tunggal. Namun, hasil model tetap perlu ditafsirkan sesuai ruang lingkup penelitian karena implementasi masih terbatas pada sepuluh ruas jalan di Desa Mertapadawetan. Oleh sebab itu, hasil

prioritas yang diperoleh merepresentasikan kondisi wilayah studi dan belum dapat digeneralisasikan secara langsung pada jaringan jalan dengan karakteristik yang berbeda.

Selain keterbatasan jumlah ruas, ketersediaan data volume lalu lintas juga dapat mempengaruhi ketelitian penilaian kriteria pelayanan, sedangkan penggunaan AHP masih mengandung unsur subjektivitas pada proses perbandingan berpasangan. Keterbatasan tersebut menunjukkan bahwa hasil *Priority Index* sangat dipengaruhi oleh kualitas data masukan dan konsistensi penilaian yang digunakan dalam model.

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memperluas jumlah ruas dan wilayah pengujian, menggunakan data lalu lintas hasil pengukuran yang lebih lengkap, melibatkan kelompok pakar yang lebih beragam, serta membandingkan hasil AHP dengan metode MCDM lainnya. Integrasi GIS juga dapat dikembangkan menjadi basis data yang diperbarui secara berkala sehingga perubahan kondisi jalan dapat secara langsung diikuti dengan pembaruan nilai SDI, *Priority Index*, dan peta prioritas pemeliharaan secara dinamis.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model prioritas pemeliharaan jalan desa yang mengintegrasikan *Surface Distress Index* (SDI), *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP), dan *Geographic Information System* (GIS) dalam kerangka *Spatial Decision Support System* (SDSS). Hasil evaluasi terhadap sepuluh ruas jalan di Desa Mertapadawetan menunjukkan nilai SDI berkisar antara 40,00 hingga 187,30, dengan kondisi jalan terdiri atas satu ruas baik, tiga ruas rusak ringan, empat ruas rusak sedang, dan dua ruas rusak berat. Hasil AHP menunjukkan bahwa kondisi jalan menjadi kriteria paling dominan dalam menentukan prioritas, kemudian

diikuti fungsi jalan, volume lalu lintas, dan dampak sosial. Integrasi seluruh kriteria tersebut menghasilkan *Priority Index* yang selanjutnya divisualisasikan secara spasial melalui GIS.

Model yang dikembangkan memberikan implikasi praktis berupa mekanisme penentuan prioritas pemeliharaan yang lebih terstruktur, transparan, dan berbasis lokasi sehingga dapat membantu pemerintah desa dalam mengalokasikan sumber daya pemeliharaan secara lebih tepat. Namun, penelitian ini masih terbatas pada sepuluh ruas jalan dalam satu wilayah studi, ketersediaan data lalu lintas yang belum sepenuhnya terukur, serta adanya unsur subjektivitas dalam pembobotan AHP.

Penelitian selanjutnya disarankan memperluas jumlah dan karakteristik ruas jalan, menggunakan data lalu lintas aktual yang lebih lengkap, melibatkan kelompok pakar yang lebih beragam, serta membandingkan AHP dengan metode MCDM lainnya. Sistem GIS juga dapat dikembangkan menjadi basis data dinamis untuk memperbaiki kondisi dan prioritas pemeliharaan secara berkala.

Daftar Pustaka

- [1] N. Kaiser and C. K. Barstow, "Rural transportation infrastructure in low- and middle-income countries: A review of impacts, implications, and interventions," *Sustainability*, vol. 14, no. 4, Art. no. 2149, 2022. <https://doi.org/10.3390/su14042149>
- [2] R. N. T. Wahyuni, M. Ikhsan, A. Damayanti, and Khoirunurrofik, "Inter-district road infrastructure and spatial inequality in rural Indonesia," *Economies*, vol. 10, no. 9, Art. no. 229, 2022. <https://doi.org/10.3390/economies10090229>
- [3] A. S. Kamaludin and R. M. Qibthiyyah, "Village road quality and accessibility on transforming rural development," *AGRARIS: Journal of Agribusiness and Rural Development Research*, vol. 8, no. 2, pp. 160–180, 2022. <https://doi.org/10.18196/agraris.v8i2.13618>
- [4] U. Akpan and R. Morimoto, "An application of multi-attribute utility theory (MAUT) to the prioritization of rural roads to improve rural accessibility in Nigeria," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 82, Art. no. 101256, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101256>
- [5] Muhaimin, Winayati, and F. Soehardi, "Analisis kerusakan jalan berdasarkan metode Surface Distress Index (SDI) (Studi kasus: Jalan Meranti Kota Pekanbaru Provinsi Riau)," *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 14, no. 1, pp. 35–40, 2022. <https://doi.org/10.33369/ijts.14.1.35-40>
- [6] F. J. Purnomo and K. H. Putra, "Analisis kerusakan jalan dengan metode PCI, SDI, dan Bina Marga serta alternatif penanganan kerusakan," *Jurnal Riset Teknik Sipil dan Sains*, vol. 1, no. 1, pp. 9–19, 2022. <https://doi.org/10.57203/jriteks.v1i1.2022.9-19>
- [7] R. J. Alimin, H. Kadir, and A. Jihad, "Analisis tingkat kerusakan jalan dan penanganannya menggunakan metode Surface Distress Index (SDI): Studi kasus ruas Jalan Oransbari–Ransiki Kabupaten Manokwari Selatan," *Jurnal Teknik Sipil MACCA*, vol. 10, no. 1, 2025. <https://doi.org/10.33096/hjn62h86>
- [8] M. Zaki, E. Rihandiar, D. Setiawan, and Ilham, "Analisis kerusakan jalan berdasarkan metode Surface Distress Index (SDI) (Studi kasus: Jalan Pramuka Kabupaten Cianjur Provinsi Jawa Barat)," *Jurnal Momen Teknik Sipil Suryakencana*, vol. 8, no. 2, 2025. <https://doi.org/10.35194/jmts.v8i02.5888>

