

**ANALISIS TINGKAT KERUSAKAN RUAS JALAN DAN SOLUSI PENANGANANNYA
PADA RUAS JALAN SAWAH LUNTO, KOTA SAWAH LUNTO****LELI HONESTI¹, YESSY YUSNITA², RYAN EKO ALHAADI³**Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang^{1,2,3}

Corresponding author: leli.honesti@itp.ac.id

DOI: <http://dx.doi.org/10.31869/rtj.v7i2.5477>

Abstract : *The Sawahlunto Road section is a connecting road between Sawahlunto City and Tanah Datar Regency, where a lot of vehicles pass through this road so the road damage that occurs on this road section results in the structural and functional condition of the road being no longer able to provide optimal service. Therefore, this research aims to analyze the damage to flexible pavement using the Pavement Condition Index (PCI) method on the Sawahlunto Street, from Sta 2+000 to Sta 3+200, precisely from Simpang Kolok Mudik Street to the Sawahlunto Triangle Square. The data used is primary data, namely data obtained from field surveys in the form of documentation of width, length, and depth of road damage, while secondary data is a map of the research location taken via the Google Earth application. Based on the research results, there are 7 types of damage and the percentage of damage on the road includes potholes at 1.124%, subsidence damage at 43.33%, patch damage at 6.098%, granular release damage at 46.670%, fine crack damage at 1.204%, crack damage. crocodile skin was 0.449%, edge crack damage was 1.123%. Hence, with a total length of the Sawahlunto Road section of 1.2 km, the road damage index value obtained using the PCI method was 53, falling into the range (41-55) with the Fair damage category. Because this road is one of the access roads between Sawahlunto City and Tanah Datar Regency, it can be recommended to replace this road section with composite pavement (a combination of flexible and rigid pavement) because composite pavement has higher lower structural strength and the top layer uses flexible pavement to provide comfort for motorists who use this road.*

Abstrak: Ruas Jalan Sawahlunto merupakan ruas jalan penghubung antara Kota Sawahlunto dan Kabupaten Tanah Datar, yang mana banyak sekali kendaraan yang melalui jalan tersebut sehingga kerusakan jalan yang terjadi diruas jalan tersebut mengakibatkan keadaan struktur dan fungsional jalan sudah tidak mampu memberikan pelayanan optimal. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan jalan perkerasan lentur dengan menggunakan Metoda Pavement Condition Index (PCI) pada ruas Jalan Sawahlunto Sta 2+000 s/d Sta 3+200, tepatnya dari Jalan Simpang Kolok Mudik sampai dengan Lapangan Segitiga Sawahlunto. Data yang digunakan adalah data primer yaitu data yang didapatkan dari survey ke lapangan berupa dokumentasi kerusakan jalan, lebar kerusakan jalan, panjang kerusakan jalan, serta kedalaman kerusakan jalan, sedangkan data sekunder berupa peta lokasi penelitian yang diambil melalui aplikasi google earth. Berdasarkan dari hasil penelitian terdapat 7 jenis kerusakan dan persentase kerusakan pada jalan tersebut diantaranya: lubang sebesar 1,124%, kerusakan amblas sebesar 43,33%, kerusakan tambalan sebesar 6,098%, kerusakan pelepasan butiran sebesar 46,670%, kerusakan retak halus sebesar 1,204%, kerusakan retak kulit buaya sebesar 0,449%, kerusakan retak pinggir sebesar 1,123%. Jadi dengan total panjang ruas Jalan Sawahlunto 1,2 km didapatkan nilai indeks kerusakan jalan dengan metoda PCI diperoleh nilai sebesar 53, dimana kerusakannya termasuk kedalam rentang 41-55 dengan kategori kerusakan sedang. Dikarenakan jalan ini sebagai salah satu akses jalan antara Kota Sawahlunto dan Kabupaten Tanah Datar dapat disarankan agar mengganti ruas jalan ini dengan perkerasan komposit yaitu gabungan perkerasan lentur dan kaku, dengan lapisan atasnya menggunakan perkerasan lentur. Hal ini karena perkerasan komposit akan memiliki kekuatan struktur bawah yang lebih tinggi. Sedangkan perkerasan lentur di atasnya akan memberikan kenyamanan bagi pengendara yang melalui jalan tersebut.

