

**ANALISIS KUALITAS DRAINASE TERHADAP KERUSAKAN DINI
PERKERASAN LENTUR (STUDI KASUS RUAS JALAN SOLO – JOGJA KM
15+000 – KM 15+500)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

UNGGUL PRAMUDYA

D 100110067

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS KUALITAS DRAINASE TERHADAP KERUSAKAN DINI
PERKERASAN LENTUR (STUDI KASUS RUAS JALAN SOLO – JOGJA KM
15+000 – KM 15+500)**

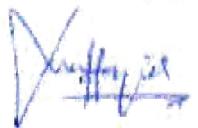
PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

UNGGUL PRAMUDYA
D.100110067

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Jaii Abdurroxyid, ST, M.T.
NIK. 681

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KUALITAS DRAINASE TERHADAP KERUSAKAN DINI
KERUSAKAN LENTUR (STUDI KASUS RUAS JALAN SOLO – JOGJA KM
15+000 – KM 15+500)

OLEH
UNGGUL PRAMUDYA
D 100110067

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Selasa, 16 Agustus 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Jaji Abdurrosyid, S.T, M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. H. Agus Riyanto, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph.D.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
.....
(.....)

Dekan,



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Agustus 2016

Pepinis

UNGGUL PRAMUDYA
D 100110067

ANALISIS KUALITAS DRAINASE TERHADAP KERUSAKAN DINI PERKERASAN LENTUR (STUDI KASUS: RUAS JALAN SOLO – JOGJA KM 15+000 – KM 15+500)

Abstrak

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang paling vital guna melakukan hubungan antar atau lintas daerah satu dengan daerah yang lain, bilamana akses jalan terputus daerah tersebut akan terisolasi, sehingga sulit untuk berkembang mengikuti daerah yang terhubung akses jalan dengan baik. Oleh karena itu perlu adanya investigasi tentang penyebab jalan mengalami kerusakan dini, sehingga pelayanan jalan dapat ditingkatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari kualitas drainase terhadap kerusakan perkerasan lentur.

Penelitian ini menggunakan metode PCI (Pavement Condition Indeks) sebagai parameter kerusakan, sedangkan untuk kualitas drainase menggunakan meode analitis dengan mempertimbangkan debit air hujan sebagai parameter kualitas drainase. Lokasi penelitian berada di jalan Solo – Jogja di mulai dari Km 15+000 dan berakhir di Km 15+500. Dalam proses pengolahan data diperlukan 2 jenis data, yaitu primer dan sekunder. Tahapan dari penelitian ini terdiri dari 6 tahap penelitian, yang menghasilkan bagaimana perbandingan kualitas drainase dengan kondisi kerusakan yang di dapat dari tabel hubungan debit luapan dengan PCI.

Berdasarkan hasil analisis kondisi perkerasan ruas jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 dapat dikatakan mengalami kerusakan dini, sebab dari hasil perbandingan kondisi perkerasan berdrainase baik dengan objek, memperlihatkan nilai PCI lebih kecil dari ruas jalan berdrainase baik (ruas jalan Solo – Jogja Km 14+500 – Km 14+600). Pengaruh kualitas drainase pada perkerasan lentur terlihat dari grafik hubungan limpasan air dengan nilai PCI. Berdasarkan grafik tersebut memperlihatkan semakin besar debit limpasan air hujan semakin kecil nilai PCI yang didapatkan. Hal tersebut diperkuat dengan ketidaktersedianya fasilitas drainase dan kondisi geometrik yang kurang baik, maka perlu adanya alternatif penanganan masalah drainase berupa pengadaan saluran drainase dan perbaikan geometrik jalan. Dimensi saluran memiliki lebar 0,7 m, kedalaman 0,35 m, dan tinggi jagaan 0,105 m agar mampu menampung debit hujan periode ulang 10 tahunan.

Kata Kunci: kerusakan, kondisi perkerasan, drainase, solo – jogja.

Abstract

The road is one of the most vital transportation infrastructure in order to carry out the relationships between / across from one region to another region, where roads were cut off access to the area will be isolated, making it difficult to follow the developing areas connected with good road access. Hence the need for an investigation into the cause of the damage early, so the service roads can be improved. This study aims to determine the effect of drainage on the quality of flexible pavement damage.

This study uses a PCI (Pavement Condition Index) as the parameter of damage, while the quality of drainage using analytical meode considering the discharge of rain water as drainage quality parameters. The research location is in the way Solo - Jogja in from Km 15 + 000 and ends at Km 15 + 500. In the data processing required two types of data, namely primary and secondary. Stages of this research consisted of 6 stages of the research, which produces how drainage quality comparison with the level of damage that can be from a table overflowing with PCI relations debit.

