

ANALISA KONDISI KERUSAKAN JALAN RAYA PADA LAPISAN PERMUKAAN JALAN SOEKARNO - HATTA KOTA SAWAHLUNTO SUMATERA BARAT

ANALYSIS OF ROAD DAMAGE CONDITIONS ON THE SURFACE LAYER OF ROAD SOEKARNO - HATTA, SAWAHLUNTO CITY, WEST SUMATERA

Ade Astra Winata ¹⁾, Adrian Fadli ²⁾, Al-Azhar ³⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Universitas Ekasakti Padang.

E-mail: ade.astra579@gmail.com

INFO ARTIKEL

Koresponden

Ade Astra Winata
ade.astra579@gmail.com

Kata kunci

Pavement Condition Index (PCI), Kerusakan, identifikasi, segmen

Open Access at :

<https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/>

Hal : 014 - 023

ABSTRAK

Secara umum jalan dibangun sebagai prasarana untuk memudahkan mobilitas dan aksesibilitas kegiatan sosial ekonomi dalam masyarakat. Mengingat manfaatnya yang begitu penting maka dari itulah sektor pembangunan dan pemeliharaan jalan menjadi prioritas untuk dapat diteliti dan dikembangkan dalam perencanaan, pelaksanaan, serta pemeliharannya. Ruas jalan penelitian adalah Soekarno-Hatta Kota Sawahlunto Sumatera Barat sepanjang 3,00 km dibagi menjadi beberapa segmen dengan ukuran 100 x 5 m yang mengalami kerusakan yang cukup signifikan, Kerusakan yang terjadi pada jalan ini adalah retak buaya, lubang, retak pinggir, dan pelepasan butir, sehingga cukup mengganggu kelancaran arus lalu lintas yang ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan pada permukaan jalan dan mengetahui nilai kondisi kerusakan perkerasan jalan. Serta memberikan rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode PCI (*Pavement Condition Index*). PCI (*Pavement Condition Index*) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi, dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Setelah melakukan analisa kondisi permukaan perkerasan jalan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*), maka didapat nilai PCI tiap-tiap unit sampel yang menunjukkan hasil kondisi perkerasan jalan yang terjadi pada ruas jalan Raya Desa Kapur mulai dari STA 4 + 200 s/d STA 7 + 000, setelah dirata - ratakan didapat nilai PCI sebesar 35,24 dan tergolong dalam tingkat kerusakan jelek (*Poor*). Alternatif perbaikan yang sesuai adalah program tambalan (*patching*), dilapisi ulang (*overlay*) dan selanjutnya dilakukan pemeliharaan rutin.

Copyright © 2018 JAES. All rights reserved.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Corresponden
Ade Astra Winata
ade.astra579@gmail.com

Keywords:
Pavement
Condition Index
(PCI), Damage,
identification,
segment

Open Access at :
[https://ojs-](https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/)
[ft.ekasakti.org/inde](https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/)
[x.php/JAES/](https://ojs-ft.ekasakti.org/index.php/JAES/)

Page : 014 – 023

In general, roads are built as infrastructure to facilitate mobility and accessibility of socio-economic activities in the community. Given the benefits that are so important, that is why the road construction and maintenance sector is a priority to be researched and developed in planning, implementation, and maintenance. The research road section is Soekarno–Hatta, Sawahlunto City, West Sumatra along 3.00 km divided into several segments with a size of 100 x 5 m which suffered significant damage. grains, so that it is enough to interfere with the smooth flow of existing traffic. This study aims to determine the type and level of damage to the road surface and determine the value of the condition of road pavement damage. And provide recommendations for improvement. The method used in this study is the PCI (Pavement Condition Index) method. PCI (Pavement Condition Index) is a road pavement condition assessment system based on the type, level and extent of damage that occurs, and can be used as a reference in maintenance efforts. After analyzing the condition of the pavement surface using the PCI (Pavement Condition Index) method, the PCI value of each sample unit is obtained which shows the results of the pavement conditions that occur on the Jalan Raya Desa Kapur section starting from STA 4 + 200 to STA 7 + 000, after being averaged, the PCI value is 35.24 and is classified as a bad damage level (Poor). The appropriate repair alternative is a patching program, overlaying and then routine maintenance.