Keywords : PCI, Kerusakan Jalan, Indeks Kerusakan

A. Pendahuluan

Permasalahan banjir yang sering terjadi sepanjang musim hujan sering disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi dan durasi yang panjang. Sehingga debit air sungai mengalami kenaikan yang cukup drastis, akibatnya sejumlah material seperti pohon, batuan besar, sampah-sampah ikut terbawa arus sungai. Jalan merupakan infrastruktur yang menunjang pertumbuhan ekonomi dan berperan sangat penting untuk kemajuan dan pembangunan suatu wilayah. Indonesia sebagai negara yang sangat luas dan berkembang memang membutuhkan jalan yang berkualitas untuk menunjang kehidupan masyarakat dalam melaksanakan semua kegiatan ekonomi, apakah dalam bidang barang ataupun jasa. Jaringan jalan apakah itu jalan nasional, provinsi, atau daerah banyak kurang memuaskan bagi pengguna jalan karena dalam banyak kasus keadaan jaringan jalan tersebut banyak yang rusak. Berdasarkan UU No. 38 Tahun 2004, PP No. 34 Tahun 2006 dan Dirjen Bina Marga tahun 2014 tentang Jalan, dinyatakan bahwa pembangunan dan pengembangan jalan umum dilaksanakan dengan lebih memprioritaskan pengembangan jaringan jalan di senter senter produksi serta banyak jalan yang saling berhubungan antara sentral sentral produksi, distribusi dan daerah pemasaran.

Sarana dan prasarana jalan untuk kelancaran transportasi, aman, nyaman dan efisien mempunyai dampak yang besar terhadap penghematan biaya transportasi, pembangunan daerah dan daya saing masing-masingnya. Tetapi dalam perjalanannya, kinerja jalan bisa menjadi buruk sehingga jauh dari kata mulus, aman, nyaman dan efisien karena masyarakat banyak berperan didalamnya sehingga merusak pada kinerjanya. Dalam hal ini, jaringan jalan apakah berupa jalan nasional, provinsi, atau daerah dianggap kurang memuaskan bagi pemakai jalan dan disini dapat dilihat adanya beberapa kasus dimana keadaan jaringan jalan tersebut sudah dalam keadaan rusak karena kinerjanya yang buruk. Kerusakan tersebut berdampak langsung terhadap aktivitas jalan raya, khususnya permukaan jalan yang mengalami kerusakan (surfacing). Jenis kerusakan yang dapat terjadi pada permukaan ini bisa bermacam-macam seperti retakan, kerusakan tepi perkerasan, kerusakan tekstur perkerasan, lubang, dan lain-lain. Beberapa faktor dapat menyebabkan kerusakan jalan, dimana beberapa penyebabnya diantaranya adalah perubahan suhu, air dan temperature udara, material konstruksi perkerasan jalan yang tidak sesuai, tidak stabilnya kondisi tanah dasar menyebabkan hasil pemadatan tanah dasar tidak sesuai dengan spesifikasi, muatan kendaraan yang melebihi tonase, karena volume rencana kendaraan tidak sesuai dengan kenyataan di lapangan disebabkan peningkatan jumlah kendaraan tidak sesuai dengan umur rencana jalan (Yudaningrum, 2017). Untuk itu perlu studi lebih lanjut untuk mengevaluasi kinerja permukaan jalan untuk mengetahui kinerja jalan yang ada sehingga didapatkan solusi apa yang terbaik untuk peningkatan kinerja jalan tersebut (Saputro, 2011). Pengamatan visual perlu dilaksanakan dengan melakukan survei secara berkala untuk menentukan kriteria, kondisi dan tingkat kerusakan jalan. Hal ini penting dilaksanakan secara periodik untuk menentukan tingkat layanan jalan pada saat itu (Sukirman, 1999, Shahin, 2005, Djalante, 2011, Mubarak, 2016, Widianto, 2017). Setelah dilakukan penilaian, maka dilakukan tindakan lebih lanjut untuk menjaga kondisi jalan tetap berfungsi baik secara fungsional maupun secara struktural.

