

Studi Survey Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Bantuan Smartphone Aplikasi Polycam – Lidar Parameter Surface Distress Index (Sdi)

Road Pavement Condition Survey Study Using Smartphone Application Polycam – Lidar Parameter Surface Distress Index (Sdi)

Amiruddin Siregar¹, Sugeng Wiyono¹, Husnul Kausarian², Elizar^{1*}

¹Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Indonesia, 28284

²Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau, Pekanbaru, Indonesia, 28284

*Penulis Korespondensi E-mail: elizar@eng.uir.ac.id

Diterima: Juni 1, 2024; Direvisi: Agustus 15, 2024; Disetujui: November 20, 2024

Abstrak

Kerusakan jalan yang terjadi di berbagai daerah menjadi permasalahan yang kompleks terutama bagi pengguna jalan, seperti waktu tempuh yang lama, kemacetan, kecelakaan lalu lintas dan lain-lain. Dalam mewujudkan pelayanan jalan yang baik, pemerintah mengeluarkan peraturan Menteri No. 11/PRT/M/2011 tentang pengelolaan database jalan dan meliputi survey diantaranya survey inventori penampang melintang dan memanjang jalan. Perkembangan teknologi semakin canggih dan dapat alat bantu untuk survey kondisi kerusakan jalan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kondisi perkerasan jalan dengan alat bantu Smartphone Aplikasi Polycam – Lidar berdasarkan metode *Surface Distress Index* (SDI). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah survey langsung menggunakan peralatan manual dan pengambilan data kerusakan jalan dengan menggunakan alat bantu *smartphone* model Iphone 13 Pro max Versi iOS 16.3.1 no. seri CG2WGPQKH5 IMEI 35 478625 594256 3 dan aplikasi *Polycam LIDAR*. Hasil diperoleh bahwa survey kondisi perkerasan jalan dengan *smartphone* aplikasi *polycam lidar* dapat digunakan dengan hasil lebih selektif mendeteksi kerusakan bekas roda (ruting) dan data lebih terjamin karena analisis 3D dapat dilakukan berulang-ulang tanpa survey kembali lapangan. Dari 15 segmen yang di tinjau nilai SDI terdapat 1 segmen yang berbeda yaitu pada Segmen I station 0+600 -0+800. Faktor yang berpengaruh adalah ketelitian, kecakapan dalam menganalisis hasil scan terutama saat digitasi dimensi kerusakan pada hasil scan *polycam lidar*. Jenis penanganan tidak terjadi perbedaan karena selisih angka SDI kecil sehingga tidak menggambarkan perbedaan kondisi jalan yang signifikan.

Kata Kunci: Aplikasi; Jalan; Perkerasan; SDI

Abstract

Road damage in various regions is a complex problem, especially for road users, such as long travel times, congestion, traffic accidents, and others. In realizing good road services, the government issued Ministerial Regulation No. 11 / PRT / M / 2011 concerning road database management, including cross-section and longitudinal road inventory surveys. Technological developments are increasingly sophisticated and can be used to survey road damage conditions. The purpose of this study was to analyze road pavement conditions with the help of the Polycam-Lidar Smartphone Application based on the Surface Distress Index (SDI) method. The method used in this study is a direct survey using manual equipment and collecting road damage data using a *smartphone* model iPhone 13 Pro max Version iOS 16.3.1 serial number CG2WGPQKH5 IMEI 35 478625 594256 3 and the Polycam LIDAR application. The results obtained that the road pavement condition survey with the *smartphone polycam lidar* application can be used with more selective results to detect wheel rut damage (rutting) and more guaranteed data because 3D analysis can be done repeatedly without re-surveying the field. Of the 15 segments reviewed, the SDI value has 1 different segment, namely in Segment I station 0 + 600 -0 + 800. The influencing factors are accuracy, and skill in analyzing scan results, especially when digitizing damage dimensions on Polycam lidar scan results. The type of handling does not differ because the difference in SDI numbers is small so it does not describe a significant difference in road conditions.