Copyright © JAES. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Secara umum jalan dibangun sebagai prasarana untuk memudahkan mobilitas dan aksesibilitas kegiatan sosial ekonomi dalam masyarakat. Keberadaan jalan raya sangatlah diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi, perdagangan serta sektor lainnya.

Lapisan perkerasan jalan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan. Menurunnya tingkat pelayanan jalan ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan perkerasan jalan, kerusakan yang terjadi juga bervariasi pada setiap segmen di sepanjang ruas jalan dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, maka akan dapat kondisi lapisan perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Untuk mencapai pelayanan pada kondisi yang baik selama umur rencana tersebut, diperlukan adanya upaya pemeliharaan jalan. Pemeliharaan dan rehabilitasi kerusakan jalan ini juga memerlukan biaya yang tidak sedikit. Oleh karena itu diperlukan evaluasi kondisi kerusakan perkerasan untuk menentukan jenis pemeliharaan dan penanganan apa yang tepat untuk dilaksanakan. Sehingga perlu dilakukan penelitian awal terhadap kondisi permukaan jalan dengan melakukan survai secara visual yang berarti dengan cara melihat dan menganalisa kerusakan

tersebut berdasarkan jenis dan tingkat kerusakannya untuk digunakan sebagai dasar dalam melakukan kegiatan pemeliharaan dan perbaikan

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan mulai pada tanggal 14 Oktober 2019 selama 2 minggu sampai tanggal 28 Oktober 2020. Kemudian pengajuan judul dimulai pada tanggal 02 November 2019. Selanjutnya proposal dilakukan pada minggu pertama bulan Juni 2020 yaitu tanggal 02 Juni 2020..

Variabel Penelitian

Menurut Suharsimi Arikunto (1998:99) variabel penelitian adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian. Dalam hal ini yang menjadi variabel yaitu kerusakan jalan pada jalan Soekarno - Hatta Kota Sawah Lunto Sumatera Barat tahun 2019.

1. Teknik Pengumpulan Data

Data dikelompokkan menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder

1. Data Primer

Data primer yang diperoleh adalah:

- a. Jenis-jenis kerusakan yang terjadi
- b. Luas kerusakan per titik kerusakan
- c. Luas kerusakan per stasiun
- d. Tingkat kerusakan
- e. Kerapatan kerusakan
- f. Data lingkungan sekitar
- g. Data LHR
- h. Foto-foto dokumentasi

2. Data sekunder

Data sekunder yang di ambil berupa :

- a. Tinjauan Literatur
- b. Data curah hujan harian
- c. Data kelas jalan

2. Metode Analisa Data

Sebagian data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis dengan teknik analisis deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan keadaan atau fenomena tertentu. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menganalisa data untuk menentukan nilai PCI jalan tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Menghitung density yang merupakan persentase luasan kerusakan terhadap luasan unit penelitian.
- b. Menghitung nilai pengurangan (*deduct value*).
- c. menghitung nilai total pengurangan Total Deduct Value (TDV) untuk masing-masing unit penelitian.
- d. menghitung nilai koreksi nilai pengurangan CDV (*Corrected Deduct Value*) untuk masing-masing unit penelitian.
- e. Menghitung nilai Pavement Condition Index (PCI) untuk masing-masing unit penelitian.
- f. Menghitung nilai rata-rata PCI dari semua unit penelitian pada suatu jalan yang diteliti untuk mendapatkan nilai PCI dari jalan.
- g. Menentukan kondisi perkerasan jalan dengan menggunakan nilai PCI..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum pada Lokasi Penelitian

Berikut ini data karakteristik jalan di kawasan jalan Soekarno - Hatta Kota Sawahlunto Sumatera Barat :

- Tipe Perkerasan: Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)
- Tipe Jalan : 2 Jalur, 1 lajur, 2 Arah tak terbagi (2/2 TB)
- Lebar Perkerasan : 5 m
- Panjang Segmen : 3 km (pada penelitian)
- Lebar Bahu : 1,5 m

Analisa Survey Lapangan

Hasil pengukuran kondisi kerusakan jalan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1 Data Luasan Kerusakan Jalan (m²)