Based on analysis of the condition of pavement roads Solo - Jogja Km 15 + 000 - Km 15 + 500 can be said to suffer from premature deterioration , because of the

comparison of pavement conditions well drained soil with an object , showing the value of PCI smaller than the roads are well drained (roads Solo - Jogja Km 14 + 500 - Km 14 + 600) . The influence of the quality of drainage in flexible pavement visible from water runoff grafi relation to the value of PCI . Based on the graph shows the greater discharge rainwater runoff smaller value of PCI obtained . It is strengthened by ketidaktersedianya drainage facilities and geometric conditions are unfavorable , then the need for an alternative form of procurement handling drainage problems drainage and road geometric improvements . Dimensional channel has a width of 0.7 m , a depth of 0.35 m , and 0,105 m high surveillance in order to be able to accommodate the discharge of rain return period 10 years .

Keyword: damage, pavement condition, drainage, solo – jogja.

1. PENDAHULUAN

Jalan Solo-Jogja adalah jalan penghubung antara dua kota besar yaitu Solo dan Yogyakarta. Jalur ini dapat dikatakan sebagai jalur perekonomian padat, karena merupakan bagian dari jalur segitiga emas JOGLOSEMAR (Jogja-Solo-Semarang). Panjang jalan ini kurang lebih 60 km. Sebagian besar jalan ini dikatakan dalam kondisi mulus, akan tetapi juga ditemui kondisi jalan yang rusak dan bergelombang dibeberapa titik. Bagian-bagian jalan yang tersedia meliputi median jalan, badan jalan, bahu jalan, trotoar, dan saluran samping. Ketersediaan saluran samping jalan sebagian besar berfungsi dengan baik, namun dibeberapa titik terdapat saluran yang berfungsi kurang maksimal dalam mengalirkan air hujan yang masuk, sehingga menyebabkan jalan terendam air.

Sebagian besar bahkan hampir keseluruhan jalan ini masuk kedalam daerah dengan intensitas curah hujan yang cukup tinggi. Oleh sebab itu kualitas drainase yang baik sangat berperan penting dalam mendistribusikan air hujan yang tinggi. Air hujan merupakan salah satu penyebab kerusakan perkerasan lentur, karena kontak air dengan aspal secara terus menerus dapat menyebabkan penelanjangan campuran dan daya tahan aspal.

Untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh air hujan, kualitas drainase jalan yang baik sangat dibutuhkan. Drainase jalan yang baik harus mampu mengatur debit air yang masuk kedalam saluran, sehingga laju air dapat terkendali. Untuk mengendalikan air saluran samping jalan, kemiringan melintang dan memanjang sangat berpengaruh. Sebab dari kemiringan melintang, debit air dari badan jalan dapat diarahkan menuju saluran drainase, sehingga tidak terjadi genangan di badan jalan yang merusak perkerasan. Dari penampang memanjang air dapat diatur pendistribusian air dan kemana arah air dibuang. Sedangkan saluran samping berfungsi untuk menampung debit air untuk didistribusikan.

Kerusakan dini pada perkerasan adalah salah satu masalah yang menghinggapi dari jalan Solo-Jogja, karena sering kali jalan ini dilakukan perbaikan berupa overlay, tetapi tidak bertahan sesuai dengan umur rencana perbaikan. Salah satu penyebabnya adalah drainase yang kurang baik. Yang

menyebabkan genangan pada badan jalan. Genangan yang terjadi membuat lapisan aspal tergerus oleh air, dan parahnya sampai terkelupas. Terkait dengan masalah tersebut maka perlu suatu pengkajian, agar penyebab dari kerusakan dapat diketahui dan dapat dilakukan penanggulangan yang tepat, agar tidak menjadi masalah yang merugikan berbagai pihak.

2. METODE

Lokasi objek penelitian berada di ruas jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 dimulai dari Km 0+000 dari kota Solo, lebar badan jalan 7,5 m dan lebar bahu jalan 2 m. Data curah hujan di ambil dari 4 stasiun pencatat hujan yaitu stasiun hujan Kartosuro, Wantil/Delanggu, Gatak, dan Sawit. Metode yang digunakan untuk memperoleh data kondisi perkerasan jalan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*), sedangkan untuk kualitas drainase diperoleh dari pengamatan dan analisis kondisi drainase dilapangan. Untuk mendapatkan hasil dari penelitian menggunakan *software Microsoft Excel 2007*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kualitas Drainase

3.1.1 Penentuan Kualitas Drainase

Untuk menentukan kualitas drainase menggunakan acuan Tabel 2.1 Penilaian Drainase. Ditabel tersebut dapat dilihat persyaratan-persyaratan yang harus dicapai dalam penentuan kriteria kualitas drainase.

Dari pengamatan langsung dilapangan diperoleh data-data primer berupa: ketersediaan saluran, laju aliran air, karakter genangan, dan kemiringan. Hasil dari data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Survey Drainase di Lokasi

Segmen Jalan	Ketersediaan Saluran Drainase	Laju Aliran	Karakter Genangan
Km 15+000 – Km 15+100	Tidak ada	Terarah	< 1 hari
Km 15+100 – Km 15+200	Tidak ada	Terarah	< 1 hari
Km 15+200 – Km 15+300	Tidak ada	Terarah	< 1 hari
Km 15+300 – Km 15+400	Tidak ada	Terarah	< 1 hari
Km 15+400 – Km 15+500	Tidak ada	Terarah	< 1 hari

Hasil survey di lokasi tidak terdapat saluran drainase maka dapat disimpulkan bahwa drainase tidak mampu menampung debit air hujan periode ulang 1 tahunan dan 5 tahunan. Dengan demikian drainase jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 masuk dalam kriteria drainase buruk.