Keywords: Application; Pavement; Road; SDI

1. PENDAHULUAN

Jalan menurut Undang-Undang republik Indonesia no. 38 tahun 2004 tentang jalan adalah salah satunya sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Infrastruktur jalan memiliki peran vital dalam mendukung aktivitas sosial dan ekonomi masyarakat, baik di tingkat lokal maupun nasional [1]. Jalan yang ber kondisi baik tidak hanya meningkatkan konektivitas antarwilayah, tetapi juga menurunkan biaya logistik dan menunjang pertumbuhan ekonomi [2]. Namun, kualitas jalan sering mengalami penurunan akibat beban lalu lintas, perubahan cuaca, dan faktor lingkungan lainnya. Kerusakan seperti retak, deformasi, dan lubang dapat mengurangi kenyamanan pengguna jalan dan meningkatkan risiko kecelakaan lalu lintas [1]. Oleh karena itu, survei kondisi perkerasan jalan secara berkala menjadi hal yang sangat penting untuk memastikan keberlanjutan fungsi jalan [3].

Salah satu indikator yang sering digunakan untuk mengevaluasi kondisi perkerasan jalan adalah *Surface Distress Index* (SDI). SDI mengukur tingkat kerusakan pada permukaan jalan berdasarkan jenis, intensitas, dan luasan kerusakan, sehingga dapat membantu menentukan kebutuhan pemeliharaan [3]. Namun, metode survei tradisional, seperti inspeksi visual atau pengukuran manual, memiliki keterbatasan dari segi efisiensi waktu, tenaga kerja, dan biaya, terutama pada jaringan jalan yang luas [4]. Kemajuan teknologi telah membuka peluang untuk meningkatkan efisiensi survei kondisi jalan. Teknologi LiDAR (*Light Detection and Ranging*), yang awalnya digunakan dalam pemetaan topografi, kini mulai diterapkan untuk survei infrastruktur. Teknologi ini mampu menghasilkan data yang akurat mengenai profil permukaan jalan dengan cepat [5]. Perkembangan perangkat keras pada smartphone telah memungkinkan penggunaan LiDAR dalam aplikasi portabel seperti Polycam, yang memanfaatkan kamera ponsel dengan sensor LiDAR untuk menghasilkan model 3D berkualitas tinggi [6].

Penggunaan aplikasi Polycam–LiDAR untuk survei kondisi jalan menawarkan beberapa keunggulan, termasuk efisiensi waktu, biaya yang lebih rendah, dan kemudahan operasional [7]. Namun, keandalan data yang dihasilkan aplikasi ini, terutama dalam kaitannya dengan parameter SDI, masih memerlukan pengujian lebih lanjut [6]. Selain itu, pengaplikasiannya di lapangan memerlukan analisis untuk menilai sejauh mana teknologi ini dapat menggantikan metode survei tradisional.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi dan efektivitas Polycam–LiDAR dalam survei kondisi perkerasan jalan. Fokus utama adalah menganalisis korelasi antara data yang dihasilkan oleh Polycam–LiDAR dan parameter SDI, serta mengidentifikasi keunggulan dan keterbatasan teknologi ini dalam konteks survei jalan di Indonesia. Dengan hasil penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh metode survei yang lebih efisien dan inovatif untuk mendukung pengelolaan infrastruktur jalan secara berkelanjutan.

