



SISTEM ANALISA KERUSAKAN JALAN MENGGUNAKAN METODE *SURFACE DISTRESS INDEX (SDI)*

Haninditio Bagus Septiansyah¹, Sulfan Bagus Setyawan^{2*}, Hanum Arrosida³, Denny
Hardiyanto⁴, Aulia El Hakim⁵, Adji Barru Prasetiyo⁶

^{1,2,3,4,5,6} Politeknik Negeri Madiun, Indonesia

*Email Responden: sulfan@pnm.ac.id

ABSTRAK

Kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab kematian dengan tingkat fatalitas tinggi melibatkan kendaraan bermotor bertabrakan dengan benda lain sehingga mengakibatkan kerusakan hingga korban jiwa. Salah satu penyebab kecelakaan lalu lintas adalah kerusakan jalan yang tidak mendapatkan perawatan dan penanganan. Kerusakan jalan juga memiliki dampak negatif terhadap aktivitas masyarakat baik ekonomi dan non ekonomi serta, ketidaknyamanan dalam berkendara, serta peningkatan emisi gas. Untuk menekan angka kecelakaan dan dampak negatif yang ditimbulkan oleh kerusakan jalan, telah dikembangkan beberapa sistem terkait informasi dan pemetaan kerusakan jalan, namun masih memiliki beberapa kekurangan diantaranya *input* data manual dan tidak terdapat analisis kerusakan jalan. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan sebuah sistem yang dapat menganalisis berdasarkan data yang masuk pada *database*. Oleh karena itu penulis mengusulkan Sistem Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Surface Distress Index (SDI)*. Pada sistem *website* terdapat fitur yang akan memudahkan Dinas Pekerjaan Umum dalam monitoring data kerusakan jalan seperti analisis data berdasarkan hasil deteksi dan estimasi area. Analisis kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Indeks* dengan hasil indeks <50 kondisi baik dan membutuhkan penanganan rutin, indeks 50-100 kondisi sedang dan membutuhkan penanganan rutin, indeks 100-150 kondisi rusak ringan dan membutuhkan penanganan berkala, indeks >150 kondisi rusak berat dan membutuhkan penanganan rekonstruksi atau peningkatan.

Kata kunci: Kerusakan Jalan, *Surface Distress Index*, Data

I. PENDAHULUAN

Indonesia, sebagai negara dengan pertumbuhan penduduk yang pesat, menghadapi tantangan serius dalam hal kepadatan arus lalu lintas. Jumlah kendaraan yang terus meningkat setiap tahunnya tidak sebanding dengan perkembangan sarana dan prasarana jalan. Hal ini diperparah dengan rendahnya kesadaran berkendara, sehingga meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan lalu lintas. Selain faktor manusia, kondisi infrastruktur jalan yang rusak juga menjadi salah satu penyebab utama kecelakaan. Berdasarkan data Korlantas Polri tahun 2021, tercatat sebanyak 103.645 kasus kecelakaan lalu lintas. Di wilayah hukum Polda Metro Jaya saja, terdapat 40 kasus kecelakaan yang disebabkan oleh kondisi jalan, termasuk jalan rusak, berlubang, licin, tidak adanya rambu, dan tikungan tajam, dengan total kerugian mencapai lebih dari satu miliar rupiah [1].

Kerusakan jalan memberikan dampak negatif yang signifikan, baik dari sisi keselamatan, kenyamanan, maupun ekonomi. Jalan berlubang, tidak rata, atau minim penerangan dapat membahayakan pengendara, khususnya pada malam hari.

Selain itu, jalan rusak menyebabkan konsumsi bahan bakar lebih boros, mempercepat kerusakan kendaraan, serta menghambat aktivitas ekonomi masyarakat di sekitarnya. Kenyamanan berkendara pun menurun akibat kebisingan, polusi, dan genangan air yang mempercepat kerusakan lingkungan sekitar. Oleh karena itu, diperlukan sistem pemeliharaan dan pengelolaan jalan yang lebih efisien untuk mengurangi dampak negatif tersebut.