- [9] Sitanggang, P. B., Mulia, A. P., & Nasution, Z. P. (2022). Analisis prioritas pemeliharaan jalan Kabupaten Dairi dengan metode AHP dan GIS. *Jurnal Syntax Admiration*, 3(2), 388–403. <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i2.391>
- [10] T. A. Pangestu, S. Anjarwati, and T. Marhendi, “Analisis skala prioritas pemeliharaan jalan Provinsi Kabupaten Banyumas metode Analytical Hierarchy Process (AHP),” *CIVeng: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 4, no. 1, 2023. <https://doi.org/10.30595/civeng.v4i1.14492>
- [11] A. Simanjorang, A. P. Mulia, and R. Anas, “Prioritas penanganan jalan nasional menggunakan metode AHP dan ANP: Ruas jalan batas Kota Rantau Prapat–Aek Nabara,” *Jurnal Syntax Admiration*, vol. 3, no. 2, pp. 297–313, 2022. <https://doi.org/10.46799/jsa.v3i2.386>
- [12] T. R. Putra, A. P. M. Tarigan, and G. C. R. Hasibuan, “Prioritas penanganan jalan nasional dengan menggunakan metode AHP dan ANP,” *Syntax Idea*, vol. 4, no. 11, 2022. <https://doi.org/10.36418/syntaxidea.v4i11.1991>
- [13] Muhammad, F., Bumulo, R., & Rachman, A. P. (2023). Evaluasi perkerasan jalan di Jalan Taman Anggrek Dembe II Kota Utara Kota Gorontalo dengan metode Surface Distress Indeks (SDI). *Jurnal Vokasi Sains dan Teknologi*, 3(1), 40–47. <https://doi.org/10.56190/jvst.v3i1.46>
- [14] M. F. R. Ramdhani and A. J. Saputra, “Analysis of road conditions using the method SDI (Surface Distress Index) on the road section Kesehatan Majalengka,” *LEADER: Civil Engineering and Architecture Journal*, vol. 2, no. 3, 2024. <https://doi.org/10.37253/leader.v2i3.10117>
- [15] A. Irawan, S. Saloma, and A. P. Usman, “Penilaian kondisi jalan dengan metode Surface Distress Index (SDI) pada ruas jalan kabupaten di Kecamatan Penukal Utara,” *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*, vol. 2, no. 1, 2024. <https://doi.org/10.32672/mister.v2i1.2519>
- [16] H. P. Sumanta, A. Massara, and A. Alifuddin, “Rekomendasi penanganan kerusakan jalan menggunakan metode International Roughness Index (IRI) dan Surface Distress Index (SDI) pada ruas jalan di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur,” *Jurnal TESLINK: Teknik Sipil dan Lingkungan*, vol. 6, no. 2, 2024. <https://doi.org/10.52005/teslink.v6i2.363>
- [17] W. B. Putri, M. Shalahuddin, S. Audah, and H. Gussyafri, “Analisis kerusakan jalan metode Surface Distress Index (SDI) pada ruas Jalan Taman Karya Kota Pekanbaru,” *Jurnal Vokasi Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur Sipil*, vol. 1, no. 1, 2024.
- [18] I. Irhamuddin, Firzan, and A. Rahman, “Penilaian kondisi jalan menggunakan metode SDI (Surface Distress Index) dan pendataan dalam GIS (Geographic Information System) di Kabupaten Nagan Raya,” *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, vol. 4, no. 1, pp. 79–86, 2023. <https://doi.org/10.55616/jitu.v4i1.442>
- [19] A. D. Azhari, F. Ibrahim, and A. Sahlan, “Integrasi GIS dan AHP untuk penentuan trase jalan pada kawasan strategis nasional di Provinsi Sulawesi Tengah (Studi kasus: Ruas Tambu–Kasimbar),” *COMPACT: Spatial Development Journal*, vol. 2, no. 1, 2023.

- <https://doi.org/10.35718/compact.v2i1.849>
- [20] M. Maulana, Rulhendri, and N. Chayati, “Analisis kerusakan permukaan jalan berdasarkan penilaian dengan metode SDI dan IRI (Studi kasus: Jalan Raya Ciherang Kabupaten Bogor),” *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, vol. 4, no. 2, 2023.
- <https://doi.org/10.52158/jaceit.v4i2.566>
- [21] A. Wibowo, R. D. Atmajayani, and T. Widodo, “Perbandingan metode PCI dan SDI (Studi kasus Jalan Penghubung Desa Kademanagan–Darungan),” *Journal of Science Nusantara*, vol. 3, no. 3, 2023. <https://doi.org/10.28926/jsnu.v3i3.1334>