1.1. Kerusakan Ruas Jalan

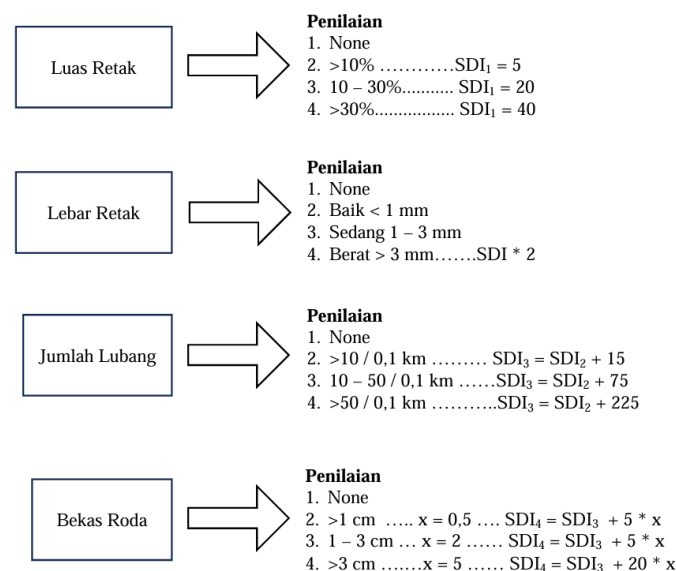
Kerusakan jalan adalah perubahan fisik atau fungsional pada struktur perkerasan yang menyebabkan penurunan kualitas permukaan jalan sehingga memengaruhi kenyamanan, keamanan, dan kinerja transportasi [8]. Penyebab kerusakan jalan dapat dikategorikan menjadi dua faktor utama, yaitu faktor internal (terkait desain dan material) dan faktor eksternal (beban lalu lintas dan lingkungan). Secara umum, kerusakan jalan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis utama, yaitu retak (*cracking*), deformasi (*deformation*), kerusakan permukaan (*surface defects*), dan kerusakan struktural. Retak fatigue (*fatigue cracking*), misalnya, terjadi akibat beban lalu lintas yang berulang, menyebabkan pola retak menyerupai kulit buaya (*alligator cracking*) [9]. Retak blok (*block cracking*) seringkali disebabkan oleh penyusutan lapisan aspal akibat perubahan suhu ekstrem, sedangkan retak sambungan (*joint cracking*) umum ditemukan pada perkerasan kaku (Paterson, 1987). Selain itu, deformasi seperti lendutan roda (*rutting*) dan gelombang (*corrugation*) dapat terjadi akibat tekanan dinamis dari kendaraan berat yang melampaui kapasitas desain jalan.

Faktor penyebab kerusakan jalan umumnya berasal dari dua aspek utama, yaitu internal (kualitas desain dan material) dan eksternal (beban lalu lintas dan lingkungan). Beban kendaraan berat yang terus-menerus menyebabkan kerusakan kumulatif pada lapisan perkerasan [10]. Faktor lingkungan, seperti infiltrasi air hujan dan perubahan suhu ekstrem, juga memainkan peran signifikan. Air yang masuk ke

dalam lapisan perkerasan dapat melemahkan daya dukung tanah dasar, sedangkan siklus panas-dingin dapat memicu retak pada lapisan aspal [3], [11].

1.2. Surface Distress Index (SDI)

Surface Distress Index (SDI) adalah skala kinerja jalan yang diperoleh dari hasil pengamatan secara visual terhadap kerusakan jalan yang terjadi di lapangan. perhitungan SDI dilakukan secara akumulasi berdasarkan kerusakan pada jalan [11]. Penilaian kondisi kerusakan jalan yang diperoleh untuk menentukan jenis penanganan Jalan berupa pemeliharaan rutin dengan nilai $SDI < 100$. Pemeliharaan berkala dengan nilai SDI 100 -150 dan peningkatan/rekonstruksi dengan nilai $SDI > 150$. Berdasarkan panduan survei kondisi jalan nomor SMD-93/RCS, Jakarta Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum (2011), Dalam pelaksanaan metode SDI, ruas jalan akan disurvei dan dibagi kedalam segmen-segmen. Data yang digunakan yaitu berdasarkan hasil dari Survey Kondisi Jalan (SKJ) atau Road Condition Survey (RCS) seperti dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Survey Kondisi Jalan (SKJ) Beraspal [1]

Gambar 1 menunjukkan indikator penilaian kondisi jalan metode *SDI*. Terdapat 4 variabel utama kondisi penilaian jalan yaitu persentase luas retak (%), rata-rata lebar retak (mm), jumlah lubang per 200 m dan rata-rata kedalaman alur bekas roda (cm). Untuk menentukan nilai SDI dihitung dengan cara sebagai berikut ini.