Upaya penanganan kerusakan jalan memerlukan proses survei yang akurat dan cepat agar instansi terkait dapat segera melakukan tindakan. Namun, berdasarkan hasil diskusi dengan Kepala Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Jalan dan Jembatan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Madiun, diketahui bahwa proses survei di daerah tersebut masih menggunakan jasa konsultan dan dilakukan secara manual, yang dinilai kurang efektif serta membutuhkan waktu lama untuk memperoleh hasil analisis kerusakan jalan.

Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini. Di antaranya, penggunaan sensor IMU untuk deteksi lubang jalan [2], metode *deep learning* untuk

mendeteksi lubang jalan [3], serta pengembangan sistem informasi kerusakan jalan [4,5]. Namun, masih banyak keterbatasan yang ditemukan, seperti ketergantungan pada input manual, belum menggunakan data citra, atau belum mampu melakukan analisis mendalam terhadap tingkat kerusakan. Penelitian lain menggunakan metode image processing [6] hanya mampu mendeteksi, tetapi belum menganalisis. Adapun penelitian Muhaimin dkk[7] yang menggunakan metode Surface Distress Index (SDI) masih dilakukan secara manual. Sementara itu, Setyawan dkk. [8] mengusulkan deteksi kerusakan jalan secara realtime dengan memanfaatkan transfer learning pada perangkat Nvidia Jetson Nano, yang mampu melakukan klasifikasi kerusakan jalan menjadi kategori pothole dan crack secara langsung di lapangan.

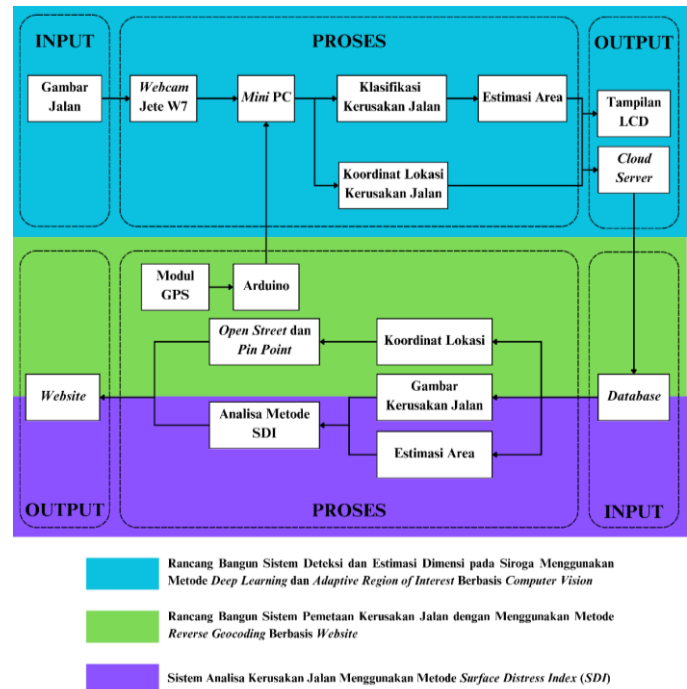
Berdasarkan berbagai permasalahan dan keterbatasan penelitian sebelumnya, penulis mengusulkan penelitian dengan judul “Sistem Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI)”. Sistem ini dirancang untuk menerima input berupa gambar dan estimasi area kerusakan yang dikirimkan melalui metode POST menggunakan protokol HTTP ke server database. Selanjutnya, data tersebut akan dianalisis menggunakan metode SDI[9]. Dengan adanya sistem ini, diharapkan proses identifikasi dan analisis kerusakan jalan dapat dilakukan secara otomatis, akurat, dan efisien, sehingga instansi terkait dapat segera melakukan tindakan perbaikan dan menekan angka kecelakaan lalu lintas akibat kondisi jalan yang membahayakan.

II. METODOLOGI

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang diagram blok sistem, prinsip kerja alat, serta *flowchart* sistem deteksi dan estimasi dimensi kerusakan jalan, serta teknik untuk menganalisa data.

A. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 1 akan ditunjukkan blok diagram dari sistem deteksi dan estimasi dimensi kerusakan jalan berbasis *computer vision*.



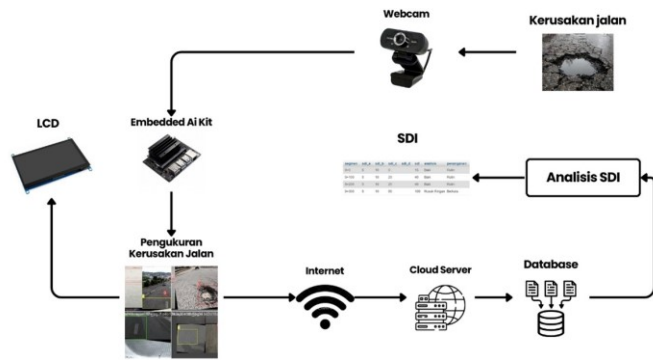
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Gambar 1 merupakan diagram sistem dari penelitian ini yang terdiri deteksi dan analisis kerusakan jalan. Penulis membuat bagian sistem pemetaan dan analisis dari Gambar 1 dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Pada bagian *hardware*, *input* Modul GPS berfungsi sebagai penerima sinyal yang akan dikonversi pada Arduino Uno yang menghasilkan koordinat lokasi kerusakan jalan. *Output* berupa koordinat lokasi akan disimpan pada *database* yang berisi data *latitude* dan *longitude* kerusakan jalan. Koordinat lokasi yang telah disimpan pada *database* selanjutnya akan dikonversi menjadi *pin point* dan ditampilkan pada *Open Street Maps* yang dilengkapi dengan gambar dan keterangan dari kerusakan jalan.
2. Pada bagian *software*, *input* sistem dimulai dengan mengambil data dari *database* berupa koordinat lokasi, gambar kerusakan jalan, dan estimasi area berupa panjang jalan, lebar jalan, panjang retak, lebar retak, dan jumlah lubang pada suatu segmen ruas jalan yang telah dideteksi. Data koordinat lokasi akan diolah menggunakan metode *reverse geocoding* yang akan mengubah *latitude* dan *longitude* untuk ditampilkan pada *open street maps* berupa *pin point* lokasi kerusakan jalan. Kemudian data estimasi akan diolah menggunakan penilaian metode *SDI* berdasarkan luas keretakan dalam satu segmen jalan, lebar keretakan, dan jumlah lubang yang akan ditampilkan pada website berupa tabel hasil analisis.

B. Prinsip Kerja Sistem

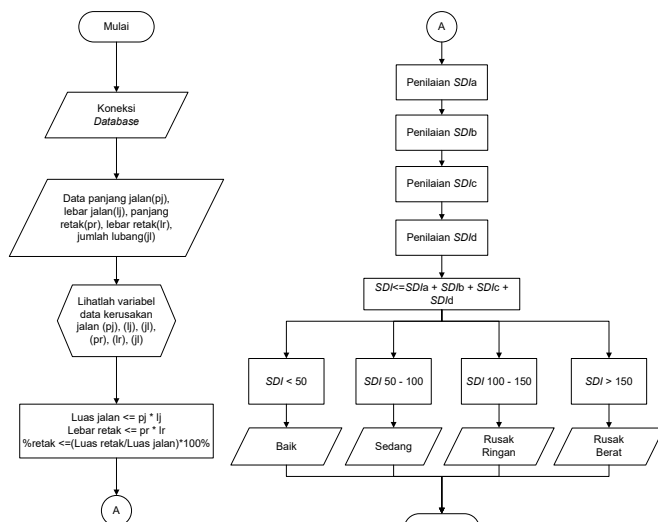
Pada Gambar 2 akan ditunjukkan prinsip kerja dari sistem dari Sistem Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI).