3.1.2 Penentuan Kondisi Perkerasan Lentur

Segmen jalan penelitian sepanjang 500 m dengan lebar badan jalan 7,5 m dan bahu jalan 2 m. Penelitian ini dilakukan karena lokasi penelitian diprediksi mengalami kerusakan dikarenakan oleh drainase jalan yang kurang baik, karena ketidak tersedianya saluran drainase di sekitar lokasi. Pengambilan data kerusakan dibagi oleh 5 segmen jalan.

Berikut adalah tahapan perhitungan kondisi kerusakan dengan menggunakan metode PCI pada jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500.

- a. Menentukan jenis dan tingkat kerusakan, pada segmen 2 jenis kerusakan adalah retak buaya (*Alligator Crack*), sedangkan tingkat kerusakan sedang (*medium*) dan rendah (*low*). Dalam perhitungan *density* sebagai contoh kerusakan retak buaya rendah (*low*).
 - b. *Density* didapat dari luas kerusakan dibagi luas perkerasan jalan (setiap segmen) dikalikan 100%. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada rumus berikut:
- $$\text{Density (\%)} = (\text{Luas kerusakan}/\text{Luas perkerasan}) \times 100\% \quad (1)$$
- c. Mencari *Deduct Value* (DV) dengan memplotkan angka persentase density pada grafik kerusakan jalan, yang dimana masing-masing jenis kerusakan memiliki grafik sendiri-sendiri. Selanjutnya dari perpotongan garis horizontal diperoleh nilai DV.
 - d. Menjumlahkan *Total Deduct Value*
 - e. Mencari *Corrected Deduct Value*
Untuk mendapatkan nilai *Coreccted Deduct Value* (CDV), yaitu dengan memasukan angka yang diperbolehkan DV > 5 untuk perkerasan lapangan udara dan jalan tidak beraspal dan DV > 2 untuk jalan berpermukaan aspal. Mencari DV dengan melihat kurva koreksi dengan menjumlahkan nilai perpotongan sesuai angka yang diperbolehkan. Diambil nilai DV terbesar.
 - f. Menghitung nilai kondisi perkerasan.

$$\text{PCI} = 100 - \text{CDV} \quad (2)$$

Perhitungan nilai selanjutnya dapat dilihat pada lampiran, sedangkan nilai PCI setiap segmen dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini

Tabel 2 Nilai PCI Jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500

NO	Segmen Jalan	PCI	Keterangan
1	15+000 - 15+100	27,79	POOR
2	15+100 - 15+200	32,11	POOR
3	15+200 - 15+300	32,44	POOR
4	15+300 - 15+400	34,06	POOR
5	15+400 - 15+500	34,77	POOR

3.1.3 Menentukan Kerusakan Dini Perkerasan Lentur

Untuk menentukan kerusakan dini menggunakan metode perbandingan, yaitu dengan cara membandingkan nilai PCI jalan (objek penelitian) dengan ruas jalan lain yang memiliki drainase lebih baik. Apabila nilai PCI lebih kecil dari jalan dengan drainase yang lebih baik, maka jalan tersebut dapat dikatakan mengalami kerusakan dini akibat drainase.

Ruas jalan yang digunakan sebagai perbandingan adalah ruas jalan Solo – Jogja Km 14+500 – Km 14+600, karena ruas tersebut memiliki saluran drainase yang mampu menampung debit air hujan periode ulang 5 tahunan dan tidak terdapat genangan pada saat hujan, dengan demikian laju air dapat terarah dengan baik, sehingga drainase ruas jalan tersebut masuk dalam kriteria baik. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode PCI Jalan Solo – Jogja Km 14+500 – Km 14+600 memperoleh nilai 68,67 (*good*). Dengan demikian nilai PCI dibawah angka 68,67 dinyatakan mengalami kerusakan dini. Berikut adalah segmen jalan yang mengalami kerusakan dini, yang dapat dilihat dari Tabel 3.

Tabel 3 Segmen Jalan Yang Mengalami Kerusakan Dini

NO	Segmen Jalan	Nilai PCI	Syarat Kerusakan Dini	Keterangan
1	15+000 - 15+100	27,79	Nilai PCI < 68,67	Kerusakan Dini
2	15+100 - 15+200	32,11	Nilai PCI < 68,67	Kerusakan Dini
3	15+200 - 15+300	32,44	Nilai PCI < 68,67	Kerusakan Dini
4	15+300 - 15+400	34,06	Nilai PCI < 68,87	Kerusakan Dini
5	15+400 - 15+500	34,77	Nilai PCI < 68,87	Kerusakan Dini

3.2 Pengaruh Drainase Terhadap Perkerasan Lentur

3.2.1 Menentukan Debit Air Yang Melimpas Ke Jalan

Hasil dari pengamatan dilapangan tidak terdapat saluran drainase maka laju air akan melimpas ke jalan, sehingga debit limpasan air yang mengalir dijalan sama dengan debit air hujan.