1. Luas retak (SDI_1)

Perhitungan *SDI* dilakukan pada tiap interval 100 m, maka untuk rusak jalan yang terjadi pada lapis perkerasan dihitung dengan Persamaan (1).

$$Ar = Pr \times Lr \quad (1)$$

Ar = Luas rusak jalan

Pr = Panjang rusak jalan

Lr = Lebar rusak jalan

Untuk luas total kerusakan jalan sepanjang interval 200 m dihitung dengan menggunakan Persamaan (2).

$$At = Pt \times Lt \quad (2)$$

dimana:

A_t = Luas total jalan

P_t = Panjang total rusak jalan

L_t = Lebar totak rusak jalan

Dari Persamaan (1) dan Persamaan (2) maka persentase kerusakan jalan dihitung dengan Persamaan (3).

$$\%r = \frac{A_r}{A_t} \times 100\% \quad (3)$$

Berdasarkan hasil persentase retak, maka bobot luas kerusakan jalan dapat ditunjukkan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Bobot Luas Retakan Permukaan Perkerasan [1]

Angka	Luas Retak	Nilai $SDI1$
1	Tidak ada	0
2	< 10%	5
3	10 – 30%	20
4	> 30%	40

Tabel 1. menunjukkan jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada luas retakan maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan $SDI1$ adalah angka 1 yang memiliki bobot nilai $SDI1$ sebesar 0, untuk luas retakan < 10 % luas dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai $SDI1$ sebesar 5, untuk luas retakan 10-30 % luas dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai $SDI1$ sebesar 20, dan untuk luas retakan >30 % dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai $SDI1$ sebesar 40.

2. Lebar retak ($SDI2$)

Lebar retakan merupakan jarak antara dua bidang retakan diukur pada permukaan perkerasan. Untuk pembobotan nilai $SDI2$ lebar retakan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Bobot Lebar Retakan Permukaan Perkerasan [1]

Angka	Luas Retak	Nilai $SDI2$
1	Tidak ada	-
2	Halus < 1 mm	-
3	Sedang 1 – 5 mm	-
4	Lebar > 5 mm	$SDI1 \times 2$

Tabel 2. dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada lebar retakan maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan $SDI2$ adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI2 = SDI1$, untuk lebar retakan halus < 1 mm dimasukkan angka 2 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI2 = SDI1$, untuk lebar retakan sedang 1-5 mm dimasukkan angka 3 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI2 = SDI1$, dan untuk lebar retakan > 5 mm dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai $SDI2$ sebesar $SDI1 \times 2$.

3. Jumlah lubang ($SDI3$)

Jumlah lubang yang terdapat pada permukaan jalan yang disurvei sepanjang 100 m. Untuk pembobotan nilai $SDI3$ jumlah lubang dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bobot Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan [1]

Angka	Luas Retak	Nilai $SDI3$
1	Tidak ada	-
2	< 10 / 100 m	$SDI2+15$
3	10-50 / 100 m	$SDI2+75$
4	>50 / 100 m	$SDI2+225$

Tabel 3 dapat dijelaskan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada jumlah lubang maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan $SDI3$ adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI3 = SDI2$, untuk jumlah lubang < 10/100 m dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai $SDI3$ sebesar $SDI2+15$, untuk jumlah lubang 1050/100 m dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai $SDI3$ sebesar $SDI2+75$, dan untuk jumlah lubang >50/100 m dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai $SDI3$ sebesar $SDI2+225$.

4. Kedalaman bekas roda ($SDI4$)

Bekas roda adalah penurunan yang terjadi pada suatu bidang permukaan jalan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Beban roda kendaraan tersebut dapat berbentuk tonjolan dan lekukan yang tersebar secara luas pada permukaan. Untuk pembobotan nilai $SDI4$ bekas roda dilihat pada Tabel 4.