Gambar 2. Prinsip Kerja Alat

Pada Gambar 2 terdapat penjelasan mengenai sistem deteksi kerusakan jalan dimulai dengan *webcam* yang akan menangkap gambar kerusakan jalan berdasarkan pembagian segmen yang dilakukan pada sistem deteksi kemudian diolah oleh *mini PC* untuk diklasifikasikan berdasarkan jenis kerusakan jalan dan dilakukan proses estimasi area kerusakan jalan menggunakan konversi nilai pada *bounding box*. Hasil deteksi dan pengukuran akan dikirimkan pada *cloud server* saat tersedia koneksi internet. Dari hasil pengukuran didapatkan data berupa panjang jalan, lebar jalan, panjang retak, lebar retak, dan jumlah lubang yang akan dilakukan analisa kerusakan jalan menggunakan metode *SDI*.

C. Flowchart Sistem



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pada Gambar 3 ditunjukkan *flowchart* sistem untuk menganalisa kerusakan jalan menggunakan metode *SDI*. Dimulai pengambilan data dari database, berisi informasi mengenai panjang dan lebar jalan, panjang serta lebar keretakan, dan jumlah lubang pada permukaan jalan. Setelah data diambil, sistem melakukan perhitungan luas total jalan dan luas area kerusakan berdasarkan parameter yang tersedia. Selanjutnya, dilakukan perhitungan persentase kerusakan untuk menentukan sejauh mana kondisi permukaan jalan mengalami kerusakan pada tiap segmennya. Tahap berikutnya adalah proses analisis menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)*, yang mengukur tingkat kerusakan melalui empat

indikator utama, yaitu: luas retak (*SDIa*), lebar retak (*SDIb*), jumlah lubang (*SDIc*), dan kedalaman alur bekas roda (*SDId*). Setiap indikator dihitung berdasarkan kondisi aktual yang terdeteksi di setiap segmen jalan. Nilai-nilai dari keempat indikator tersebut kemudian dijumlahkan untuk memperoleh total skor *SDI*. Berdasarkan skor total ini, sistem akan mengklasifikasikan kondisi kerusakan dan tipe penanganan yang diperlukan sesuai dengan Panduan Survei Kondisi Jalan SMD-03/RCS ditunjukkan pada Tabel 1 - 4.

Tabel 1. Penilaian Persentase Luas Retak

Nomor	Luas Retak	Nilai <i>SDIa</i>
1	Tidak ada	-
2	<10%	5
3	10-30%	20
4	>30%	40

Tabel 2. Penilaian Lebar Retak

Nomor	Lebar Retak	Nilai <i>SDIb</i>
1	Tidak ada	-
2	Lebar < 1 cm	-
3	Lebar 1-3 cm	-
4	Lebar > 3 cm	Hasil <i>SDIa</i> *2

Tabel 3. Penilaian Jumlah Lubang

Nomor	Jumlah Lubang/Segmen	Nilai <i>SDIc</i>
1	Tidak ada	-
2	<10 per segmen	Hasil <i>SDIb</i> + 15
3	10-50 per segmen	Hasil <i>SDIb</i> + 75
4	>50 per segmen	Hasil <i>SDIb</i> + 225

Tabel 4. Penilaian Alur Bekas Roda

Nomor	Alur Bekas Roda	Nilai <i>SDId</i>
1	Tidak ada	-
2	<1 cm	Hasil <i>SDIc</i> + 5×0.5
3	1-3 cm	Hasil <i>SDIc</i> + 5×2
4	>3 cm	Hasil <i>SDIc</i> + 20

Tabel 5. Kondisi dan Tipe Penanganan Berdasarkan Indeks

Kondisi Jalan	Indeks	Tipe Penanganan
Baik	<50	Pemeliharaan Rutin
Sedang	50-100	Pemeliharaan Rutin
Rusak Ringan	100-150	Pemeliharaan Berkala
Rusak Berat	>150	Peningkatan/Rekonstruksi

III. HASIL DAN ANALISA

Pada bab ini dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan Tugas Akhir yang berjudul “ Sistem Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Surface Distress Index (SDI)*” setelah melalui beberapa tahapan seperti perancangan sistem, pengujian, pengambilan data, hingga proses analisis data