Kerusakan yang mempengaruhi aktivitas jalan raya secara langsung, khususnya kerusakan pada permukaan (surfacing). Permukaan ini dapat mengalami berbagai jenis kerusakan, termasuk retakan, kerusakan tepi perkerasan, kerusakan tekstur perkerasan dan lubang.

Karena banyaknya lalu lintas, yang dapat diukur dari volume lalu lintas yang melintasi jalan menuju Talawi, kerusakan di Jalan Kota Sawahlunto adalah contoh kerusakan jalan yang dapat dilihat secara langsung. Permukaan jalan ini mengalami banyak jenis kerusakan, termasuk retakan, lubang, plak, partikel lepas, dan kerusakan lainnya. Kerusakan dan faktor lingkungan lainnya menyebabkan lalu lintas di ruas jalan ini sedikit terhambat. Oleh karena itu, dilakukan kajian pada ruas jalan tersebut untuk mengetahui jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan alternatif pilihan perbaikan ruas jalan tersebut di kota Sawahlunto. Ruas Jalan Sawahlunto sendiri berada di daerah Sawahlunto Kota Sawahlunto yang mana ruas jalan ini adalah jalan akses menuju kampus Talawi.

Ruas Jalan Sawahlunto memiliki dua jalur dua arah terbagi dengan status jalan kota.

Untuk mengkaji lebih dalam mengenai kerusakan yang terjadi pada lapis permukaan perkerasan lentur di Ruas Jalan Sawahlunto ini, maka dilakukan penelitian pada daerah ini. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: 1) untuk menentukan jenis kerusakan yang terdapat pada lapis permukaan perkerasan Ruas Jalan Sawahlunto, Kota Sawahlunto; 2) untuk menentukan tingkat kerusakan jalan pada Ruas Jalan Sawahlunto, Kota Sawahlunto, dan 3) untuk menentukan alternatif solusi perbaikan dari kerusakan yang ada.

B. Metodologi Penelitian

Untuk menentukan jenis kerusakan jalan, metode yang digunakan adalah metode *Pavement Condition Index* (PCI). Data kerusakan jalan juga diambil menggunakan metode PCI ini. Sistem ini digunakan untuk menilai kondisi perkerasan yang didasarkan pada jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi. Hasil ini dapat menjadi pedoman/ acuan dalam perbaikan dan pemeliharaan jalan. Pembagian nilai kondisi perkerasan ini disarankan oleh FAA (1982) dan Shahin (1994). Pengamatan kondisi kerusakan jalan tersebut didasarkan teknik pengamatan langsung di lapangan. Hal ini dilakukan untuk menentukan kondisi dan tingkat kerusakannya. Metode PCI ini dikeluarkan oleh *American Society of Testing and Material* D6433-07 (ASTM D6433-07).

Data Primer pada penelitian ini didapatkan dengan melakukan survey langsung kelapangan yaitu melihat dan mendokumentasikan kondisi kerusakan jalan yang ada pada ruas Lapangan Segitiga Sawahlunto sampai ke Jalan Simpang Kolok Mudik. Data Sekunder pada penelitian ini didapatkan dengan mencari data tersebut ke lembaga-lembaga atau instansi terkait, yang terlihat pada **Tabel 1.** berikut.