Untuk menghitung air yang melimpas dijalan dapat dilakukan dengan analisis data sebagai berikut:

3.2.1.1 Mencari Curah Hujan:

Berdasarkan 4 stasiun hujan (Gatak, Kartosuro, Sawit, dan Wantil/Delanggu) diperoleh hujan harian maksimum yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Curah Hujan Harian Maksimal

Tahun	Stasiun Hujan (mm)			
	Sawit	Kartosuro	Gatak	Delanggu
2006	140	103	103	77
2007	139	97	103	105
2008	133	103	85	78
2009	135	140	123	75
2010	130	75	75	109
2011	138	70	87	110
2012	99	53	86	TAD
2013	79	73	45	54
2014	48	40	12	55
2015	105	82	TAD	73
Hujan rerata tahunan (mm/th)	2098	1395	1711	1922

*TAD = Tidak ada data

Karena ada sebagian data yang hilang maka untuk melengkapi data yang hilang dapat dicari dengan rumus:

$$R' = \frac{1}{n} \times P' \times \left(\frac{R_1}{P_1} + \frac{R_2}{P_2} + \dots + \frac{R_n}{P_n} \right) \quad (3)$$

Hasil perhitungan data yang hilang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Kelengkapan Hujan Maksimum dengan Pengisian Data Hilang

Tahun	Stasiun Hujan (mm)			
	Sawit	Kartosuro	Gatak	Delanggu
2006	140	103	103	77
2007	139	97	103	105
2008	133	103	85	78
2009	135	140	123	75
2010	130	75	75	109
2011	138	70	87	110
2012	99	53	86	94
2013	79	73	45	54
2014	48	40	12	55
2015	105	82	75	73
Hujan rerata tahunan (mm/th)	2098	1395	1711	1922

3.2.1.2 Analisis Frekuensi Data Hujan

Analisis Frekuensi didasarkan pada sifat statistik kejadian masa lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan masa datang dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan di masa yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu, oleh karena itu perhitungan analisis frekuensi menggunakan data hujan wilayah dari data hujan maksimum. Agar didapat nilai kala ulang yang lebih aman apabila digunakan dalam analisis perencanaan banjir.

Untuk menentukan distribusi maka dilakukan analisis statistik, dalam analisis ini data diperoleh dari 4 titik pengamatan maka untuk memperoleh data curah hujan dengan menggunakan rata-rata aljabar. Cara ini adalah dengan merata-rata secara aljabar curah hujan di dalam dan di sekitar daerah yang bersangkutan. Rumus rata-rata aljabar:

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n) \quad (4)$$

Hasil dari perhitungan curah hujan (R) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Curah Hujan (R).

Tahun	Stasiun Hujan (mm)				R
	Sawit	Kartosuro	Gatak	Delanggu	
2006	140	103	103	77	106
2007	139	97	103	105	111
2008	133	103	85	78	100
2009	135	140	123	75	118
2010	130	75	75	109	97
2011	138	70	87	110	101
2012	99	53	86	94	83
2013	79	73	45	54	63
2014	48	40	12	55	39
2015	105	82	75	73	84

Hasil perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Perhitungan Nilai $X_i - \bar{X}$, $(X_i - \bar{X})^2$, $(X_i - \bar{X})^3$, $(X_i - \bar{X})^4$

No	Tahun	R	X_i	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2006	106	39	-51,20	2621,44	-134217,73	6871947,67
2	2007	111	63	-27,20	739,84	-20123,65	547363,23
3	2008	100	83	-7,20	51,84	-373,25	2687,39
4	2009	118	84	-6,20	38,44	-238,33	1477,63
5	2010	97	97	6,80	46,24	314,43	2138,14
6	2011	101	100	9,80	96,04	941,19	9223,68
7	2012	83	101	10,80	116,64	1259,71	13604,89
8	2013	63	106	15,80	249,64	3944,31	62320,13
9	2014	39	111	20,80	432,64	8998,91	187177,37
10	2015	84	118	27,80	772,84	21484,95	597281,67
\sum			902		5165,60	-118009,44	8295221,79

Untuk menentukan jenis distribusi probabilitas menggunakan rumus-rumus statistik sebagai berikut:

$$\text{Standar deviasi, } Sd = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)} \right]^{0,5} \quad (5)$$

$$\text{Koefisien Skewness, } Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sd^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3 \quad (6)$$

$$\text{Koefisien variasi, } Cv = \frac{Sd}{\bar{X}} \quad (7)$$

$$\text{Koefisien kurtois, } Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)Sd^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (8)$$

$$\text{Perbandingan, } C_v/C_s \quad (9)$$

3.2.1.3 Tes Jenis Distribusi

Berdasarkan hasil perhitungan rumus-rumus statistik diatas maka diperoleh nilai-nilai untuk menentukan jenis ditribusi probabilitas, hasil dari perhitungan dapat dilihat pada Tabel.8.