A. Pengujian Pengiriman Data Gambar dan Hasil Estimasi Kerusakan Jalan Menggunakan Internet of Things (IoT)

Pengiriman data gambar dan hasil estimasi dilakukan menggunakan *Internet of Things (IoT)* yang memungkinkan

alat terhubung dengan *server* dan *database* melalui koneksi internet [10]. Data kerusakan jalan berupa gambar dan hasil estimasi area akan dibuat menjadi 2 *file* berupa *image* dan *file* .txt yang disimpan pada *server* cpanel *folder* hasil_deteksi dengan menggunakan *File Transfer Protocol (FTP)*. Pada *file* .txt terdapat informasi kerusakan jalan diantaranya nama *file*, nama jalan, segmen, jenis kerusakan, dan data hasil estimasi area kerusakan. Data tersebut akan dikirimkan ke *server* setiap kali alat selesai melakukan proses pendeteksian pada suatu ruas jalan. Data yang tersimpan pada *folder server* dapat diperbarui ke *database* pada tabel *baca_file* menggunakan *button refresh* data yang terhubung dengan kode program *baca_file.php*. Pada pengujian ini juga dilakukan uji kecepatan pengiriman data dari alat deteksi dengan waktu yang diterima pada *server* atau *database*. Hasil pengujian pengiriman data menggunakan *IoT* ditunjukkan pada gambar 4.

Pengging-7.61087, 111.512759.jpg	222,26 KB	Hari ini 19:17	image-generic	0644
Pengging-7.61087, 111.512759.txt	104 byte	Hari ini 19:19	text/plain	0644
Pengging-7.610872, 111.512761.jpg	223,95 KB	Hari ini 19:22	image-generic	0644
Pengging-7.610872, 111.512761.txt	105 byte	Hari ini 19:19	text/plain	0644
Pengging-7.610877, 111.512766.jpg	228,27 KB	Hari ini 19:15	image-generic	0644
Pengging-7.610877, 111.512766.txt	106 byte	Hari ini 19:19	text/plain	0644
Pengging-7.610878, 111.512767.jpg	221,88 KB	Hari ini 19:15	image-generic	0644
Pengging-7.610878, 111.512767.txt	106 byte	Hari ini 19:18	text/plain	0644
Pengging-7.610879, 111.512768.jpg	223,22 KB	Hari ini 19:17	image-generic	0644
Pengging-7.610879, 111.512768.txt	106 byte	Hari ini 19:17	text/plain	0644

Gambar 4. Pengiriman Gambar dan Data Kerusakan Jalan

Data yang diperbarui pada *database* diambil dari *file* .txt yang ditunjukkan pada Gambar 4. dengan melakukan *split* data agar dapat masuk ke kolom yang sesuai pada tabel *database* menggunakan program *baca_file.php*. Data yang masuk pada tabel terdiri dari nama *file*, jalan, segmen, jenis kerusakan, panjang, lebar, luas, dan lebar jalan ditunjukkan pada gambar 5.

phpMyAdmin											
http://localhost:3306/											
Browse Structure SQL Search Insert Export Import Operations Triggers											
Recent Favorites											
New											
analysis											
BAGAS											
index_page											
not_lost_data											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											
informasi_tekma											
id											
id_bumi											
id_data											

Gambar 5. Tabel Data Kerusakan Jalan Pada Database

Kemudian pada pengujian kecepatan pengiriman data dari program deteksi pada *database* dilakukan pengiriman terhadap 10 data secara bersamaan. Hasil pengiriman data dari program deteksi dan *database* akan ditunjukkan pada gambar 5 dan Tabel 1, sehingga dapat diperoleh perbandingan selisih waktu antara data terkirim dan diterima.

