

EVALUASI KERUSAKAN JALAN DAN APLIKASI PELAPORAN DI RUAS JALAN NASIONAL KECAMATAN PASIRIAN

Nabilah Nur Rafidah¹, Marjono², Udi Subagyo³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

¹nabilahrafidah13790@gmail.com, ²marjono@polinema.ac.id, ³udi.subagyo@polinema.ac.id

ABSTRAK

Jalan Raya Pasirian merupakan jalan yang menghubungkan desa Jarit dengan desa Selok Awar-Awar. Laporan Akhir ini bertujuan untuk mengetahui jenis, tingkat dan bentuk perbaikan kerusakan serta menghitung Rencana Anggaran Biaya dan membuat sistem pelaporan kerusakannya. Data primer mengenai kerusakannya didapatkan dari hasil survei dan data sekunder didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Lumajang. Metode yang digunakan pada Laporan ini yaitu Metode *Surface Distress Index* untuk perhitungan kerusakan dan Metode Bina Marga 2002 untuk perhitungan *overlay*, sedangkan untuk perhitungan Rencana Anggaran Biaya menggunakan metode umum yaitu Volume Pekerjaan dikalikan dengan harga satuan pekerjaan. Aplikasi sistem pelaporan ini dapat membantu dan mempermudah dalam menentukan prioritas jalan yang akan diperbaiki serta dapat membantu dalam penyimpanan data kerusakan jalan dan pengguna jalan bisa dengan mudah melihat laporan hasil kerusakan jalan. Hasil analisa kerusakan, didapatkan beberapa jenis kerusakan seperti lubang, retak halus, retak buaya, retak kotak – kotak, retak memanjang, retak samping jalan dan bekas roda. Dengan presentase kondisi baik 30,77%, kondisi sedang 36,92%, kondisi rusak ringan 21,54 % dan kondisi rusak 10,77%. Sehingga direncanakan peningkatan berkala melalui *overlay*, dengan tebal 5 cm. Perkerjaan perbaikan jalan tersebut membutuhkan biaya sebesar Rp. 1.881.471.000.

Kata kunci : Evaluasi; Metode SDI; Aplikasi

ABSTRACT

Jalan Raya Pasirian is a road that connects Jarit village with Selok Awar-Awar village. This Final Report aims to determine the type, level and form of damage repair and calculate the Budget Plan and create a damage reporting system. Primary data regarding the damage was obtained from survey results and secondary data was obtained from the Lumajang public works department. The method used in this report is the Surface Distress Index Method for calculating damage and the 2002 Highways Method for calculating overlays, while for the calculation of the Budget Plan using the general method, namely the Volume of Work multiplied by the unit price of work. This reporting system application can help and make it easier to determine the priority of roads to be repaired and can assist in storing road damage data and road users can easily view reports on road damage results. And from the results of the damage analysis, several types of damage were obtained such as holes, fine cracks, crocodile cracks, checkered cracks, longitudinal cracks, roadside cracks and wheel ruts. With a percentage of good condition 30.77%, moderate condition 36.92%, lightly damaged condition 21.54% and damaged condition 10.77%. Thus, it is planned to periodically increase it through an overlay, with a thickness of 5 cm. The road repair work requires a fee of Rp. 1,881,471,000.

Keywords : Evaluation; SDI Method; Application

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang membentuk jaringan transportasi untuk menghubungkan antar daerah, sehingga roda perekonomian dan pembangunan dapat berputar dengan baik. Ada banyak jenis jalan salah satunya adalah jalan

Nasional yang bernama jalan Raya Pasirian. Kerusakan jalan hingga tidak dapat mencapai umur layannya dapat terjadi karena berbagai faktor. Dengan adanya permasalahan di atas dipandang perlu segera dilakukannya penelitian terhadap permasalahan di atas dengan pertimbangan efisiensi anggaran

yang tersedia. Selanjutnya kondisi saat ini pada dinas Bina Marga masih kurang efisien yaitu menggunakan dokumen kertas serta peta analog untuk menampilkan lokasi jalan yang telah di survey. Hal ini menimbulkan permasalahan ketika akan dilakukan pencarian dan pembaharuan data yang akan digunakan untuk perencanaan prioritas jalan untuk diperbaiki, perawatan maupun analisis pengembangan jalan baru.