Tabel 8 Pemilihan Jenis Distribusi Probabilitas.

Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = -1,1920$	tidak sesuai
	$C_K \approx 3$	$C_K = 4,9962$	
Log Normal	$C_s/C_V \approx 3$	$C_s/C_V = -4,4878$	tidak sesuai
	$C_K > 3$	$C_K = 4,9962$	
Gumbel Tipe I	$C_s \approx 1,1396$	$C_s = -1,1920$	tidak sesuai
	$C_K \approx 5,4002$	$C_K = 4,9962$	
Log Pearson Tipe III	Selain syarat di atas; C_s dan C_K bebas	-	Sesuai

Dari hasil perhitungan distribusi, diperoleh jenis distribusi *Log Pearson Tipe III*.

3.2.1.4 Hujan Rencana

Perhitungan hujan rencana dengan menggunakan metode *Log Pearson III* dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Analisis Hujan Rencana Metode Log Pearson III

No. Urut (m)	X	Log Xi	(log Xi) ²	(log Xi – log \bar{x}) ³	Probabilitas (%) $W_{xi} = m/(n+1)$
1	39	1,5911	2,5315	-0,04130406	9,091
2	63	1,7993	3,2376	-0,00259372	18,182
3	83	1,9191	3,6829	-0,00000551	27,273
4	84	1,9243	3,7029	-0,00000193	36,364
5	97	1,9868	3,9473	0,00012526	45,455
6	100	2,0000	4,0000	0,00025320	54,545
7	101	2,0043	4,0173	0,00030871	63,636
8	106	2,0253	4,1019	0,00069478	72,727
9	111	2,0453	4,1833	0,00128034	81,818
10	118	2,0719	4,2927	0,00246833	90,909
Σ		19,3674	37,6973	-0,03877460	

$$(Log X_i)_{rerata} = \log \bar{x} = \sum (\log X_i) / n \quad (10)$$

$$Standard deviasi, Sd = \left[\frac{\sum_{i=1}^n ((\log X_i)^2 - (\log \bar{x})^2)}{(n-1)} \right]^{0,5} \quad (11)$$

$$Koefisien Asimetri, Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)Sd^3} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^3 \quad (12)$$

Nilai C_s kemudian digunakan untuk memperoleh nilai G dengan cara interpolasi Tabel Harga G pada Distribusi Log Pearson yang terdapat pada lampiran. Hasil nilai G dari interpolasi dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Tabel Nilai-nilai G (Koef. Pearson, CD. Soemarto, 1986)

T (tahun)	1,01	2	5	10	25	50	100	200
G	-3,492	0,280	0,800	0,948	1,040	1,075	1,094	1104,812

Hasil dari perhitungan hujan rencana metode *Log Pearson III* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Hujan Rencana Metode *Log Pearson III*

T (tahun)	P (%)	Log \bar{x}	G	S_D	G.S_D	log R_{ti}	R_{ti} (mm)
1,01	99	1,9367	-3,4915	0,1445	-0,5044	1,4324	27,06
2	50	1,9367	0,2801	0,1445	0,0405	1,9772	94,89
5	20	1,9367	0,8002	0,1445	0,1156	2,0523	112,81
10	10	1,9367	0,9484	0,1445	0,1370	2,0737	118,50
25	4	1,9367	1,0404	0,1445	0,1503	2,0870	122,19
50	2	1,9367	1,0753	0,1445	0,1553	2,0921	123,62
100	1	1,9367	1,0941	0,1445	0,1581	2,0948	124,39
200	0,5	1,9367	1104,8117	0,1445	159,5964	161,5331	3,4127E+161

Berdasarkan pengolahan data hujan diperoleh hujan rencana (R_{ti}) periode ulang 10 tahunan sebesar 118,50 mm. Selanjutnya mencari debit air hujan sebagai acuan untuk menentukan kemampuan saluran drainase dalam menampung debit air hujan periode ulang 10 tahunan. Berikut ini adalah data-data kondisi jalan, yang dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Data Geometrik Jalan.