Gambar 6. Durasi Waktu Upload File
Tabel 6. Pengujian Pengiriman Data

No	Waktu Kirim Data	Waktu Data Diterima	Delay (detik)
1	2024-07-04 11:41:29	2024-07-04 11:41:32	3
2	2024-07-04 11:41:32	2024-07-04 11:41:33	1
3	2024-07-04 11:41:33	2024-07-04 11:41:35	2
4	2024-07-04 11:41:35	2024-07-04 11:41:36	1
5	2024-07-04 11:41:37	2024-07-04 11:41:39	2
6	2024-07-04 11:41:40	2024-07-04 11:41:40	0
7	2024-07-04 11:41:41	2024-07-04 11:41:42	1
8	2024-07-04 11:41:42	2024-07-04 11:41:43	1
9	2024-07-04 11:41:44	2024-07-04 11:41:50	6
10	2024-07-04 11:41:51	2024-07-04 11:41:52	1
Rata – rata			1,8

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data menggunakan *File Transfer Protocol (FTP)*, data kerusakan jalan berupa gambar, dan hasil estimasi area kerusakan jalan akan dikirimkan melalui alat deteksi dan dibuat menjadi 2 *file* berupa gambar dan *file* .txt ditunjukkan pada gambar 4. Kemudian data kerusakan jalan pada *file* .txt dipisahkan oleh program *baca_file.php* dan disimpan pada *database* pada kolom yang sesuai. Hasil dari proses penyimpanan data kerusakan jalan ditunjukkan pada Gambar 5. Selanjutnya dilakukan proses pengujian kecepatan pengiriman data dari program deteksi pada *database* yang ditunjukkan pada gambar 6. Berdasarkan hasil pengujian yang ditunjukkan pada Tabel 1, didapatkan rata-rata selisih waktu pengiriman data sebesar 1,8 detik.

B. Pengujian Menganalisis Hasil Estimasi Area Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI)

Berdasarkan hasil pengujian pengiriman data pada tabel *database* *baca_file*, didapatkan hasil estimasi area yang digunakan sebagai acuan analisis kerusakan jalan menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)*. Data hasil estimasi area kerusakan jalan yang terdapat pada *database* *baca_file* selanjutnya dikelompokkan dan dijumlahkan menjadi data total retak, rata-rata lebar retak, jumlah lubang dan alur bekas roda berdasarkan nama jalan dan segmen dan disimpan pada tabel *database* analisis. Hasil dari pengujian analisis hasil estimasi area ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Data Kerusakan Jalan Pada Tabel Analisis

No	Jalan	segmen	total_retak (m)	avg_retak (m)	Lubang	Rutting	luas_segmen (cm)
1	Pengging	0+0	249,644	9,882	5	0	200
2	Pengging	0+100	143,034	8,599	44	0	200

3	Pengging	0+200	90,793	8,650	26	0	200
4	Pengging	0+300	11,469	3,960	2	0	200
5	Pengging	0+400	90,850	9,256	6	0	200
6	Pengging	0+500	70,967	9,226	18	0	200

Data yang telah disederhanakan pada tabel analisis akan diproses menggunakan kode program hitungsdi.php untuk melakukan penilaian dan tipe penanganan kerusakan jalan sesuai dengan Tabel 1 sampai dengan Tabel 5. Pada program hitungsdi.php, data total_retak dihitung dan ditentukan presentase kerusakan, kemudian dilakukan penilaian sdi_a. Selanjutnya data avg_retak akan dihitung dan dilakukan penilaian sdi_b. Selanjutnya data jumlah lubang akan dihitung dan dilakukan penilaian sdi_c. Terakhir data jumlah kerusakan jalan berupa alur bekas roda dihitung dan dilakukan penilaian sdi_d ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Data Nilai Indeks SDI

No	Jalan	Segmen	SDI A	SDI B	SDI C	SDI D
1	Pengging	0+0	40	80	155	0
2	Pengging	0+100	40	80	95	0
3	Pengging	0+200	40	80	25	0
4	Pengging	0+300	5	10	155	0
5	Pengging	0+400	40	80	155	0
6	Pengging	0+500	40	80	95	0

Data kerusakan jalan pada tabel baca_file akan disederhanakan dan dikelompokkan menggunakan program koorseghmen.php dan disimpan pada tabel analisis menjadi total_retak, avg_retak, jumlah lubang, dan alur bekas roda berdasarkan nama jalan dan segmen.