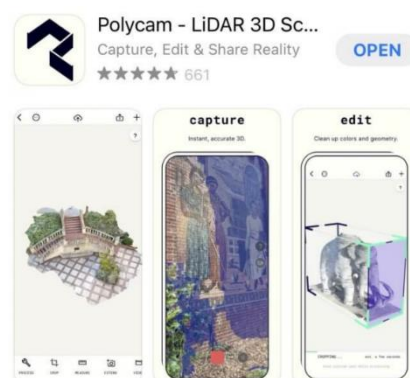
Tabel 4. Kedalaman Bekas Roda [1]

Angka	Bekas Roda	Nilai $SDI4$
1	Tidak ada	-
2	< 10 / 100 m	$SDI3+5x0,5$
3	1 – 3 cm dalam	$SDI3+5x2$
4	>3 cm dalam	$SDI3+5x4$

Tabel 4 dapat menunjukkan bahwa jika pada penilaian kondisi jalan sesuai rentang yang ditentukan tidak ada bekas roda maka angka yang dimasukkan ke dalam perhitungan $SDI4$ adalah angka 1 yang tidak memiliki bobot nilai $SDI4 = SDI3$, untuk bekas roda < 1 cm dalam dimasukkan angka 2 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5x0,5$, untuk bekas roda 1-3 cm dalam dimasukkan angka 3 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5x2$, dan untuk bekas roda >3 cm dalam dimasukkan angka 4 yang memiliki bobot nilai $SDI4$ sebesar $SDI3+5x4$.

1.3. Aplikasi Polycam – Lidar

Polycam adalah aplikasi pemindaian 3D yang menggunakan sensor LiDAR pada iPhone 12 Pro, 12 Pro Max, dan iPad Pro 2020 untuk membuat pemindaian 3D berwarna dan akurat secara dimensi dengan cepat. Tampilan LiDar seperti Gambar 2.

**Gambar 2. Tampilan LiDar 3D ([5])**

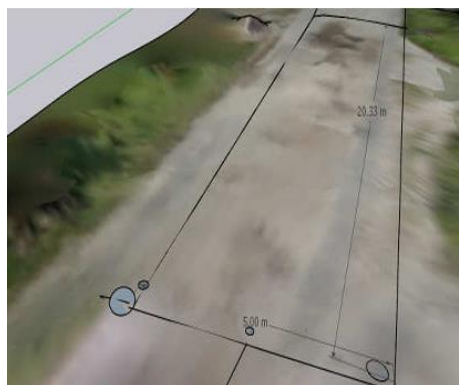
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk mengevaluasi akurasi dan efektivitas aplikasi Polycam–LiDAR dalam survei kondisi perkerasan jalan berdasarkan parameter *Surface Distress Index* (SDI). Lokasi penelitian dipilih secara purposive, mencakup beberapa ruas jalan dengan tingkat kerusakan bervariasi (ringan, sedang, dan berat). Pemindaian menggunakan Polycam–LiDAR dilakukan untuk memperoleh model 3D permukaan jalan, yang kemudian dibandingkan dengan hasil inspeksi manual sebagai data pembandingan. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik untuk mengukur korelasi dan deviasi antara kedua metode tersebut. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data lapangan, pengolahan data, dan analisis. Pada tahap awal, dilakukan survei lapangan untuk mengidentifikasi jenis dan lokasi kerusakan jalan. Pemindaian permukaan jalan menggunakan aplikasi Polycam dilakukan pada setiap lokasi penelitian. Hasil pemindaian berupa model 3D dianalisis untuk mengidentifikasi jenis, luasan, dan tingkat keparahan kerusakan. Data ini dibandingkan dengan hasil inspeksi manual yang dilakukan oleh tim survei menggunakan metode visual sesuai pedoman Bina Marga. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing metode juga dicatat untuk mengevaluasi efisiensi.