No	segmen jalan	S₀(%)		S₁(%)	L₀ (m)		L₁(m)
		Bahu	Badan		Bahu	Badan	
1	Km 15+000 – Km 15+100	3,98	2,65	0,60	2	7,5	100
2	Km 15+100 – Km 15+200	3,45	2,26	0,55	2	7,5	100
3	Km 15+200 – Km 15+300	4,56	2,48	0,14	2	7,5	100
4	Km 15+300 – Km 15+400	3,88	1,86	1,23	2	7,5	100
5	Km 15+400 – Km 15+500	2,97	1,86	0,99	2	7,5	100

Sedangkan data yang diperoleh dari ketetapan di buku referensi yaitu berupa data *koefisien gejadian* (n) sebesar 0,013 (untuk aspal dan beton), karena tidak mendapatkan data kecepatan aliran (V), maka data tersebut dapat diperoleh dengan melakukan trial dengan persamaan $Q_s = Qt$ dengan mensubstitusikannya. Hasil substitusi rumus tersebut adalah sebagai berikut:

$$\left(\frac{n}{S_1^{1/2}} \right)^3 V^4 = 0,278 \times C \times A \times C_s \times I \quad (13)$$

$$\left(\frac{n}{S_1^{1/2}}\right)^3 V^4 = 0,278 \times C \times A \times \left(\frac{0,00065 \left(\frac{L_0}{\sqrt{S_0}}\right)^{0,77} + 0,000556 \frac{L_1}{V}}{0,00065 \left(\frac{L_0}{\sqrt{S_0}}\right)^{0,77} + 0,000834 \frac{L_1}{V}} \right) \times \left(\frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{0,000325 \left(\frac{L_0}{\sqrt{S_0}}\right)^{0,77} + 0,000278 \frac{L_1}{V}} \right)^{2/3} \right) \quad (14)$$

Dari persamaan diatas diperoleh hasil perhitungan kecepatan aliran (V) tiap segmen dengan cara trial eror yang dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Perhitungan Nilai Kecepatan Aliran (V)

No	segmen jalan	V (m/dt)
1	Km 15+000 - Km 15+100	0,7227
2	Km 15+100 - Km 15+200	0,7186
3	Km 15+200 - Km 15+300	0,7214
4	Km 15+300 - Km 15+400	0,7140
5	Km 15+400 - Km 15+500	0,7135

Berdasarkan data Nilai kecepatan aliran dapat diperoleh waktu konsentrasi (Tc) dan intensitas hujan (I). Perhitungan Tc dan I dijabarkan sebagai berikut:

3.2.1.5 Waktu Konsentrasi (Tc)

Pada perhitungan waktu konsentrasi (Tc), data kemiringan (S_0) dapat digunakan untuk mengetahui waktu konsentrasi (Tc), Data kemiringan (S_0) dapat dilihat pada Tabel 5.12, sedangkan untuk memperoleh waktu konsentrasi (Tc) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Tc = To + Td \quad (15)$$

Yang dimana To dan Td dapat dicari dengan rumus berikut:

$$To = 1,17 \left(\frac{L_0}{S_0} \right)^{0,77} \quad (16)$$

$$Td = \frac{L_1}{V} \quad (17)$$

Hasil Perhitungan Tc dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Hasil Perhitungan Tc

Segmen jalan	To (detik)		Td (detik)	Tc (detik)		Tc (jam)	
	Bahu	Badan		Bahu	Badan	Bahu	Badan
Km 15+000 - Km 15+100	6,9061	22,3374	138,3737	145,2798	160,7111	0,0404	0,0446
Km 15+100 - Km 15+200	7,2932	23,7359	139,1664	146,4596	162,9023	0,0407	0,0453
Km 15+200 - Km 15+300	6,5492	22,9031	138,6244	145,1735	161,5275	0,0403	0,0449
Km 15+300 - Km 15+400	6,9742	25,5989	140,0542	147,0284	165,6530	0,0408	0,0460
Km 15+400 - Km 15+500	7,7212	25,5989	140,1541	147,8753	165,7529	0,0411	0,0460

3.2.1.6 Intensitas hujan (I)

Untuk memperoleh intensitas hujan menggunakan data hujan rencana kala ulang 10 tahunan. Contoh perhitungan intensitas hujan pada segmen jalan km 15+000 – km 15+100 dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_c} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (18)$$

Untuk perhitungan intensitas hujan dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan

Segmen jalan	R_{24} (mm)	Tc (jam)		I (mm/jam)	
		Bahu	Badan	Bahu	Badan
Km 15+000 - Km 15+100	118,504	0,040	0,045	205,063	191,717
Km 15+100 - Km 15+200	118,504	0,041	0,045	203,960	189,994
Km 15+200 - Km 15+300	118,504	0,040	0,045	205,163	191,070
Km 15+300 - Km 15+400	118,504	0,041	0,046	203,434	187,885
Km 15+400 - Km 15+500	118,504	0,041	0,046	202,656	187,809

3.2.1.7 Mencari Debit Air Hujan

Untuk perhitungan debit air hujan menggunakan data curah hujan ulang 5 tahunan. Rumus yang digunakan untuk menghitung debit sebagai berikut:

$$Q_T = 0,278 \cdot C.A.C_s \cdot I \quad (19)$$

Hasil perhitungan debit setiap segmen jalan dapat dilihat pada Tabel 16 di bawah ini.