Melalui skripsi ini, akan dianalisis bentuk dan tingkat kerusakan dengan menggunakan metode SDI, kemudian dihitung perencanaan perbaikan jalan dengan menggunakan metode Bina Marga 2002 beserta anggaran biayanya. Dan untuk sistem pelaporan kerusakan dibuat perangkat lunak yang dapat di akses melalui *handphone android*.

2. METODE

Survey Kondisi Jalan

Tujuan survei kondisi jalan disingkat SKJ (*Road Condition Survey*, RCS) adalah untuk mendapatkan data kondisi dari bagian-bagian jalan yang mudah berubah. Yang disurvei berupa:

- a. Permukaan perkerasan
- b. Retakan
- c. Kerusakan lain

Perhitungan Survey

1. Luas retak

Perhitungan SDI1 dilakukan pada tiap interval 100 m, maka untuk interval jarak tersebut persentase total luas retak yang terjadi pada lapis perkerasan yang di dapat dari survei di lapangan. Berikut adalah perhitungan SDI1 berdasarkan bobot.

- a. Tidak ada
- b. Luas retak < 10 %, maka SDI1 = 5
- c. Luas retak 10 – 30 %, maka SDI1 = 20
- d. Luas retak > 30 %, maka SDI1 = 40

2. Lebar retak

Setelah didapat nilai SDI1, selanjutnya adalah mencari nilai SDI2 dengan cara menentukan bobot total lebar. Berikut adalah perhitungan SDI1 berdasarkan bobot.

- a. Tidak ada
- b. Lebar retak < 1 mm (halus), maka SDI2 = SDI1
- c. Lebar retak 1 – 3 mm (sedang), maka SDI2 = SDI1
- d. Lebar retak > 3 mm (lebar), maka SDI2 = SDI1 × 2

3. Jumlah lubang

Setelah mendapat nilai SDI2 (lebar retak), selanjutnya nilai SDI2 dimasukkan kedalam perhitungan SDI3 (jumlah lubang). Berikut adalah perhitungan SDI3 berdasarkan bobot.

- e. Tidak ada
- f. Jumlah lubang < 10/100 m, maka SDI3 = SDI2 + 15
- g. Jumlah lubang 10 – 50/100 m, maka SDI3 = SDI2 + 75
- h. Jumlah lubang > 50/100 m, maka SDI3 = SDI2 + 225

4. Bekas roda

Setelah mendapat bobot nilai SDI3, maka selanjutnya memasukkan nilai SDI3 kedalam perhitungan berikut.

- a. Tidak ada
- b. Kedalaman bekas roda < 1 cm (X=0,5), maka SDI4 = SDI3 + 5 × X
- c. Kedalaman bekas roda < 1 - 3 cm (X=2), maka SDI4 = SDI3 + 5 × X
- d. Kedalaman bekas roda > 3 cm (X=5), maka SDI4 = SDI3 + 20 × X

Penanganan Kerusakan Jalan

Metode Bina Marga merupakan metode yang ada di Indonesia yang mempunyai hasil akhir yaitu urutan prioritas serta bentuk program pemeliharaan sesuai nilai yang didapat dari urutan prioritas, pada metode ini menggabungkan nilai yang didapat dari survei visual.

1. Lalu lintas harian rata – rata

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) ini digunakan untuk memperkirakan pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan tersebut sebagai dasar untuk merencanakan overlay atau pekerjaan transportasi. Perhitungan pertumbuhan lalu lintas ini menggunakan metode rata-rata seperti berikut:

$$i = \left(\frac{LHR_{2018} - LHR_{2017}}{LHR_{2017}} \right) \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

2. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas yaitu berkembangnya daerah tersebut, dan kemampuan untuk membeli kendaraan dan sebagainya.

Tabel 1 Pertumbuhan Lalu Lintas

	2011 – 2020	>2021 – 2030
Arteri dan Perkotaan (5)	5	4
Kolektor Rural	3,5	2,5
Jalan Desa	1	1