No.	STA	Jenis Kerusakan			
		Retak Buaya (Alligator Cracking)	Alur Pinggir (Rutting)	Lubang (Potholes)	Pelepasan Butir (Ravelling)
1.	4 + 100			51	12
2.	4 + 200			14	2
3.	4 + 300		4	71	10
4.	4 + 400			43	2
5.	4 + 500			29	3
6.	4 + 600		5,2	31	10
7.	4 + 700			7	1
8.	4 + 800			2,5	
9.	4 + 900		6	31	5
10.	5 + 000			51	6
11.	5 + 100		8	41	
12.	5 + 200	1		51	
13.	5 + 300			25	11
14.	5 + 400		2	30	10
15.	5 + 500				
16.	5 + 600		2	2,5	10
17.	5 + 700		2		
18.	5 + 800	0,5	3	25	
19.	5 + 900		2		10
20.	6 + 000		3	51	10
21.	6 + 100		5	31	
22.	6 + 200			30	12
23.	6 + 300	1		51	2
24.	6 + 400		1	32	
25.	6 + 500			34	
26.	6 + 600			30	10
27.	6 + 700				2
28.	6 + 800			20	13
29.	6 + 900			16,5	
30.	7 + 000			34	
Jumlah Total Luas		2,5	43,2	834,5	141
Persentase		0,025	0,43	8,35	1,41

Sumber : Pengukuran Data, 2020

Mencari Persentase Kerusakan (*Density*)

Ambil perhitungan pada STA 4 +100 s/d STA 4 + 200

Luas pada 1 segmen (As) = 100 m x 5 m = 500 m²

a. Lubang (Potholes)

$$\text{Density} = \frac{A_d}{A_s} \times 100\%$$

$$\text{Density} = \frac{51 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} \times 100\%$$

Kelas kerusakan adalah Medium (M)

b. Pelepasan Butir (Ravelling)

$$\text{Density} = \frac{A_d}{A_s} \times 100\%$$

$$\text{Density} = \frac{12 \text{ m}^2}{500 \text{ m}^2} \times 100\%$$

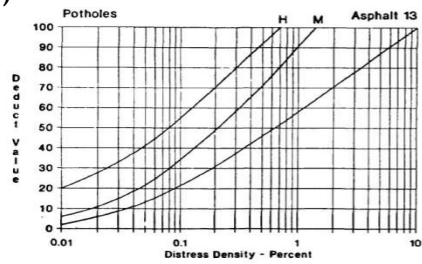
$$\text{Density} = 2,4 \%$$

Kelas kerusakan adalah Low (L)

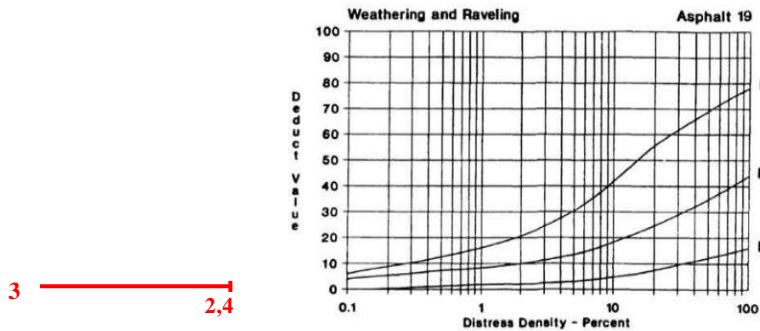
Menentukan Nilai Pengurangan (DV)

Setelah didapat nilai density maka di masukkan pada grafik DV di bawah ini :

a. Lubang (*Potholes*)



b. Pelepasan Butir (*Ravelling*)



Tabel 4.2 Nilai Deduct Value pada Setiap Kerusakan pada 1 Segmen

Jenis Kerusakan	Kelas Kerusakan	Density (%)	Deduct Value
Lubang	Medium (M)	10,2	100
Pelepasan Butiran	Medium (M)	2,4	3

Sumber: Penilaian Data 2020

Mencari Nilai TDV

Nilai TDV merupakan penjumlahan dari nilai DV

$$TDV = 100 + 3$$

$$TDV = 103$$

Mencari Nilai q

Mencari nilai q :