Tabel 1. Data Primer dan Data Sekunder

No	Jenis Data	Sumber Data	
1.	Data Primer	Survey dan Dokumentasi Kondisi Kerusakan Jalan	Survey langsung kelapangan di Jalan Lapangan Segitiga Sawahlunto sampai ke Jalan Simpang Kolok Mudik
2.	Data Sekunder	Peta Lokasi Penelitian	<i>Google Earth</i>

Pada penelitian ini menggunakan metode analisa PCI (*Pavement Condition Index*), dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

- Survey kelapangan melihat kondisi kerusakan jalan dari Jalan Simpang Kolok Mudik sampai titik akhirnya di Persimpangan Lapangan Segitiga Sawahlunto.
- Menentukan jenis kerusakan jalan.
- Menghitung tingkat kerusakan (*Saverity Level*).
- Analisa perhitungan dengan Metode PCI
- Menghitung nilai kerapatan (*Density*) yaitu persentase luasan kerusakan terhadap luasan unit penelitian.
- Jenis perbaikan kerusakan jalan dan saran perbaikan.

C. Analisa dan Pembahasan

Analisa

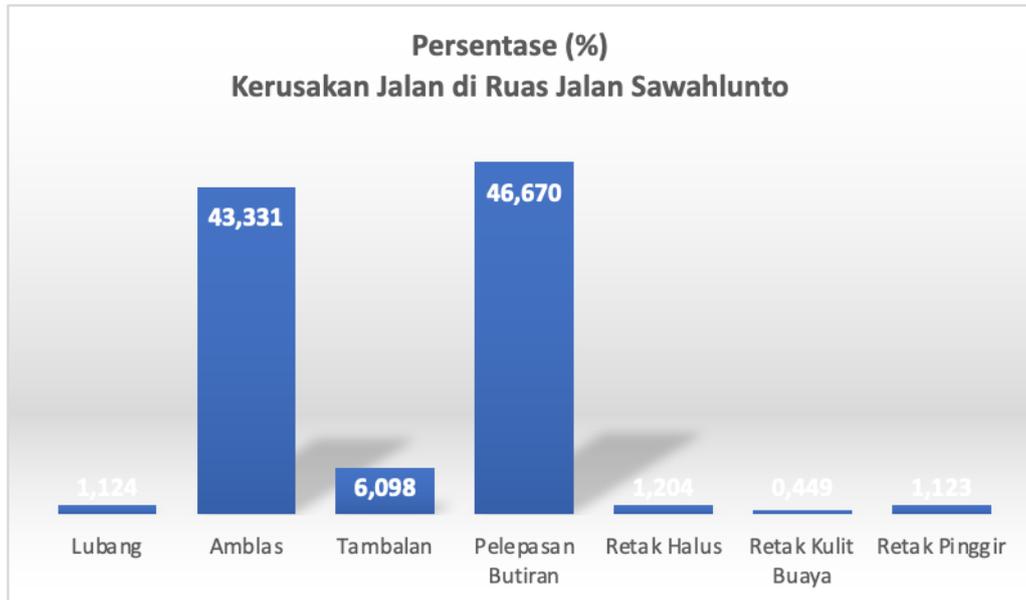
Dari hasil perhitungan dengan panjang ruas Jalan tinjauan sepanjang 1.200 m dari arah Jalan Simpang Kolok Mudik - Jalan Lapangan Segitiga Sawahlunto yang diukur per 100 m kerusakannya dan total kerusakan jalan 311,5525 m². Untuk hasil perhitungan persentase kerusakan jalan dapat dilihat pada **Tabel 2.** dan **Gambar 1.** di bawah ini.

Tabel 2. Perhitungan persentase kerusakan

NO	Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan (m ²)	Persentase Kerusakan (%)
1	Lubang	3,503	1,124

2	Amblas	135,000	43,331
3	Tambalan	19,000	6,098
4	Pelepasan Butiran	145,400	46,670
5	Retak Halus	3,750	1,204
6	Retak Kulit Buaya	1,400	0,449
7	Retak Pinggir	3,500	1,123
Total		311,553	100,000

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)



