

ANALISIS KERUSAKAN LAPIS PERMUKAA PERKERASAN LENTUR BESERTA STRATEGI PENANGANANNYA (STUDI KASUS JL. KESUMA BANGSA, SAMARINDA)

Berthania Christie, M. Jazir Alkas, Budi Haryanto

Teknik Sipil Universitas Mulawarman Samarinda

Jl. Sambaliung No. 9 Gunung Kelua Samarinda, 75119. Telp: 0541-736834, Fax: 0541 –

749315 Email: dekan@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Kondisi permukaan perkerasan pada dasarnya ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan permukaan. Kerusakan yang terjadi umumnya bervariasi di sepanjang ruas jalan yang ditinjau dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, maka hal tersebut akan memperburuk kondisi lapisan perkerasan. Tidak adanya upaya penanganan kerusakan jalan ditemukan pula pada ruas Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda. Jalan Kesuma Bangsa merupakan jalan penghubung pusat pelayanan dalam kota. Kerusakan yang ada hingga saat ini belum ditangani dengan baik. Oleh sebab itu diperlukan upaya untuk mengevaluasi kondisi permukaan perkerasan jalan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa.

Penelitian terhadap kondisi fungsional permukaan perkerasan diperoleh dengan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI). Metode ini dapat memberikan informasi berupa nilai kondisi permukaan perkerasan beserta skala tingkat kondisinya. Metode PCI diawali dengan membagi ruas jalan yang ditinjau menjadi sampel unit area menjadi 30 meter x 5,5 meter kemudian dilakukan survey inspeksi kondisi permukaan perkerasan secara visual dengan mengamati tipe kerusakan, dimensi kerusakan serta penentuan tingkat kerusakannya. Proses analisisnya dilakukan dengan menghitung densitas, menentukan *deduct value*, *total deduct value*, *corrected deduct value*, nilai PCI serta tingkat kondisi permukaan perkerasan berdasarkan nilai PCI yang diperoleh. Selanjutnya diberikan upaya rekomendasi perbaikan yang bersumber dari aturan Bina Marga - Metode Perbaikan Standar.

Dari hasil penelitian, diketahui bahwa nilai PCI pada ruas Jalan Kesuma Bangsa ialah sebesar 69,002% dan tergolong dalam kondisi baik (*good*). Kondisi ini menunjukkan bahwa Jalan Kesuma Bangsa secara keseluruhan masih dalam keadaan baik namun disarankan untuk segera melakukan upaya pemeliharaan jalan demi meningkatkan kualitas jalan tersebut agar tidak terus menurun.

Kata Kunci: *Pavement Condition Index*, PCI, *Rating*, Perbaikan

ABSTACT

Road Pavement Condition are basically marked by types of distress. Damage that occurs generally varies along the road section and if it left for a long period of time, it will be worsen the condition of pavement. The same things happened on Kesuma Bangsa Road. Kesuma Bangsa Road is the conneting road for the service center in the city. The existing damage on Kesuma Bangsa Road has not been handled properly. Therefore, it is required to evaluate the road pavement condition on Kesuma Bangsa Road.

This research implementation was visually completed by using Pavement Condition Index (PCI) Method. This method can provide information of pavement surface conditions and their ratting. This method started by dividing the road into several research unit in 30 x 5,5 m by size for each unit sample. Then, each of the research unit was observed and measured to identify the distress types, dimension and severity lebel. The analysis process of this method was started by calculated the density of distress types, determine deduct value, total deduct value, corrected deduct value, and to obtain PCI ratting value of pavement. The last analysis is to provide damage repair recommendations by using the regulation of Bina Marga 1995 – Standard Repair Method.

Based on the result of study, PCI value average for Kesuma Bangsa Road is 69,002% wich is classified as good level. This condition shows that the Kesuma Bangsa Road is classified as good condition but it is advisable to immediately make efforts to maintain the road in order to improve the quality of the road so that is does not continue to be hereditary.