HDVi = ambil nilai DV terbesar yaitu 34,45

$$Mi = 1 + (9/98) * (100 - HDVi)$$

$$Mi = 1 + (9/98) * (100 - 3)$$

Mi = 9,91 => tidak perlu ada pengurangan,

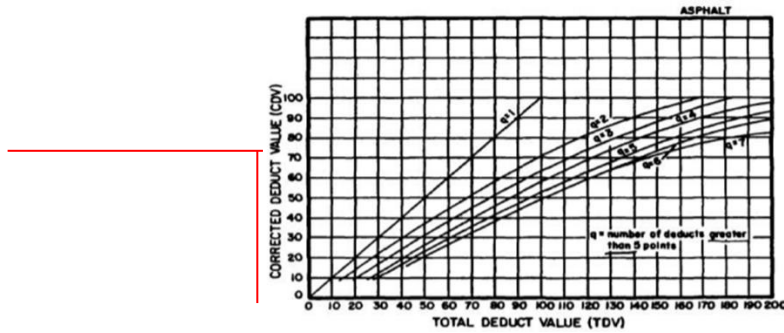
maka nilai q = 1

Nilai q didapat dari nilai CV > 2, dari data di atas yang memiliki nilai CV > 2 ada 1

sehingga nilai q = 1

Mencari Nilai CDV

Cara mencari nilai CDV dengan menggunakan grafik :



Menghitung Nilai PCI

Setelah CDV diperoleh, maka nilai PCI untuk STA 4 + 100 s/d STA 4 + 200 adalah sebagai berikut :

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 72$$

$$PCI = 28$$

Berdasarkan hasil PCI pada STA 4 + 100 s/d STA 4 + 200 maka nilai kerusakan yang diperoleh adalah 28 dengan kategori **Jelek (Poor)**

Menentukan PCI_(s) Total adalah :

Dengan jumlah total PCI adalah sebesar 1057,2 dan banyak data (N) adalah 30

$$PCI_s = \frac{\text{Total Jumlah PCI}}{N}$$

$$PCI_s = \frac{1057,2}{30}$$

$$PCI_s = 35,24$$

Nilai PCL_(s) dikategorikan kepada **Jelek (poor)**.

Berikut ini beberapa dokumentasi kerusakan jalan pada jalan Soekarno – Hatta Kota Sawah Lunto Sumatera Barat :



Gambar 4.2 Dokumentasi Retak Buaya (*Alligator Cracking*)



Gambar 4.3 Dokumentasi Lubang (*Potholes*)



Gambar 4.4 Dokumentasi Alur Pinggir (*Rutting*)



Gambar 4.5 Dokumentasi Pelepasan Butir (*Ravelling*)

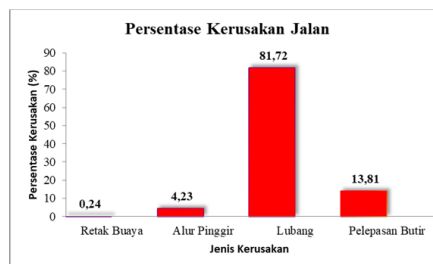
Dari analisa data di atas didapat persentase kerusakan :

Tabel 4.4 Persentase Kerusakan Jalan

<u>Jenis Kerusakan</u>	<u>Persentase Kerusakan</u>
<u>Retak Buaya</u>	0,24 %
<u>Alur Pinggir</u>	4,23 %
<u>Lubang</u>	81,72 %
<u>Pelepasan Butir</u>	13,81 %
Total	100 %

Sumber : Pengolahan Data, 2020

Berikut diagram perbandingan masing-masing kerusakan jalan :



Gambar 4.6 Diagram Persentase Kerusakan Jalan

Mengidentifikasi Penyebab Kerusakan Jalan

Analisa Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas yang digunakan yaitu data LHR berdasarkan survey, yang dilakukan selama 3 hari yaitu hari sabtu, minggu, dan senin yang mewakili 5 hari kerja. Lamanya waktu survey di ambil 12 jam atau mencakup hampir 12% dari arus lalu lintas selama 24 jam yaitu pukul 06.00 – 18.00 WIB.