Gambar 1. Diagram Persentase (%) Kerusakan Jalan di ruas Jalan Sawahlunto

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

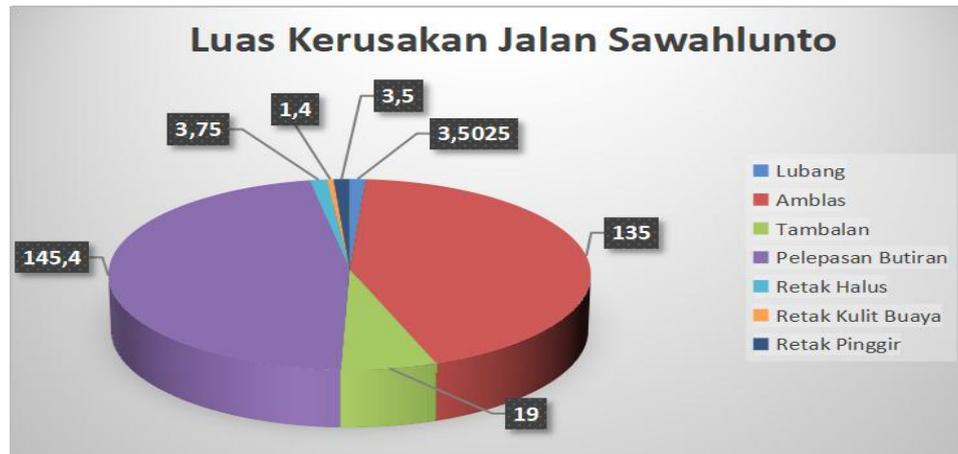
Dari hasil perhitungan maka didapatkan total nilai PCI yaitu sebesar 636 dengan jumlah segmen adalah 12 segmen, sehingga berdasarkan nilai tersebut dapat dicari nilai PCI rata-rata untuk ruas jalan Simpang Kolok Mudik - Jalan Lapangan Segitiga Sawahlunto dengan menggunakan rumus :

$$PCI = \frac{\sum PCI_s}{N} \quad (1)$$

Maka, diperoleh nilai PCI sebesar 53 dengan kondisi 'Sedang'.

Pembahasan

1. Setelah dilakukan analisis untuk perhitungan jenis dan luas kerusakan jalan yang terjadi di ruas Jalan Sawahlunto didapatkan jenis kerusakan jalan sebagai berikut: lubang, amblas, tambalan, pelepasan butiran, retak halus, retak kulit buaya, serta retak pinggir. Dengan persentase luas kerusakan jalannya yaitu lubang sebesar 1,124%, kerusakan amblas sebesar 43,33%, kerusakan tambalan sebesar 6,098%, kerusakan pelepasan butiran sebesar 46,670%, kerusakan retak halus sebesar 1,204%, kerusakan retak kulit buaya sebesar 0,449%, kerusakan retak pinggir sebesar 1,123% dapat dilihat pada **Gambar 2.** di bawah ini.



Gambar 2. Diagram Luas Kerusakan Jalan Sawahlunto
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2023)