Keywords: Pavement Condition Index, PCI, Ratting, Rehabilitation.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tingkat pelayanan jalan pada dasarnya ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan perkerasan jalan. Kerusakan yang terjadi umumnya bervariasi untuk masing-masing segmen di sepanjang ruas jalan yang ditinjau dan apabila kondisi tersebut dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, maka hal tersebut akan memperburuk kondisi lapisan perkerasan. Hal ini dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan serta kelancaran dalam berkendara sehingga upaya pemeliharaan jalan perlu untuk dilakukan.

Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda merupakan jalan yang berfungsi menghubungkan pusat pelayanan dalam kota. Hal ini dikarenakan Jalan Kesuma Bangsa menghubungkan tiga jalan yang merupakan kawasan pusat perdagangan dan jasa yaitu Jalan Agus Salim, Jalan Pahlawan serta Jalan Bayangkara. Selain itu, Jalan Kesuma Bangsa juga digolongkan sebagai kawasan perkantoran karena dikelilingi oleh kantor-kantor pemerintahan seperti Dinas Kelautan Kota Samarinda, Dinas Perhutanan Kota Samarinda, Dinas Perhubungan Kota Samarinda serta Komite Olahraga Nasional Indonesia. Kedua hal ini selanjutnya menjadikan ruas jalan Kesuma Bangsa sebagai jalan dengan karakteristik lalu lintas

tinggi. Disisi lain, terdapat banyak tipe kerusakan yang terjadi pada Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda namun kerusakan tersebut belum ditangani dengan baik. Kedua kondisi ini selanjutnya mengakibatkan terjadinya penurunan tingkat pelayanan jalan pada Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui persentase kendaraan tidak diizinkan yang melintasi ruas Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda.
2. Mengetahui nilai Beban Sumbu Standar Kumulatif pada ruas Jalan Kesuma Bangsa selama umur rencana.
3. Mengetahui tipe kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda.
4. Mengetahui tipe kerusakan dominan yang teridentifikasi pada ruas Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda.
5. Mengetahui proses tahapan analisis kondisi fisik lapis permukaan perkerasan lentur dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) (1994).
6. Merekomendasikan penanganan yang dapat diberikan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda berdasarkan tipe kerusakan yang teridentifikasi dilapangan.

1.3 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan pada permukaan lapis permukaan perkerasan lentur untuk jalan raya.
2. Proses analisis kondisi lapis permukaan permukaan lapis lentur dilakukan dengan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) (1994).

3. Penanganan terhadap kondisi lapis permukaan perkerasan lentur dilakukan dengan menggunakan aturan Bina Marga Tahun 1995.
4. Proses analisis lalu lintas dilakukan dengan menggunakan pedoman Manual Perkerasan Jalan tahun 2017.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam proses penentuan kondisi perkerasan jalan, terdapat dua metode yang dapat digunakan yaitu metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan metode *Present Serviceability Index* (PSI). *Pavement Condition Index* atau Indeks Kondisi Perkerasan adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan yang ditinjau dari kondisi fisik permukaan perkerasan yang dilakukan secara visual dengan konsep manual. Metode ini dikembangkan oleh *U.S. Army Corp of Engineer* dengan mengacu pada ASTM D6433 (*Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Surveys*).

2.1 Tipe Kerusakan

Dalam perhitungan nilai kondisi permukaan perkerasan dengan metode PCI, dikenal 19 tipe kerusakan yang dapat terjadi pada perkerasan lentur.

- 1) Retak kulit buaya (*aligator cracking*)
- 2) Kegemukan (*bleeding*)
- 3) Retak blok (*block cracking*)
- 4) Tonjolan dan lengkungan/cekungan (*bump and sags*).
- 5) Keriting (*corrugation*)
- 6) Amblas (*depression*)
- 7) Retak pinggir (*edge cracking*)
- 8) Retak refleksi sambungan (*joint reflection cracking*)

- 9) Penurunan bahu jalan (*lane/shoulder drop off*)
- 10) Retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*)
- 11) Tambalan dan galian utilitas (*patching and utility cut patching*)
- 12) Pengausan agregat (*polished aggregate*)
- 13) Lubang (*pothles*)
- 14) Persilangan jalan rel (*railroad crossing*)
- 15) Alur (*rutting*).
- 16) Sungkur (*shoving*)
- 17) Retak selip (*slippage cracking*)
- 18) Pengembangan jembul (*swell*)
- 19) Pelapukan dan pelepasan butir (*weathering/raveling*)

2.2 Pavement Condition Index (PCI)

a. Kadar Kerusakan (*density*)

Density atau kadar kerusakan adalah persentase luas atau panjang dari suatu jenis kerusakan terhadap satu unit segmen yang ditinjau.