Berdasarkan data yang telah dikelompokkan dan disimpan pada tabel analisis, data tersebut akan dinilai menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)* yang diimplementasikan pada kode program hitungsdi.php. Hasil perhitungan dari program hitungsdi.php akan masuk pada database.

C. Pengujian Deteksi Terhadap Kecepatan Kendaraan

Hasil data SDI (*Surface Distress Index*) yang telah dihitung melalui program hitungsdi.php, data total_retak dihitung dan ditentukan presentase kerusakan, kemudian dilakukan penilaian sdi_a. Selanjutnya data avg_retak akan dihitung dan dilakukan penilaian sdi_b. Selanjutnya data jumlah lubang akan dihitung dan dilakukan penilaian sdi_c. Terakhir data jumlah kerusakan jalan berupa alur bekas roda dihitung dan dilakukan penilaian sdi_d. Hasil dari penilaian sdi_a, sdi_b, sdi_c dan sdi_d akan ditotal dan didapatkan nilai indeks. Saat indeks kurang dari 50, maka kondisi baik, saat indeks 50–100, maka kondisi sedang, saat indeks 100–150, maka kondisi jalan rusak ringan, saat indeks lebih dari 150, maka kondisi jalan rusak berat. Hasil penilaian kondisi jalan akan disimpan pada tabel sdi database. Berikut ini merupakan hasil penilaian kondisi jalan menggunakan kode program hitungsdi.php yang ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Tipe Kondisi Kerusakan Jalan

No	Jalan	Segmen	SDI				Indeks	Kondisi
			A	B	C	D		
1	Pengging	0+0	40	80	155	0	275	Rusak Berat

2	Pengging	0+100	40	80	95	0	215	Rusak Berat
3	Pengging	0+200	40	80	25	0	40	Baik
4	Pengging	0+300	5	10	155	0	275	Rusak Berat
5	Pengging	0+400	40	80	155	0	275	Rusak Berat
6	Pengging	0+500	40	80	95	0	215	Rusak Berat

Selain hasil nilai indeks dari total penilaian sdi_a, sdi_b, sdi_c dan sdi_d akan mendapatkan penilaian kondisi jalan yang berupa baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat. Hasil indeks yang didapat juga dapat digunakan untuk penilaian tipe penanganan kerusakan jalan yang dimana saat indeks kurang dari 50, maka kondisi jalan membutuhkan penanganan rutin, saat indeks 50 – 100 maka kondisi jalan membutuhkan pemeliharaan rutin, saat indeks 100 – 150 maka kondisi jalan membutuhkan pemeliharaan berkala, saat indeks lebih dari 150 maka kondisi jalan membutuhkan peningkatan/rekonstruksi. Berikut ini merupakan hasil tipe penanganan kerusakan jalan yang ditunjukkan tabel 10.

Tabel 10. Tipe Penanganan Kerusakan Jalan

No	Jalan	Segmen	SDI				Indeks	Kondisi	Penanganan
			A	B	C	D			
1	Pengging	0+0	40	80	155	0	275	Rusak Berat	Rekonstruksi
2	Pengging	0+100	40	80	95	0	215	Rusak Berat	Rekonstruksi
3	Pengging	0+200	40	80	25	0	40	Baik	Rutin
4	Pengging	0+300	5	10	155	0	275	Rusak Berat	Rekonstruksi
5	Pengging	0+400	40	80	155	0	275	Rusak Berat	Rekonstruksi
6	Pengging	0+500	40	80	95	0	215	Rusak Berat	Rekonstruksi