2. Setelah dilakukan analisis kerusakan pada 12 segmen jalan di ruas jalan Sawahlunto dengan metoda PCI didapatkan nilai indeks PCI dan kategori tingkat kerusakannya. Tingkat kerusakan jalan pada ruas Jalan Sawahlunto pada segmen 1 (STA 2+000 s/d 2+100) sebesar 42 masuk kategori 'Sedang', segmen 2 (STA 2+100 s/d 2+200) sebesar 48 masuk kategori 'Sedang', segmen 3 (STA 2+200 s/d 2+300) sebesar 26 masuk kategori 'Buruk', segmen 4 (STA 2+300 s/d 2+400) sebesar 66 masuk kategori 'Baik', segmen 5 (STA 2+400 s/d 2+500) sebesar 66 masuk kategori 'Baik', segmen 6 (STA 2+500 s/d 2+600) sebesar 55 masuk kategori 'Sedang', segmen 7 (STA 2+600 s/d 2+700) sebesar 36 masuk kategori 'Buruk', segmen 8 (2+700 s/d 2+800) sebesar 86 masuk kategori 'Sempurna', segmen 9 (STA 2+800 s/d 2+900) sebesar 63 masuk kategori 'Baik', segmen 10 (STA 2+900 s/d 3+000) sebesar 64 masuk kategori 'Baik', segmen 11 (STA 3+000 s/d 3+100) sebesar 44 masuk kategori 'Sedang', segmen 12 (3+100 s/d 3+200) sebesar 40, termasuk kategori 'Buruk'. Sehingga didapatkan jumlah total indeks nilai PCI sebesar 636, dan dibagi dengan 12 segmen sehingga didapatkan hasil sebesar '53' yang mana ruas Jalann Sawahlunto ini termasuk kedalam kategori kondisi 'Sedang'.
3. Alternatif perbaikan dari kerusakan di ruas Jalan Sawahlunto
 - a. Untuk nilai PCI dalam rentang 86-100 dikategorikan 'Sempurna' yaitu STA 2+700 s/d STA 2+800. Tindakan perbaikan bisa sedikit dilakukan perawatan atau bisa juga tidak dilakukan perawatan, atau bisa juga memakai perawatan (*fog seal rejuvenation*) yaitu campuran aspal emulasi dan air yang dihamparkan pada permukaan jalan.
 - b. Untuk nilai PCI dalam rentang 56-70 dikategorikan 'Baik' diantaranya adalah STA 2+300 s/d 2+400, STA 2+400 s/d 2+500, STA 2+800 s/d 2+900, dan STA 2+900 s/d 3+000. Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah *Cape Seals*. Perawatan *cape seals* akan membantu memperpanjang umur perkerasan sampai rehabilitasi atau rekontruksi dapat dilakukan.
 - c. Untuk nilai PCI dalam rentang 41-55 dikategorikan 'Sedang' diantaranya adalah STA 2+000 s/d 2+100, STA 2+100 s/d 2+200, STA 2+500 s/d 2+600, dan STA 3+000 s/d 3+100. Tindakan perbaikan yang dilakukan adalah penambalan (*Patching*) yaitu memperbaiki kerusakan-kerusakan pada badan jalan terutama pada lapisan perkerasan dengan penutup aspal. Kerusakan-kerusakan yang dimaksud seperti lubang, jalan bergelombang, alur dengan kedalaman lebih dari 30 mm pada badan jalan, amblas dengan kedalaman yang lebih dari 50 mm dan retak buaya dalam jumlah yang besar.
 - d. Untuk nilai PCI dalam rentang 26-40 dikategorikan 'Buruk' diantaranya adalah STA 2+200 s/d 2+300, STA 2+600 s/d 2+700, dan STA 3+100 s/d 3+200. Peningkatan Struktur Jalan (*Overlay*) adalah bagian dari perbaikan yang dapat dilakukan. *Overlay* adalah lapis perkerasan tambahan yang dipasang di atas struktur perkerasan yang sudah ada. Tujuannya adalah untuk

meningkatkan kekuatan struktur perkerasan yang ada sehingga dapat melayani lalu lintas yang direncanakan di masa mendatang.

D. Penutup

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Jenis kerusakan yang terjadi di ruas Jalan Sawahlunto diantaranya adalah: lubang, amblas, tambalan, pelepasan butiran, retak halus, retak kulit buaya, retak pinggir. Jenis kerusakan yang paling banyak adalah pelepasan butiran dengan persentase luas kerusakan sebesar 46,670%, sedangkan yang paling sedikit adalah retak buaya sebesar 0,449%.
2. Tingkat kerusakan jalan pada ruas Jalan Sawahlunto dengan metode PCI (*Pavement Condition Index*) didapatkan indeks nilai 53 dengan kondisi 'Sedang'.
3. Jenis alternatif solusi perbaikan jalan diruas Jalan Sawahlunto tergantung dari kondisi jalannya.
 - a) Pada STA 2+200 s/d 2+300, STA 2+600 s/d 2+700, dan STA 3+100 s/d 3+200 termasuk kondisi jalan 'Buruk' teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah *Overlay*.
 - b) Pada STA 2+000 s/d 2+100, STA 2+100 s/d 2+200, STA 2+500 s/d 2+600, dan STA 3+000 s/d 3+100 termasuk kondisi jalan 'Sedang' teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah *Patching*.
 - c) Pada STA 2+300 s/d 2+400, STA 2+400 s/d 2+500, STA 2+800 s/d 2+900, dan STA 2+900 s/d 3+000 termasuk kondisi jalan 'Baik' dimana teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah *Cape Seals*.
 - d) Pada STA 2+700 s/d 2+800 termasuk kondisi jalan 'Sempurna' dimana teknik perbaikan yang dapat dilakukan adalah *Foq Seal*.