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\%$$

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100\%$$

$$Density = \frac{\text{Jumlah lubang}}{As} \times 100\%$$

Keterangan:

Ad : Luas kerusakan $m^2/sq. feet$

Ld : Panjang kerusakan ($m/feet$)

As : Luas total unit segmen ($m^2/ sq. feet$)

b. Nilai Pengurang (*deduct value*)

Deduct Value adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct*

value. Nilai *deduct value* dinyatakan sebagai satuan indeks yang menggabungkan parameter tipe, tingkat keparahan serta nilai kerapatan suatu kerusakan. Nilai *deduct value* ditentukan dengan kurva *deduct value* yang dibedakan berdasarkan jenis kerusakannya.

c. Total Deduct Value

Total Deduct Value (TDV) adalah nilai total dari *individual deduct value* untuk tiap jenis kerusakan yang dibedakan berdasarkan tingkat kerusakan yang ada pada suatu sampel unit area. Nilai *Total Deduct Value* diperoleh dengan menjumlahkan nilai *individual deduct value* pada suatu sampel unit area.

d. Corrected Deduct Value

Nilai CDV (*Corrected Deduct Value*) diperoleh dengan menggunakan kurva hubungan antara nilai TDV, CDV dan lengkung kurva nilai q. Penentuan nilai q dilakukan dengan menyesuaikan nilai *individual deduct value* yang memiliki nilai lebih besar dari 2 sebagai syarat untuk perkerasan lentur/rigid untuk jalan raya dan lapangan parkir. Dalam menentukan nilai q, terlebih dahulu dilakukan pengecekan nilai *deduct value* dengan rumus berikut

$$Mi = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - HDV_i)$$

Keterangan:

Mi : Nilai koreksi untuk *deduct value*

HDV_i : Nilai terbesar *Deduct value* dalam satu sampel unit)

e. Nilai PCI

$$PCI_s = 100 - CDV$$

$$PCI = \frac{\sum PCI_{(s)}}{n}$$

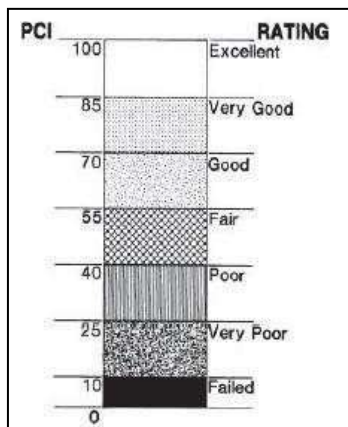
Keterangan:

PCI_s : Nilai PCI untuk tiap unit.

CDV : Nilai CDV untuk tiap unit.

n : Jumlah unit sampel

Nilai PCI_s yang diperoleh selanjutnya dihubungkan dengan tingkat kondisi perkerasan guna memperoleh kualitas perkerasan yang ditinjau.



Gambar 2.1 Tingkatan kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI (Shahin, 2005)

3. Metode Penelitian

3.1 Data yang digunakan

1. Volume lalu lintas pada ruas Jalan Kesuma Bangsa tahun 2018
2. Kerusakan Jalan yang diidentifikasi pada tahun 2018
 - a) Tipe kerusakan jalan berdasarkan jenis perkerasan
 - b) Dimensi kerusakan jalan (panjang, lebar, kedalaman, diameter, lebar celah)

- c) Tingkat kerusakan jalan
- d) Lokasi terjadinya kerusakan yang teridentifikasi

3.2 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di sepanjang ruas Jalan Kesuma Bangsa Kota Samarinda dengan panjang ± 662 meter tiap jalurnya. Lokasi penelitian terpusat pada dua titik berdasarkan arah jalur pada ruas jalan yang ditinjau.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Menentukan nilai kerapatan

Berikut ini ialah contoh perhitungan dalam menentukan nilai (*density*) dengan menggunakan data lapangan pada sampel unit ke-19.