Adapun pembagian pengamatan survey terbagi atas 2 segmen atau 2 pos pengamatan. Berikut hasil pengamatan volume lalu lintas :

Tabel 4.5 Jumlah Kendaraan Rata-Rata SMP Per Jam

Hari	Pos Pengamatan	Rata-Rata Kendaraan SMP Per Jam			Total Kendaraan
		Kendaraan Berat (HV)	Kendaraan Ringan (LV)	Sepeda Motor (MC)	
Sabtu	1	16	114	279	409
	2	13	108	275	396
Minggu	1	7	106	264	376
	2	6	102	262	370
Senin	1	29	124	289	442
	2	26	117	284	427

Sumber : Hasil Perhitungan, 2020

Dari tabel 4.5 dibuat jumlah rata-rata hari pengamatan (sabtu, minggu, senin) dari total jumlah seluruh pos pengamatan (dua titik pos pengamatan), dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Sabtu} = (409 + 396)/2 = 402,5 \approx 403 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Minggu} = (376 + 370)/2 = 373 \text{ smp/jam}$$

$$\text{Senin} = (442 + 427)/2 = 434,5 \approx 435 \text{ smp/jam}$$

Dari hitungan diatas terlihat bahwa lalu lintas harian rata-rata paling tinggi adalah hari senin yaitu 435 SMP/Jam. Ini menunjukkan bahwa jalan masih memenuhi standar yang ditetapkan Bina Marga yaitu untuk jalan sekunder atau jalan penghubung LHR < 2000 SMP/Jam.

Analisa Curah Hujan

Berikut ini data Curah hujan daerah Sawahlunto :

Tabel 4.6 Data Curah Hujan Selama 5 Tahun (2015 – 2019)

No	Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agus	Sep	Okt	Nov	Des	Jumlah
1	2015	262	67	291	372	183	135	122	299	189	382	668	309	3279
2	2016	234	274	266	210	321	381	320	174	424	242	450	203	3499
3	2017	355	229	152	241	204	193	174	144	148	533	293	464	3130
4	2018	148	257	209	359	222	94	323	73	54	444	405	551	3139
5	2019	150	373	262	343	437	128	274	208	231	232	299	445	3382
Jumlah														16429

Sumber : Stasiun Pos Hujan BMKG

Maka Curah Hujan rata-rata selama 5 tahun adalah sebagai berikut :

- Jumlah curah hujan tahun 2015 adalah 3279 mm/ tahun
- Jumlah curah hujan tahun 2016 adalah 3499 mm/ tahun
- Jumlah curah hujan tahun 2017 adalah 3130 mm/ tahun
- Jumlah curah hujan tahun 2018 adalah 3139 mm/ tahun
- Jumlah curah hujan tahun 2019 adalah 3382 mm/ tahun

Sementara itu, jumlah curah hujan selama 5 tahun adalah sebesar 16429 mm/5 tahun dengan rata-rata curah hujan adalah sebesar 3285,8 mm, termasuk curah hujan tinggi atau diatas normal (> 900 mm/th).

Penanganan Kerusakan Jalan

Untuk teknik perbaikan kerusakan disarankan untuk melakukan pemeliharaan berkala jalan dan rehabilitasi jalan. Dikarenakan adanya pengaruh kurang baiknya drainase dikawasan tersebut sementara curah hujan tergolong tinggi yang sehingga perlunya perbaikan drainase. Rehabilitasi kerusakan-kerusakan jalan perlu diberikan penanganan khusus secara maksimal agar terjaganya kelancaran lalu lintas berkendara yang aman juga nyaman serta meminimalisir terjadinya kecelakaan bagi pengendara yang melewati kawasan tersebut.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil observasi dilapangan serta hasil dari analisa data, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah melakukan identifikasi secara visual, kerusakan jalan yang terjadi di jalan Soekarno - Hatta Kota Sawah Lunto adalah kerusakan retak buaya (*alligator cracking*), alur pinggir (*rutting*), lubang (*potholes*), pelepasan butir (*raveling*). Jenis kerusakan yang paling dominan adalah kerusakan lubang (*potholes*) dengan persentase sebesar 81,72% dari total kerusakan keseluruhan, sementara untuk kerusakan lainnya seperti retak buaya (*alligator cracking*) memiliki persentase sebesar 0,24%, alur pinggir (*rutting*) sebesar 4,23%, dan pelepasan butir (*raveling*) adalah 13,81%.
2. Setelah dilakukan analisa perhitungan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*), didapat nilai rata-rata PCI adalah sebesar 35,24 dan dikategorikan jelek (*poor*). Kondisi perkerasan jelek ini salah satunya disebabkan oleh keadaan curah hujan yang cukup tinggi, dengan curah hujan rata-rata selama 5 tahun tahun sebesar 3285,8 mm berkisar di atas normal (>900 mm/tahun). Kemudian setelah dilakukan survey langsung dilapangan, drainase jalan dalam kondisi buruk, bahkan sebagian besar drainase yang ada tidak berfungsi/tersumbat dan tertutup rerumputan sehingga mempercepat kerusakan terjadi sementara itu persentase lalu lintas kendaraan tidak melebihi kapasitas jalan dengan LHR rata-rata dibawah 2000 SMP/Jam.
3. Penanggulangan kerusakan jalan jika dilihat dari kondisi kerusakan jalan yang ada, jalan yang mengalami kerusakan lubang-lubang perlu dilakukan penambalan (*paching*) serta dilapisi ulang (*overlay*) agar bekas tambalan yang dilakukan dan retakan-retakan serta kerusakan-kerusakan lainnya yang terjadi di sepanjang jalan tersebut tertutupi oleh aspal hotmix agar air tidak meresap kedalam lapisan jalan yang menyebabkan terjadinya kerusakan berulang pada jalan tersebut dan selanjutnya dilakukan pemeliharaan berkala untuk menjaga kondisi jalan tetap maksimal juga rehabilitasi jalan.