Merujuk pada hasil penelitian Analisis Kerusakan Jalan pada Perkerasan Lentur di Ruas Jalan Sawahlunto, maka disarankan sebagai berikut :

1. Agar kerusakan jalan yang terjadi tidak semakin parah, maka kondisi jalan yang rusak agar segera dilakukan perbaikan baik struktural maupun non struktural.
2. Kerusakan yang ada di jalan Sawahlunto ini masih tergolong 'Sedang' oleh karena itu perlu diadakannya pemeliharaan secara berkala agar jalan ini tetap bisa dilewati dengan aman dan nyaman, serta disarankan agar dapat merancang drainase yang lebih baik agar kerusakan jalan tidak bertambah parah jika hari hujan dapat menyebabkan tergenangnya air di jalan.
3. Dikarenakan jalan ini sebagai salah satu akses jalan antara Kota Sawahlunto dan Kabupaten Tanah Datar dapat disarankan agar mengganti ruas jalan ini dengan perkerasan komposit (gabungan perkerasan lentur dan kaku) karena perkerasan komposit memiliki kekuatan struktur bawah yang lebih tinggi dan lapisan atasnya menggunakan perkerasan lentur agar memberikan kenyamanan bagi pengendara yang melalui jalan tersebut.

Daftar Pustaka

- ASTM Designation D6433. 2007, *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*.
- Mubarak, H, 201. Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI). Studi Kasus: Jalan Soekarno Hatta Sta. 11+150 s.d 12+150, Jurnal SAINTIS Universitas Islam Riau, Vol. 16 No. 01 Tahun April 2016, hal 94-109, ISSN: 141-7783
- Dirjen Bina Marga. (2014). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta Selatan.
- Djalante, S, 2011. Evaluasi Kondisi dan Kerusakan Perkerasan Lentur di beberapa Ruas Jalan Kota Kendari, Jurnal MEKTEK Universitas Tadulako Palu, Vol. 13 No. 01 Tahun Januari 2011, hal 01-15, ISSN: 1411-0954.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2004. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2004, PP No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan, Jakarta.

- Pemerintah Republik Indonesia. 2006. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan. Jakarta.
- Saputro, Agung., Ludfi Djakfar., Arif Rachmansyah, 2011. “*Evaluasi Kondisi Jalan dan Pengembangan Prioritas Penanganannya (Studi Kasus di Kecamatan Kepanjen Kabupaten Malang)*”. Jurnal Rekayasa Sipil 5 (2)
- Shahin, M. Y. 1994, *Pavement Management for Airport, Road, and Parking Lots*, Chapman & Hall, New York.
- Shahin, M. Y, 2005. *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*, Springer Publisher, ISBN-13: 978-0387-23464-9.
- Sukirman, 1999 *Dasar - Dasar Perencanaan Geometrik Jalan raya*, Cetakan Ketiga, Penerbit Nova, Bandung
- Widianto, B.W., 2017. *Pavement Condition Index (PCI) Runway Bandara Halim Perdanakusuma*, Jakarta, Jurnal REKA RACANA Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung, Vol. 3 No. 01 Tahun Maret 2017, hal 01-13, ISSN: 24772569.
- Yudaningrum, Farida., Ikhwanul. 2017. *Identifikasi Jenis Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu – Meteseh)*. Teknika Vol. XII No. 2.1 - 54