1. Amblas (H)

$$= \frac{5.92+5.08+4.84}{1776.045} \times 100\% = 0,892\%$$
2. Retak memanjang (M)

$$= \frac{9.35}{1776.045} \times 100\% = 0,526\%$$
3. Tambalan & galian (M)

$$= \frac{5.3281+8.8802}{1776.045} \times 100\% = 0,8\%$$
4. Pengausan agregat

$$= \frac{1776.045}{1776.045} \times 100\% = 100\%$$
5. Lubang (M)

$$= \frac{2}{1776.045} \times 100\% = 0,113\%$$

4.2 Menentukan *deduct value*

Nlai *deduct value* untuk keseluruhan tipe kerusakan yang terjadi pada STA 0 + 540 s/d 0 + 570 ialah sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai DV sampel unit ke-19

Tipe kerusakan		DV
06H	Ambias	17
10M	Retak memanjang	5
11M	Tambalan dan galian utilitas	8
12	Pengausan agregat	20
13M	Lubang	36

4.3 Menentukan nilai TDV

Berikut ialah nilai TDV dengan menggunakan data lapangan pada STA sampel unit ke-19.

$$\begin{aligned}
 TDV_{\text{ sampel unit ke-19}} &= DV_1 + DV_2 + DV_3 + DV_4 + DV_5 \\
 &= 17 + 5 + 8 + 20 + 30 \\
 &= 86
 \end{aligned}$$

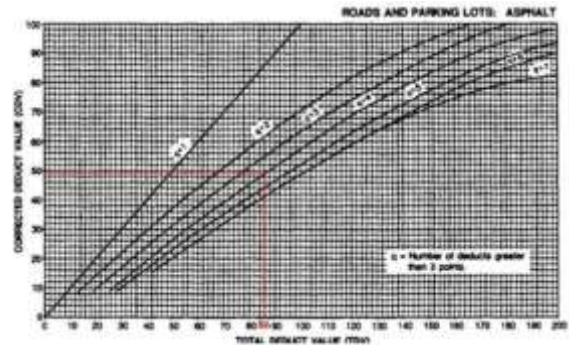
4.4 Menentukan nilai CDV

Berikut ini ialah proses pengecekan nilai *individual deduct value* dengan menggunakan data pada sampel unit area ke-19.

Tabel 2. Penentu nilai q

Tipe kerusakan (b)	M _i (d) [1 + (9/98) x (100-HDV)]	DV koreksi (e)	q (e)
06H	6,88	10,1	4
10M		5	
11M		1,12	
12		13,1	
13M		29,1	

Setelah nilai TDV diperoleh, dilakukan upaya dalam menentukan nilai CDV dengan menggunakan kurva CDV untuk perkerasan lentur jalan raya. Berikut ini ialah contoh perhitungannya



Gambar 1. nilai CDV pada sampel unit ke-19

dengan nilai TDV sebesar 86 dan nilai q sebesar 4, maka diperoleh nilai CDV pada sampel unit ke-19 sebesar 49,78 (digenapkan menjadi 50)

4.5 Menghitung PCI

$$PCI_{\text{ ke-19}} = 100 - CDV = 100 - 50 = 50$$

Berdasarkan perhitungan di atas, klasifikasi kondisi perkerasan pada sampel unit ke-19 dengan nilai 50 tergolong sedang (*fair*).

4.6 Rekapitulasi kondisi permukaan

Adapun rekapitulasi kondisi perkerasan untuk jalur 1 dijelaskan kedalam tabel berikut.