Selanjutnya, data yang diperoleh dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif dan korelasional. Perbandingan antara hasil Polycam–LiDAR dan inspeksi manual dilakukan untuk mengukur tingkat akurasi menggunakan parameter seperti Mean Absolute Error (MAE) dan koefisien korelasi Pearson. Analisis ini bertujuan untuk menilai sejauh mana aplikasi Polycam dapat digunakan sebagai alternatif dalam survei kondisi jalan. Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini juga memberikan rekomendasi terkait implementasi teknologi ini dalam sistem pengelolaan pemeliharaan jalan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil scan polycam lidar di analisis dengan menggunakan bantuan program sketh up pro 2021, Objek Point Cloud 3D pada program Sketch U, Objek Point Cloud 3D original pada smartphone dan foto dokumentasi untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk perhitungan kondisi permukaan jalan seperti Gambar 3.



Gambar 3. Objek Point Cloud 3D pada program Sketch Up

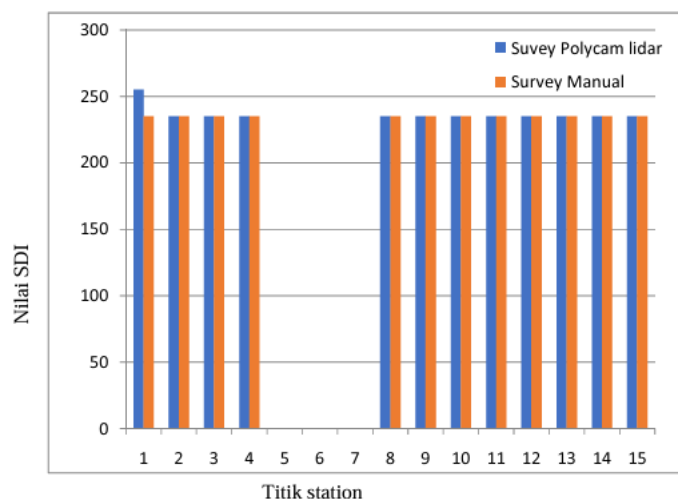
Gambar 3 menunjukkan sebuah area yang dipindai menggunakan teknologi pemetaan tiga dimensi untuk mendapatkan data geospasial yang akurat. Gambar ini memberikan representasi topografi permukaan tanah atau lahan dengan hasil berupa pengukuran jarak dan dimensi area. Pada Gambar dapat dilihat dimensi panjang sebesar 20,33 m dan lebar 5 m. Hasil Rekapitulasi analisis SDI survey Smartphone Aplikasi Polycam lidar pada ruas jalan Buntan Lestari – Tuah Indrapura seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perbandingan SDI Survey Polycam-lidar dan Manual

Segmen	Panjang (m)	Nilai SDI		Penanganan Berdasarkan Nilai SDI	
		Survey polycam lidar iphon -13 pro	Survey Manual	Penanganan Persegmen Survey scan polycam lidar iphon -13 pro	Penanganan Persegmen Survey manual
1	2	3	4	5	6
1	200	255	235	Rusak Berat	Rusak Berat
2	200	255	235	Rusak Berat	Rusak Berat
3	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
Rata-rata		206.67	235.00		
4	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
5	200	-	-	Baik	Baik
6	200	-	-	Baik	Baik
Rata-rata		78.33	78.33	Sedang	Sedang
7	200	-	-	Baik	Baik
8	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
9	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
Rata-rata		116.66	116.66		
10	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
11	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
12	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
Rata-rata		235.00	235.00	Rusak Berat	Rusak berat
13	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
14	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
15	200	235	235	Rusak Berat	Rusak Berat
Rata-rata		235.00	235.00		

Tabel 5 menunjukkan memperlihatkan perbandingan hasil nilai *SDI* (*Surface Distress Index*) antara Survey LiDAR (*polycam lidar iPhone 13 Pro*) dan Survey Manual serta penanganan berdasarkan hasil kedua metode tersebut. Perbedaan terjadi karena pada metode LiDAR nilai *SDI* untuk segmen ke-1 lebih rendah yaitu sebesar 235 dibanding segmen lainnya yaitu sebesar 255.