Saran

Dari hasil penelitian evaluasi tingkat kerusakan pada jalan Soekarno - Hatta kota Sawah Lunto Sumatera Barat yang dilakukan, peneliti mencoba memberikan saran yaitu :

1. Untuk dapat mempertahankan jalan ini dalam kondisi mantap, maka sistem pemeliharaan yang ada sekarang perlu di kaji ulang dengan membuat sistem pemeliharaan yang benar-benar terprogram sesuai dengan identifikasi tingkat kerusakan yang terjadi agar dapat menghemat biaya anggaran perbaikan jalan tersebut.
2. Untuk penelitian-penelitian berikutnya dapat membandingkan metode (PCI) dengan metode-metode lain seperti Bina Marga dan Asphal Institute untuk mengetahui kondisi permukaan jalan
3. Perlunya dilakukan penanganan kerusakan jalan untuk mengurangi tingkat kecelakaan dan memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.
4. Jika kerusakan-kerusakan yang terjadi di lapangan akan dilakukan perbaikan, hendaknya terlebih dahulu dilakukan observasi langsung di lapangan oleh pihak terkait, agar perbaikan yang dilakukan sesuai dengan kondisi kerusakan yang terjadi, sehingga perbaikan yang dilakukan akan lebih efektif dan efisien.

5. Untuk mempertahankan kinerja perkerasan, diperlukan beberapa tindakan perbaikan kerusakan, baik berupa pemeliharaan rutin yang dilakukan setiap tahun maupun pemeliharaan berkala yang biasanya dilakukan 2 atau 3 tahun sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Sukirman, Silvia., 1999, *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Bandung : Nova
- Paku, Bagus, Sudewo. 2015. *Kerusakan dan Perbaikan Jalan Desa Sumberdanti Kecamatan Sukowono Kabupaten Jember*. Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember. Jember
- Asphalt Institute MS-17, *Asphalt Overlay for Highway and Street Rehabilitation, Asphalt Institute (Manual Series no. 17), Second Edition*. Kentucky USA.
- Aydi, M., 2012, *Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI)*, Skripsi Fakultas Teknik UNTAN, Jurusan Teknik Sipil.
- Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, 2002, Rancangan Peraturan Pemerintah Tentang Perubahan Atas PP Nomor: 26 Tahun 1985 -Tentang Jalan, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1995, Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi. No. 001/T/Bt/1995,-Metode Survey, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1995, Petunjuk Pelaksanaan Pemeliharaan Jalan Kabupaten, Petunjuk Teknis No.024/T/Bt/1995, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hardiyatmo, H.C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi-1*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Munandar, Aris, 2015, *Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapisan permukaan (studi kasus : Jalan Adi Sucipto Sungai Raya, Kubu Raya)*. Skripsi Fakultas Teknik UNTAN, Jurusan Teknik Sipil.
- Suryawan, A., 2005, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)-Perencanaan Metode AASHTO 1993, Spesifikasi, Parameter Desain, Contoh Perhitungan*, Beta Offset, Yogyakarta.