Tabel 3. Kondisi permukaan Jalur 1

STA	PCI	Rating
0 + 000 s/d 0 + 030	83	Very good
0 + 030 s/d 0 + 060	79	Very good
0 + 060 s/d 0 + 090	76.7	Very good
0 + 090 s/d 0 + 120	70	Very good
0 + 120 s/d 0 + 150	74	Very good
0 + 150 s/d 0 + 180	80	Very good
0 + 180 s/d 0 + 210	80	Very good
0 + 210 s/d 0 + 240	77.2	Very good

Tabel 3. Kondisi permukaan Jalur 1

STA	PCI	Rating
0 + 240 s/d 0 + 270	63.3	Good
0 + 270 s/d 0 + 300	72	Very good
0 + 300 s/d 0 + 330	64	Good
0 + 330 s/d 0 + 360	63.3	Good
0 + 360 s/d 0 + 390	78	Very good
0 + 390 s/d 0 + 420	84.6	Very good
0 + 420 s/d 0 + 450	61.3	Good
0 + 450 s/d 0 + 480	70,9	Good
0 + 480 s/d 0 + 510	59,3	Good
0 + 510 s/d 0 + 540	56.8	Good
0 + 540 s/d 0 + 570	50	Fair
0 + 570 s/d 0 + 600	63.7	Good
0 + 600 s/d 0 + 630	50	Fair
0 + 630 s/d 0 + 662	51.8	Fair

Sedangkan untuk ekapitulasi kondisi perkerasan untuk jalur 2 dijelaskan kedalam tabel berikut.

Tabel 4. Kondisi permukaan jalur 2

STA	PCI	Rating
0 + 000 s/d 0 + 030	65.1	Good
0 + 030 s/d 0 + 060	79	Very good
0 + 060 s/d 0 + 090	80	Very good
0 + 090 s/d 0 + 120	72.3	Very good
0 + 120 s/d 0 + 150	73.5	Very good
0 + 150 s/d 0 + 180	58.5	Good
0 + 180 s/d 0 + 210	75	Very good
0 + 210 s/d 0 + 240	70.9	Very good
0 + 240 s/d 0 + 270	81.4	Very good
0 + 270 s/d 0 + 300	79	Very good
0 + 300 s/d 0 + 330	73	Very good
0 + 330 s/d 0 + 360	66.7	Good
0 + 360 s/d 0 + 390	72.7	Very good
0 + 390 s/d 0 + 420	66.7	Good
0 + 420 s/d 0 + 450	67.3	Good
0 + 450 s/d 0 + 480	68	Good
0 + 480 s/d 0 + 510	72.7	Very good

Tabel 4. Kondisi permukaan jalur 2

STA	PCI	Rating
0 + 510 s/d 0 + 540	73	Very good
0 + 540 s/d 0 + 570	60	Good
0 + 570 s/d 0 + 600	56.8	Good
0 + 600 s/d 0 + 630	52.4	Fair
0 + 630 s/d 0 + 662	63.2	Good

Berdasarkan data pada tabel diatas, maka nilai rata-rata PCI pada ruas Jalan Kesuma Bangsa untuk masing-masing jalur dapat diketahui. Berikut ini ialah perhitungan dalam menentukan nilai kondisi perkerasan jalur 1 dan jalur 2 pada ruas jalan Kesuma Bangsa

1. Nilai PCI pada jalur 1

$$PCI_{J-1} = \frac{1508,9}{22} = 68,586 \%$$
2. Nilai PCI pada jalur 2

$$PCI_{J-2} = \frac{1527,2}{22} = 69,418 \%$$
3. Nilai PCI keseluruhan

$$PCI = \frac{138,005}{2} = 69,002 \%$$

Dari perhitungan di atas, diketahui bahwa nilai PCI untuk jalur 1 dan 2 pada ruas Jalan Kesuma Bangsa secara berurut ialah 68,586 % dan 69,418 % dan nilai PCI pada ruas Jalan Kesuma Bangsa secara keseluruhan ialah sebesar 69,002 %. Sehingga dapat diketahui bahwa kondisi permukaan perkerasan Jalan Kesuma Bangsa dengan nilai PCI sebesar 69,002 % dan terklasifikasi ke dalam kondisi permukaan baik (*good*). Hal ini menunjukkan bahwa kondisi permukaan perkerasan Jalan Kesuma Bangsa masih tergolong baik walaupun terdapat beberapa kerusakan yang terjadi dilapangan.

5. KESIMPULAN

1. Terdapat 8 tipe kerusakan yang terjadi pada Jalan Kesuma Bangsa yaitu retak

kulit buaya, cekungan, amblas, retak pinggir, retak memanjang, tambalan dan galian utilitas, pengausan agregat dan lubang.