Dari 15 segmen yang telah ditinjau nilai *SDI* terdapat 1 segmen yang berbeda yaitu pada Segmen 1, faktor yang mempengaruhi perbedaan adalah analisis program *sketch up* relatif bagus dalam mendeteksi ruting, dengan meninjau alinyemen vertical jalan, ketelitian, kecakapan dalam menganalisis hasil scan terutama saat digitasi dimensi kerusakan pada hasil scan polycam lidar. Selisih perbedaan nilai *SDI* terhadap jenis penanganan tidak terjadi perbedaan karena selisih angka *SDI* masih dalam batas rentang yang ditetapkan. Nilai *SDI* dengan alat bantu *Smartphon* aplikasi *polycam – lidar* dengan *SDI* manual dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Nilai SDI Polycam Lidar dan Manual

Gambar 4 menunjukkan hasil analisa diperoleh bahwa Hasil Konsisten: Pada Segmen II, III, IV, dan V, hasil antara metode Survey LiDAR dan Survey Manual menunjukkan nilai SDI yang identik atau sangat mirip. Perbedaan Kecil: Terjadi pada Segmen I, di mana nilai SDI LiDAR sedikit lebih rendah pada segmen ke-3 dibanding metode manual. Akurasi Penilaian: Metode LiDAR menggunakan teknologi canggih dengan kecepatan tinggi dan akurasi tinggi, sedangkan metode manual lebih mengandalkan pengamatan langsung. Kondisi Jalan: Secara keseluruhan, kedua metode sepakat bahwa sebagian besar segmen memiliki kondisi Rusak Berat dengan nilai SDI mendekati 235.

Penelitian yang telah dilakukan Mikita *et al* (2022) menunjukkan bahwa teknologi LiDAR mampu memberikan pengukuran permukaan yang lebih akurat dibandingkan metode manual, khususnya dalam mendeteksi retakan kecil, deformasi jalan, dan kerusakan tidak kasat mata. Hasil survei menggunakan LiDAR memiliki konsistensi tinggi dibandingkan dengan manual, terutama dalam skala besar [5]. Penelitian ini menekankan bahwa manual memiliki potensi untuk bias, terutama dalam penilaian visual kerusakan jalan [6]. Efisiensi survei manual dengan LiDAR dalam pemetaan kondisi jalan. LiDAR dapat menyelesaikan survei 4-5 kali lebih cepat dibandingkan manual dan tingkat kesalahan pengukuran pada manual berkisar 5-10% karena ketergantungan pada pengamatan visual [7]. Teknologi LiDAR tidak hanya mendeteksi kerusakan yang terlihat, tetapi juga membantu dalam prediksi kerusakan dini melalui pemetaan geometri permukaan jalan [5]. Integrasi data LiDAR dalam survei kondisi jalan dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang cepat terkait pemeliharaan jalan [12].

Keunggulan teknologi LiDAR dalam survei infrastruktur jalan mencakup kecepatan, efisiensi, dan akurasi dalam pengumpulan data. LiDAR dapat melakukan pemetaan permukaan jalan secara menyeluruh dan objektif, sehingga lebih cocok untuk survei skala besar dibandingkan metode manual yang memerlukan waktu lebih lama dan cenderung subjektif. Penelitian terdahulu mendukung hasil ini, menunjukkan bahwa LiDAR memiliki kemampuan untuk mendeteksi kerusakan dini dan memetakan deformasi permukaan yang sulit diidentifikasi secara manual. Dengan demikian, integrasi teknologi LiDAR dalam survei kondisi jalan dapat menjadi solusi efektif dalam perencanaan pemeliharaan preventif, khususnya untuk mencegah kondisi jalan yang memburuk lebih lanjut.