Tabel 16 Debit Air Hujan

Segmen jalan	Q_{bahu} (m^3/detik)	Q_{badan} (m^3/detik)	Q_T (m^3/detik)
Km 15+000 - Km 15+100	0,007841	0,024982	0,163549
Km 15+100 - Km 15+200	0,007871	0,025089	0,130726
Km 15+200 - Km 15+300	0,007809	0,024770	0,097766
Km 15+300 - Km 15+400	0,007828	0,024781	0,065188
Km 15+400 - Km 15+500	0,007809	0,024770	0,032579

3.2.2 Hubungan Drainase Terhadap Perkerasan Lentur

Dari hasil pengamatan langsung dilokasi survey di beberapa titik banyak terdapat timbunan dibagian samping jalan dan sebagian dicor yang kemungkinan besar area tersebut difungsikan untuk memfasilitasi aliran air hujan, sehingga menyebabkan elevasi jalan lebih rendah. Akibatnya bila terjadi hujan aliran air mengarah pada bahu jalan dan menciptakan genangan yang mampu merusak perkerasan lentur jalan. Bukti dari pernyataan tersebut dapat dilihat pada gambar -gambar kondisi jalan. Berikut ini adalah kondisi jalan dalam keadaan kering atau tidak terjadi hujan yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2 Kondisi Samping Jalan Ditimbun Pada Km 15+050



Gambar 3 Kondisi Samping Jalan Dicor Pada Km 15+210

Sedangkan kondisi jalan setelah terjadi hujan dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Genangan pada Samping Jalan Karena Timbunan



Gambar 5 Genangan Alibat Samping Jalan Dicor

Air yang menggenangi jalan menyebabkan perkerasan cepat rusak. Efek dari air yang menggenangi jalan dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

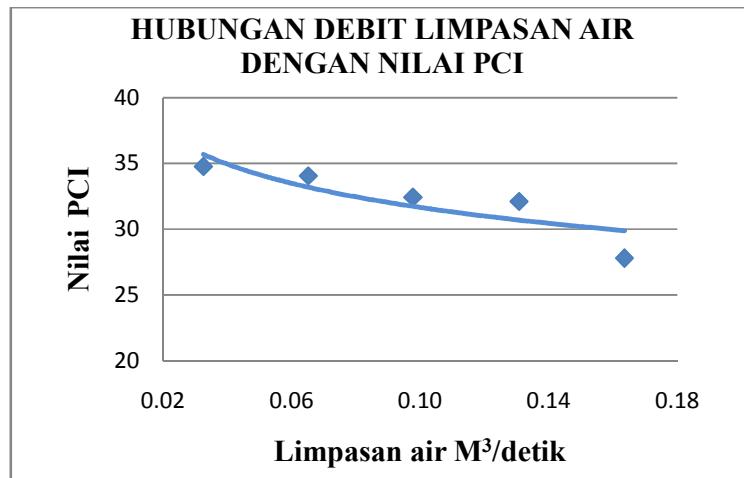


Gambar 6 Genangan Pada Badan Jalan



Gambar 7 Kondisi Perkerasan setelah Kering

Dengan bukti-bukti tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa drainase yang buruk dan didukung oleh elevasi jalan yang kurang baik menyebabkan air mengalir ke jalan saat terjadi hujan. Air yang mengalir ke jalan menyebabkan perkerasan lentur mudah rusak, karena air mengikis butiran halus perkerasan dan sedikit demi sedikit akan merusak struktur jalan. Hal ini juga dibuktikan dengan Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Hubungan Limpasan Air Dengan Nilai PCI

Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa debit air yang meluap ke jalan karena tersedianya infrastruktur drainase dapat mempengaruhi nilai PCI (kondisi perkerasan). Terlihat bahwa semakin besar luapan air maka semakin kecil nilai PCI (kondisi perkerasan).

3.3 Alternatif Penanganan Drainase

3.3.1 Penyediaan Saluran Drainase

Karena dilokasi penelitian tidak terdapat saluran drainase maka direncanakan saluran drainase dengan bentuk persegi. Untuk mengetahui dimensi drainase dapat dilakukan menggunakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kedalaman aliran, } Y = 2 \left(\frac{n.V}{S^{1/2}} \right)^{3/2} \quad (20)$$

$$\text{Lebar dasar saluran, } B = 2Y \quad (21)$$

$$\text{Tinggi jagaan, } F = 30\% \times Y \quad (22)$$

Hasil perhitungan dimensi dapat dilihat pada Tabel 17 di bawah ini.

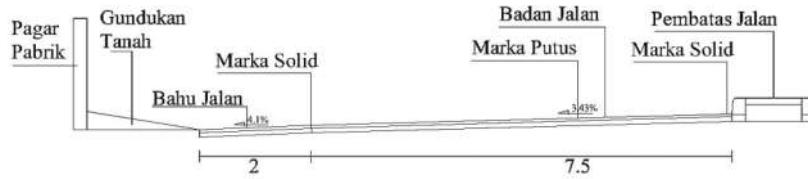
Tabel 17 Dimensi Saluran Rencana

No	segmen jalan	V (m/dt)	Y (m)	B (m)	F (m)	Kontrol		
						Q _T	<	Q _s
1	Km 15+000 - Km 15+100	0,7227	0,35	0,7	0,105	0,163549	<	0,1770568
2	Km 15+100 - Km 15+200	0,7186	0,35	0,7	0,105	0,130726	<	0,1760482
3	Km 15+200 - Km 15+300	0,7214	0,35	0,7	0,105	0,097766	<	0,1767366
4	Km 15+300 - Km 15+400	0,7140	0,35	0,7	0,105	0,065188	<	0,1749323
5	Km 15+400 - Km 15+500	0,7135	0,35	0,7	0,105	0,032579	<	0,1748076