Sumber: Manual Pekerjaan Jalan No 02/M/BM/2013

3. Umur rencana
Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Pada perencanaan ini menggunakan umur rencana perkerasan 5 tahun.
4. Angka ekuivalen
Angka ekuivalen (E) yaitu beban sumbu setiap kendaraan yang akan menimbulkan suatu kerusakan, pada bina marga tahun 2005 perhitungan angka ekuivalen ditentukan dengan rumus berikut:

$$\text{Angka ekuivalen STRT} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (Ton)}}{5,4} \right)^4 \dots (2)$$

$$\text{Angka ekuivalen STRG} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (Ton)}}{8,16} \right)^4 \dots (3)$$

$$\text{Angka ekuivalen SDRT} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (Ton)}}{13,76} \right)^4 \dots (4)$$

$$\text{Angka ekuivalen STRRG} = \left(\frac{\text{Beban Sumbu (Ton)}}{18,45} \right)^4 \dots (5)$$
5. Lalu lintas pada lajur rencana
Lalu lintas pada lajur rencana (w18) diberikan dalam kumulatif beban gandar standar. Untuk mendapatkan lalu lintas pada lajur rencana ini digunakan perumusan berikut ini:

$$W18 = DD \times DL \times w18 \dots (6)$$
6. Indeks permukaan
Indeks permukaan ini menyatakan nilai ketidakrataan dan kekuatan perkerasan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat. Adapun beberapa ini IP beserta artinya adalah seperti yang tersebut di bawah ini:
 - a. IP = 2,5: menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.
 - b. IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
 - c. IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
 - d. IP = 1,0: menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat
7. Reabilitas
Konsep reliabilitas merupakan upaya untuk menyertakan derajat kepastian (*degree of certainty*) ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bermacam-macam alternatif perencanaan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana).

Tabel 2. Rekomendasi Tingkat Reliabilitas

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi Tingkat Reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85 – 99,9	80 – 99,9
Arteri	80 – 99	75 – 95
Kolektor	80 – 95	75 – 95
Lokal	50 – 80	50 – 80

Sumber: Pt – T-01-2002-B

Deviasi standar (S0) harus dipilih yang mewakili

- kondisi setempat. Rentang nilai S0 adalah 0,40 – 0,50
8. Modulus Relisien
Modulus resilien (MR) tanah dasar juga dapat diperkirakan dari CBR standar dan hasil atau nilai *tessoil index*. Perhitungan Modulus resilien dapat menggunakan rumus berikut:

$$MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR \dots (7)$$
9. Koefisien kekuatan relatif
Untuk perhitungan pelapisan tambah (*overlay*), kekuatan struktur perkerasan jalan lama (*existing pavement*) diukur menggunakan alat FWD.
10. Indeks Tebal Permukaan perlu (ITP perlu)
Perhitungan Indeks Tebal Perkerasan Perlu dapatdihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_{RX}S_0 + 9,36\log_{10}(ITP + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta I P}{P_0 - P_t}\right)}{0,40 + \frac{(ITP + 1)^{5,19}}{1}} + 2,32 r \times \log (M) - 8,0 \dots (8)$$
11. Indeks Tebal Perkerasan ada (ITP ada)
Perhitungan perencanaan tebal perkerasan ada atau ITP eksisting dalam pedoman ini didasarkan pada kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan perkerasan dengan rumus berikut:

$$ITP_{ada} = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3 \dots (9)$$
12. Menentukan lapis tambahan
Menentukan lapis tambah menggunakan rumus berikut:

$$\Delta ITP = ITP_{perlu} - ITP_{ada/eksisting} \dots (10)$$

$$\Delta ITP = D \times a \dots (11)$$

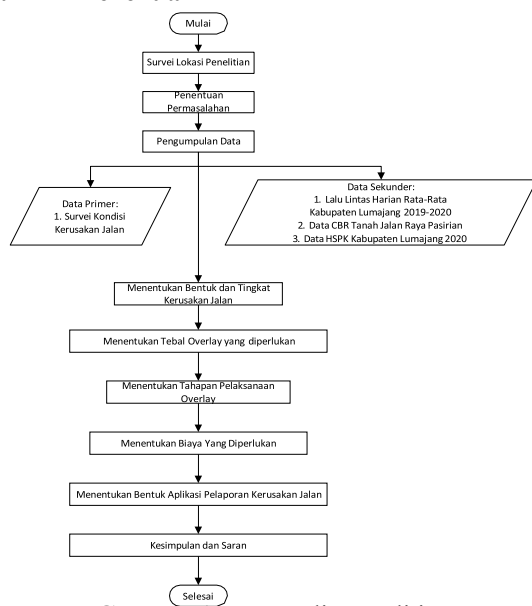
Rencana Anggaran Biaya

Komponen aplikasi *android* yaitu:

1. Aplikasi *mobile*
2. Figma *design*
3. PHP *My Admin*
4. *Application Programming Interface (API)*
5. *Visual Basic Studio Code*
6. *Android Studio*

Berisi berupa uraian tahapan penelitian secara rinci dengan desain, metode, atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan untuk mencapai tujuan penelitian, tanpa mencantumkan bagan alir, sitasi memakai sistem IEEE.