2. Tipe kerusakan dominan yang teridentifikasi pada ruas Jalan Kesuma Bangsa ialah kerusakan amblas dengan persentase pada masing-masing jalur sebesar 33,835% untuk jalur 1 dan 30,075% untuk jalur 2. Dengan dominannya kerusakan ini menandakan bahwa Daya dukung struktur perkerasan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa kurang sehingga tidak mampu dalam menahan pengulangan beban yang terjadi.
3. Dari hasil evaluasi tipe kerusakan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa dengan menggunakan metode PCI, diketahui bahwa kondisi permukaan perkerasan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa tergolong dalam kondisi baik (*good*) dengan nilai PCI total sebesar 69,002%. Kondisi ini menunjukkan bahwa Jalan Kesuma Bangsa secara keseluruhan masih dalam keadaan baik namun disarankan untuk segera melakukan upaya pemeliharaan jalan demi meningkatkan kualitas jalan tersebut agar tidak terus menurun.
4. Penanganan yang dapat diberikan pada ruas Jalan Kesuma Bangsa berdasarkan tipe kerusakan yang teridentifikasi dan disesuaikan dengan aturan Bina Marga Tahun 1995 dijelaskan dalam Tabel berikut.

Tabel 5. Rekomendasi penanganan

Tipe kerusakan	Penanganan
Retak kulit buaya	Pengaspalan (P2) Penambalan (P5)
Cekungan	Penambalan (P5) Perataan (P6)

Tabel 5. Rekomendasi penanganan

Tipe kerusakan	Penanganan
Amblas	Penambalan (P5) Perataan (P6)
Retak pinggir	Penutupan Retak (P3) Pengisian Retak (P4)
Retak Memanjang	Pengaspalan (P2) Penambalan (P5)
Tambalan	Perataan (P6)
pengausan agregat	Pengaspalan (P2)
Lubang	Penambalan (P5) Perataan (P6)

6. DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum. 2005. *Pelatihan Road Design Engineer (Ahli Teknik Desain Jalan) – Modul RDE 08: Rekayasa Lalu Lintas*. Indonesia.
2. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Pedoman Konstruksi dan Bangunan - Survai Rinci Kondisi Jalan Beraspal di Perkotaan Pd T-21-2004-B*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
3. Direktorat Jendral Bina Marga. 1987. *Produk Standar untuk Jalan Perkotaan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
4. Direktorat Jendral Bina Marga. 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi Metode Perbaikan Standar*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
5. Direktorat Pembinaan Jalan Kota. 1991. *Tata Cara Survai Kondisi Jalan Kota No. 05/T/BNKT/1991*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
6. Haas, Ralph., W Ronald Hudson. 1978. *Pavement Management Systems*. Transportation Research Board, National Research Council: National Research Council (U.S.)

7. Kementerian PUPR. 2017. *Manual Perkerasan Jalan (Revisi Juni 2017)*. Jakarta.
8. Pusat Penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi. 2005. *Teknik Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur – Seri Panduan Pemeliharaan Jalan Kabupaten*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
9. Mubarak, Husni. 2015. *Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI)*. Pekanbaru: Universitas Abdurrah.
10. Pusat Penelitian Pengembangan Prasarana Transportasi. 2005. *Teknik Pengelolaan Jalan – Seri Panduan Pemeliharaan Jalan Kabupaten*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
11. Republik Indonesia. 2009. *Undang Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
12. Shahin, M. Y, J.A. Walther. 1990. *Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the PAVER System*. United States of America: US Army Corps of Engineering.
13. Shahin, M. Y. 2005. *Pavement Management for Airports, Roads and Parking Lots Second Editions*. United States of America: Chapman and Hall.
14. Sukirman, Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
15. Suswandi, Agus. Wardhani

Sartono. Hary Christadi H. 2008.
*Evaluasi Tingkat Kerusakan
dengan Metode Pavement
Condition Index (PCI) untuk
Menunjang Pengambilan
Keputusan.* Pekanbaru:
Universitas Abdurrah.