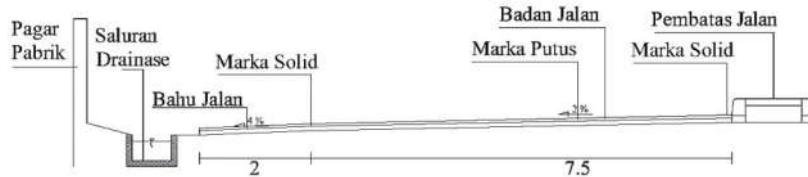
3.3.2 Perbaikan Geometrik Jalan

Dilihat dari geometrik jalan perlu adanya perbaikan pada bagian samping jalan, karena bagian samping jalan memiliki elevasi yang lebih tinggi dari bahu jalan yang menyebabkan limpasan air

mengarah ke jalan dan merusak perkerasan jalan. Dengan permasalahan tersebut maka perlu adanya perbaikan geometrik jalan yang dijabarkan dalam Gambar 5.11 dan Gambar 5.12.



Gambar 9 Kondisi Geometrik Sebelum Perbaikan



Gambar 10 Kondisi Geometrik Setelah Perbaikan

4. PENUTUP

- 4.1 Ruas jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 diketahui telah mengalami kerusakan dini. Kesimpulan ini berdasarkan perbandingan ruas jalan berdrainase dengan ruas jalan tidak berdrainase. Hal ini dibuktikan dengan Nilai PCI ruas jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 (ruas tidak berdrainase) yang lebih kecil dari ruas jalan Km 14+500 – Km 14+600 (jalan berdrainase) dengan nilai PCI sebesar 68,67, sedangkan ruas jalan Solo –Jogja Km 15+000 – Km 15+500 memiliki nilai PCI dikisaran 27,79 – 34,77.
- 4.2 Kualitas drainase berpengaruh terhadap kondisi perkerasan jalan di ruas jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500. Hal ini dapat dibuktikan dengan grafik hubungan limpasan air dengan nilai PCI (Kondisi Perkerasan) yang memperlihatkan semakin besar debit limpasan air semakin kecil nilai PCI yang didapat. Hal ini diterjemahkan bahwa air yang menggenang akibat limpasan menyebabkan kerusakan jalan. Pada kasus segmen yang dijelaskan kerusakan jalan akibat limpasan air dipengaruhi dengan kondisi geometrik jalan, yaitu bagian samping jalan memiliki elevasi lebih tinggi karena ada timbunan ataupun cor.
- 4.3 Alternatif penanganan drainase jalan Solo – Jogja Km 15+000 – Km 15+500 dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu penyedian fasilitas saluran drainase jalan dan perbaikan geometrik jalan. Untuk saluran drainase direncanakan dimensi saluran dengan lebar 0,7 m, kedalaman 0,35 m, dan tinggi jagaan 0,105 m agar dapat menampung debit drainase periode ulang 10 tahunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2001, Pedoman Penyusunan “Laporan Tugas Akhir”, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Anonim. 1997. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. West Conshohocken. USA.

- Anonim. 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Provinsi*. Jakarta:Direktorat Jendral Bina Marga.
- Anonim. 1990. *Tata Cara Perencanaan Umum Drainase Perkotaan*. (SK SNI T-07-1990-F). Dirjen Bina Marga DPU.
- Anonim. 1983. *Manual pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983*. Dirjen Bina Marga DPU.
- Anonim. 1978. *Bahu dan Drainase Jalan*. Yayasan Penerbit PU. Jakarta.
- Budiyono. 2012. *Analisis Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI dan Alternatif Penyelesaiannya (Studi Kasus Ruas Jalan Purwodadi – Solo Km 12+000 – Km 24+000)*. Surakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2007. *Pemeliharaan Jalan Raya*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lestari, Shinta Giur. 2014. *Analisis Kondisi Drainase Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur*. Surakarta.
- Prasetyo. 2012. *Analisa Pengaruh Beban Berlebih (Overload) terhadap Umur Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan Nottingham Design Method (Study kasus: Ruas Jalan Pantura)*. Surakarta.
- Riwibowo. 2012. *Analisis Pengaruh Suhu Perkerasan Terhadap Umur Pelayanan Jalan Dengan Menggunakan Metode Analitis (Studi Kasus Jalan Tol Semarang)*. Surakarta.
- Riyanto, Agus. *Desain Geometrik Jalan*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Tiadmodjo, Bambang. 2006. *Hidrologi terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu. Yogyakarta