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

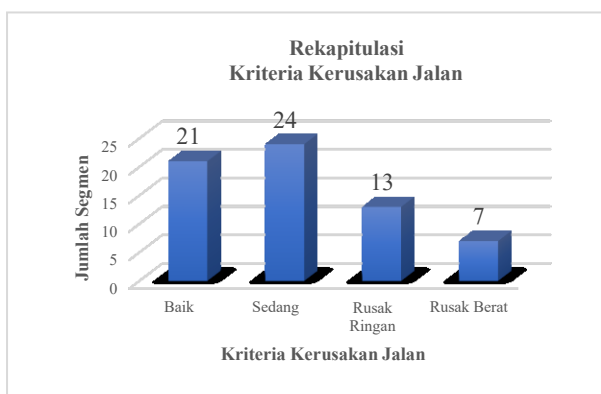
Metode SDI

Tabel 3 Contoh Analisa Kerusakan Jalan Metode SDI

No	Kerusakan	Survey	Nilai SDI	Perhitungan	Jumlah
1	Luas Retak	> 30 %	40	40	40
2	Lebar Retak	Lebar > 3m	Hasil SDI X 2	40x2	80
3	Jumlah Lubang	10 - 50 / 100 mm	Hasil SDI + 75	80+75	155
4	Bekas Roda	1 - 3 cm dalam	Hasil SDI + 5 X 2	155+5x2	165

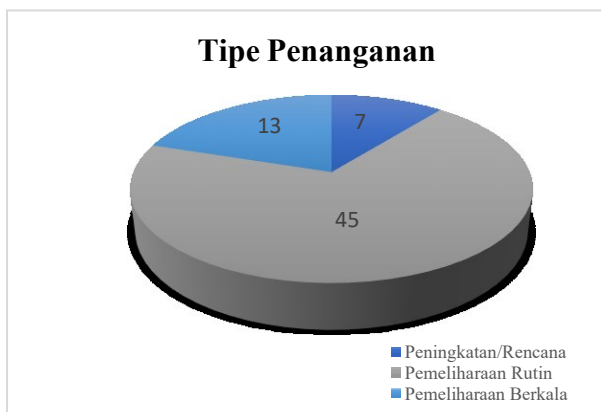
Sumber: Hasil Analisa Perhitungan

Berikut rekapitulasi hasil analisa kerusakan jalan menggunakan metode SDI menurut kriteria kerusakan jalan serta rekapitulasi jenis penanganan yang dilakukan.



Gambar 4 Rekap Kriteria Kerusakan Jalan

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan



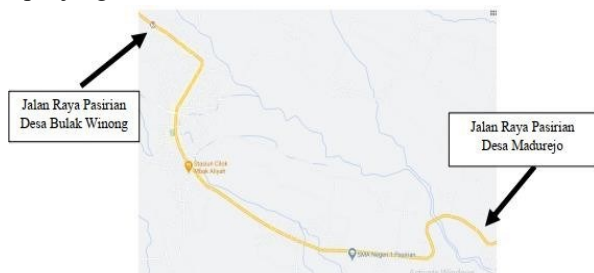
Gambar 5 Rekap Kriteria Kerusakan Jalan

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Survei Penelitian

Lokasi penelitian di Jalan Raya Pasirian Desa Bulak Winong – Desa Madurejo Kab. Lumajang Jawa Timur, sepanjang 426 Km Sta.0+000 – Sta. 6+426.



Gambar 2 Peta Lokasi Penelitian

Sumber: Google maps



Gambar 3 Dokumentasi Survey Kerusakan Jalan

Sumber: Hasil Survey

Pada hasil analisa bentuk dan tingkat kerusakan jalan sesuai perhitungan dengan kondisi keadaan jalan baik 30,77%, keadaan jalan sedang 36,92%, keadaan jalan rusak ringan 21,54% dan keadaan jalan rusak berat 10,77%. Maka jalan tersebut akan diberikan perlakuan berupa peningkatan atau rencana berupa overlay, dengan presentase peningkatan 11%, pemeliharaan rutin 69% dan pemeliharaan berkala 20%.