4. KESIMPULAN

Penggunaan teknologi LiDAR dapat digunakan sebagai metode utama dalam survei kondisi jalan karena akurasi tinggi dan waktu survei yang lebih cepat. Hasil LiDAR dapat dikombinasikan dengan verifikasi manual pada titik-titik kritis untuk memvalidasi kerusakan signifikan. Segmen dengan nilai SDI 235 harus menjadi prioritas utama untuk perbaikan segera. Segmen dengan kondisi Sedang dapat diberikan pemeliharaan rutin untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Perbandingan ini menunjukkan bahwa Survey LiDAR dan Survey Manual menghasilkan data yang konsisten dan reliabel. Teknologi LiDAR lebih unggul dalam efisiensi waktu, konsistensi pengukuran, dan deteksi kerusakan kecil. Dengan demikian, penggunaan LiDAR dapat menjadi solusi efektif dalam survei kondisi jalan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan tepat dalam perencanaan pemeliharaan infrastruktur jalan.

REFERENSI

- [1] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat and Direktorat Jenderal Bina Marga, "Manual Aplikasi Sistem Program Pemeliharaan Jalan Provinsi Kabupaten (Provincial Kabupaten Road Management System)," *Pemerintah Republik Indonesia*, p. 3, 2021.
- [2] K. H. Putra and M. Musthofa, "Kajian Laik Fungsi Jalan Pada Ruas Jalan Jemur Sari Kota Surabaya Guna Mewujudkan Jalan Berkeselamatan," *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur*, pp. 130–133, 2021.

-
- [3] Irianto and R. Rochmawati, “Studi Penilaian Kondisi Kerusakan Jalan Dengan Metode Nilai International Roughness Index (IRI) Dan *Surface Distress Index* (SDI)(Studi Kasus Jalan Alternatif Waena _ Entrop),” *Dintek*, vol. 13, no. 02, pp. 7–15, 2020.
 - [4] Elizar *et al.*, “Manajemen waste konstruksi dalam pembangunan forest city,” vol. 1, pp. 134–140, 2024.
 - [5] T. Mikita, D. Krausková, P. Hrůza, M. Cibulka, and Z. Patočka, “Forest Road Wearing Course Damage Assessment Possibilities with Different Types of Laser Scanning Methods including New iPhone LiDAR Scanning Apps,” *Forests*, vol. 13, no. 11, 2022.
 - [6] F. Hatta Antah, M. A. Khoiry, K. N. Abdul Maulud, and A. Abdullah, “Perceived usefulness of airborne lidar technology in road design and management: A review,” *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 21, pp. 1–22, 2021.
 - [7] E. Kaartinen, K. Dunphy, and A. Sadhu, “LiDAR-Based Structural Health Monitoring: Applications in Civil Infrastructure Systems,” *Sensors*, vol. 22, no. 12, 2022.
 - [8] Q. Gao, L. Fan, S. Wei, Y. Li, Y. Du, and C. Liu, “Differences Evaluation of Pavement Roughness Distribution Based on Light Detection and Ranging Data,” *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 13, no. 14, 2023.
 - [9] M. Bohori and S. Wiyono, “Analisis Struktur Pasca Bakar Menggunakan Flex Tape Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Beton Fc’ 20 Mpa Analysis Of Post-Fired Structure Using Flex Tape On The Compressive Strength Of Concrete Quality Fc ’ 20 MPA,” vol. 01, pp. 37–48, 2024.
 - [10] A. Of *et al.*, “Analisis Stabilisasi Semen Komposit Dengan Tanah Tempatan Bukit Pelintung Dumai Menggunakan Bahan Aditif (Difa Stabilizer) Studi Kasus Oprit Jembatan Jalan Lintas Dumai-Pakning Analysis of Composite Cement Stabilization With Local Soil Of Bukit Pelintun,” vol. 01, no. Land C, pp. 21–29, 2024.
 - [11] R. Damage *et al.*, “Road Damage Study Using The Iri Method Based on Vehicle Speed On,” vol. 01, pp. 12–20, 2024.
 - [12] I. Sunandar and D. Syarifudin, “LiDAR : Penginderaan Jauh Sensor Aktif Dan Aplikasinya Di Bidang Kehutanan,” *Jurnal Planologi Unpas*, vol. 1, no. 2, p. 145, 2014.