Berdasarkan data yang telah dikelompokkan dan disimpan pada tabel analisis, data tersebut akan dinilai menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)* yang diimplementasikan pada kode program hitungsdi.php. Hasil dari penilaian tersebut menunjukkan bahwa jika indeks yang didapatkan kurang dari 50, maka kondisi jalan baik dan membutuhkan penanganan rutin. Apabila indeks yang didapatkan 50-100, maka kondisi jalan sedang dan membutuhkan penanganan rutin. Apabila indeks yang didapatkan 100-150, maka kondisi jalan rusak ringan dan membutuhkan penanganan berkala. Apabila indeks yang didapatkan lebih dari 150, maka kondisi jalan rusak berat dan membutuhkan penanganan berupa peningkatan atau rekonstruksi.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap sistem analisis kerusakan jalan dengan metode *Surface Distress Index (SDI)*, diperoleh bahwa sistem mampu mengirimkan data kerusakan berupa gambar dan estimasi luas area dari Jetson Nano ke server cPanel menggunakan protokol FTP setiap kali proses pendeteksian pada satu ruas jalan selesai dilakukan. Data tersebut terdiri dari file gambar dan file(.txt) yang berisi informasi lengkap mengenai kerusakan yang terdeteksi, dan proses pengiriman membutuhkan waktu sekitar 1,8 detik untuk sepuluh data uji, tergantung pada kestabilan koneksi jaringan internet yang digunakan. Estimasi luas kerusakan jalan yang diperoleh dikelompokkan ke dalam tiga parameter, yaitu total

luas, rata-rata luas, dan jumlah lubang, lalu disimpan dalam database untuk dianalisis menggunakan metode *SDI* yang menghasilkan nilai *sdi_a*, *sdi_b*, *sdi_c*, dan *sdi_d* sebagai indikator kondisi kerusakan. Hasil analisis nilai *SDI* tersebut digunakan untuk menentukan indeks jenis penanganan jalan, di mana jika nilai indeks kurang dari 50 menunjukkan kondisi jalan yang baik dan hanya memerlukan penanganan rutin, indeks antara 50 hingga 100 menunjukkan kondisi sedang dan tetap memerlukan penanganan rutin, nilai antara 100 hingga 150 mengindikasikan kondisi rusak ringan yang memerlukan penanganan secara berkala, sedangkan nilai di atas 150 menunjukkan kondisi rusak berat yang membutuhkan penanganan lanjutan berupa peningkatan kualitas jalan atau rekonstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kepolisian Negara Republik Indonesia, "Data Kecelakaan Lalu Lintas di Wilayah Hukum Polda Metro Jaya," 2023.
- [2] M. Bosi, A. D. Boccignone, dan G. Fornaciai, "Pothole detection using inertial measurement unit sensors," *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 20, no. 7, pp. 675–684, 2019.
- [3] Y. Liu, J. Guo, dan X. Zhang, "Deep learning-based pothole detection from road images," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 43207–43214, 2020.
- [4] W. Winarta, I. D. Purnomo, dan S. Prasetyo, "Development of road damage information system for monitoring infrastructure," *Journal of Infrastructure Systems*, vol. 27, no. 2, pp. 115–124, 2021.
- [5] N. Rofi'ah, "Pengembangan sistem monitoring kerusakan jalan berbasis mobile GIS," *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 23, no. 3, pp. 211–220, 2021.
- [6] R. Rachmawati, "Penerapan metode image processing untuk deteksi kerusakan jalan," *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, vol. 10, no. 2, pp. 45–52, 2022.
- [7] M. Muhaimin, S. A. Nugraha, dan L. Hidayat, "Road surface condition assessment using Surface Distress Index (SDI) method," *Journal of Civil Engineering Research*, vol. 12, no. 1, pp. 33–40, 2023.
- [8] S. B. Setyawan, H. Arrosida, A. Elhakim, D. Shahab, dan E. P. Nugroho, "Realtime road damage detection using transfer learning with Nvidia Jetson Nano," *AIP Conference Proceedings*, vol. 3145, no. 1, p. 020006, Jul. 2024, doi: 10.1063/5.0212345.
- [9] Direktorat Jenderal Bina Marga, *Panduan Survei Kondisi Jalan SMD-03/RCS*, Jakarta: Kementerian PUPR, 2011.
- [10] A. Malik, R. Pratama, dan F. Yuliani, "IoT-based data transmission for road damage detection system," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, vol. 12, no. 5, pp. 223–229, 2021. Al Faritzie, H., Firda, A., dan Aprilyanti, S. (2022). *Identifikasi dan Analisis Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Siaran Sako Kota Palembang*. Bearing : Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil. 3(4): 223.