Metode Bina Marga 2002

a. Nilai LHR

Tabel 4. Nilai LHR

No	Jenis Kendaraan	Tahun 2020	Umur Rencana	LHR Rencana 2025
1	1.1 (MC)	369151	5	2263594,6
2	1.1 (M.P)	16142	5	18987,965
3	1.2 (Bus)	74	5	80,29433
4	1.2L (Truck)	10290	5	11961,988
5	1.2H (Truck)	116	5	300,18899
6	1.22 (Truck)	68	5	430,27128
7	1.2+2.2 (Trailler)	245	5	377,18421

Sumber: Hasil Analisa Perhitungan

b. Angka Ekvivalen (E)

Tabel 5 Nilai Ekvivalen

Jenis Kendaraan	Nilai E
1.1 (MP)	0,002352096
1.2 (Bus)	0,383904614
1.2L (Truck)	0,277693467
1.2H (Truck)	6,42E+00
1.22 (Truck)	5,242221431
1.2+2.2 (Trailler)	5,700017604

Sumber: Hasil perhitungan

c. Nilai W18

Hasil perhitungan nilai beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun (W18) didapat sebesar 10695264,92 ESAL.

d. Reliabilitas dan Standart Normal Deviate (Z_R)

Nilai reliability didapat 95%, sehingga untuk nilai deviasi standar normal Z_R sebesar -1,645. Nilai deviasi standar (So) yang digunakan yaitu 0,45

e. Serviceability

Indeks kemampuan pelayanan awal (P_o) = 3,9

Indeks kemampuan pelayanan akhir (P_t) = 2,5

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$= 3,9 - 2,5 = 1,4$$

f. CBR Tanah Dasar

Tabel 6 Persamaan Trend Grafik

No.	Trend	Persamaan
1	<i>Ekspontensial</i>	$y = 0,0001x^2 - 0,0343x + 1,7838$
2	<i>Linear</i>	$y = -0,0215x + 1,5048$
3	<i>Polynomial</i>	$y = 5,9573^{-0,059x}$

Sumber: Hasil perhitungan

Dapat disimpulkan pada tabel 3.2 bahwa dalam perhitungan nilai CBR menggunakan trend grafik

Ekspontensial, dikarenakan nilai regresi (R²) mendekati 1(satu). Dari analisa diatas didapat CBR tanah dasar rencana sebesar 30%.

g. Modulus Resilient (MR)

$$M_R = 1500 \times CBR \text{ (psi)}$$

$$= 1500 \times 3$$

$$= 4500 \text{ psi}$$

h. Perhitungan Indeks Tebal Permukaan Perlu

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) perlu dengan umur rencana 5 tahun didapat angka 3,426 (dengan cara dicoba dan di masukkan pada rumus 8)

i. Perhitungan Indeks Permukaan Eksisting

- Lapis permukaan 5 cm = 1,989 inchi = 1,989 x 0,20 x 37% = 0,145
 - Lapis pondasi atas 10 cm = 3,937 inchi = 3,937 x 0,35 x 100% = 1,378
 - Lapis pondasi bawah 20 cm = 7,880 inchi = 3,937 x 0,14 x 100% = 1,103
- Total ITP eksisting = 2,627

j. Perhitungan Tebal Overlay

$$\Delta ITP = ITP_{\text{perlu}} - ITP_{\text{eksisting}} = 3,426 - 2,627 = 0,799 \text{ inchi}$$

$$\Delta ITP = a \times DI$$

$$0,375 = 0,40 \times DI$$

$$DI = 1,999 \text{ inchi}$$

$$= 4,997 \text{ cm} \sim 5 \text{ cm}$$

Hasil bentuk penanganan jalan dari perhitungan di atas ketebalan *Overlay* yang didapat yaitu dengan tebal minimum 5 cm dengan umur rencana 5 tahun menggunakan Laston MS 744, susunan perkerasan jalan dengan *overlay*.

Tahap Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan perbaikan kerusakan jalan pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang dimulai dari pekerjaan persiapan, pekerjaan perbaikan, pekerjaan overlay dan pekerjaan marka jalan.

Rencana Anggaran Biaya

Tabel 7 Rencana Anggaran Biaya

REKAPITULASI RENCANA ANGGARAN BIAYA		
PROYEK :	PENINGKATAN JALAN RAYA PASIRIAN STA 0+000 - STA 6+546	
KABUPATEN :	LUMAJANG (JAWA TIMUR)	
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP.)
1	2	6
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 40.768.606
2	PEKERJAAN PERBAIKAN	Rp 1.330.904.323
3	PEKERJAAN OVERLAY	Rp 272.756.497
4	PEKERJAAN FINISHING	Rp 65.998.570
JUMLAH TOTAL		Rp 1.710.427.996,12
JUMLAH		Rp 1.710.427.996,12
PPn 10%		Rp 171.042.799,61
TOTAL		Rp 1.881.470.795,74
DIBULATKAN		Rp 1.881.471.000

Sumber: Hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan rekapitulasi rencana anggaran biaya

pekerjaan *Overlay* sepanjang 6,426 KM pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang dengan Metode Bina Marga 2002, diperoleh total biaya untuk keseluruhan pekerjaan adalah Rp. 1.881.471.000.

Aplikasi Sistem Pelaporan

Gambar 6. Tabel Pelaporan
Sumber: Hasil Analisa

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang adalah:

1. Pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang terdapat beberapa bentuk kerusakan seperti lubang, retak halus, retak buaya, retak kotak-kotak, retak memanjang, retak samping jalan dan bekas roda. Hasil tingkat kerusakan kondisi baik dengan presentase 30,77%, hasil kerusakan kondisi sedang dengan presentase 36,92%, hasil kerusakan kondisi rusak ringan dengan presentase 21,54 % dan hasil kerusakan kondisi rusak berat dengan presentase 10,77%.
2. Bentuk perbaikan kerusakan yang ada pada ruas Jalan Raya Pasirian – Jalan raya Pasirian adalah penambalan dan overlay pada sta 0+000, 1+9000, 3+500, 4+000, 4+200, 4+300 dan 4+700. Tebal overlay yang diperlukan untuk peningkatan jalan

pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang yaitu 5 cm.

3. Tahapan pelaksanaan perbaikan kerusakan jalan pada Jalan Raya Pasirian – Jalan Raya Pasirian Kabupaten Lumajang dimulai dari pekerjaan persiapan, pekerjaan perbaikan, pekerjaan overlay dan pekerjaan marka jalan.
4. Hasil rencana anggaran biaya pada perbaikan kerusakan jalan raya pasirian-jalan raya pasirian kabupaten Lumajang sebesar Rp. 1.881.471.000 (satu milyar delapan ratus delapan puluh satu juta empat ratus tujuh puluh satu ribu rupiah).
5. Aplikasi sistem pelaporan ini dapat membantu dan mempermudah dalam menentukan prioritas jalan yang akan diperbaiki serta dapat membantu dalam penyimpanan data kerusakan jalan dan pengguna.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Suswandi, 2009. Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode SDI Studi Kasus Ruas Jl. Lingkar Selatan, Yogyakarta
- [2] Fadly Achmad, 2013. Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode SDI Studi Kasus Ruas NasionallSimu – Paguyanan, Gorontalo
- [3] Hardiyatmo,H,C., 2007, Pemeliharaan Jalan Raya, Yogyakarta, Gajah Mada
- [4] Hendrick Simangusong,2014. Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode SDI Dengan Metode Bina Marga 1987 Studi Kasus Ruas Jl. Lingkar Selatan, Yogyakarta
- [5] Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997
- [6] Margareth,E.B., 2012, Perbandingan Metode Bina Marga dan Metode Pavement
- [7] S Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 38Tahun 2004 tentang Jalan
- [8] Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur JalanRaya Dengan Bina Marga 2003
- [9] Petunjuk Perencanaan Evaluasi Kerusakan Jalan Dengan Bina Marga 2011b
- [10] Petunjuk Perencanaan Evaluasi Kerusakan Jalan Dengan Bina Marga 2011a
- [11] Shahin, M. Y. 1994. Pavement Management for Airports, Roads, And Parking Lots. Chapman & Hall. New York
- [12] Surface Distress Index (SDI), Jurnal. Program studi Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknik 2013, Universitas Nusa Cendana Kupang, Nusa Tenggara Timur
- [13] Yoder, E.J dan Witzcak, M.W. 1975, Principles of Pavement Design, A Wiley – Interscience Publication, New York.