

# PERBANDINGAN EVALUASI KERUSAKAN JALAN DENGAN METODE INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI) DAN PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) PADA RUAS JALAN KALIGAWE KOTA SEMARANG

Yosie Anggrita Kemala<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Semarang.  
yosi.anggrita@students.unnes.ac.id

## ABSTRACT

*The section of the Kaligawe national highway is a strategic road on the pantura (pantai utara) road segment in Semarang that connects Semarang city with Demak. In addition to its function as a main artery, the traffic on the Kaligawe highway is quite congested with various types of vehicles. The effect of the number of vehicles and their traffic load is the damage to the road, so that the comfort and safety of the traffic are affected. This study aims to determine the value of the road condition and how to maintain it efficiently. As a method, the International Roughness Index (IRI) and the Pavement Condition Index (PCI) are used, which serve as the basis for determining the type of road maintenance administration. The survey was carried out by dividing 10 meters segment into 150 meters. The results showed that there were differences in the state of Kaligawe road between the two methods, the IRI method was 20% good, 73% fair, and 7% slightly damaged. While the PCI method value is 58,67 shows that 13% good, 33% fair, 27% poor, and 27% excellent. The difference in results is due to different survey methods for IRI and PCI. On the PCI method, visual assessment is obtained through a field study, while the IRI method uses a car and utilize the Roadroid application to measures the roughness of road. Keywords: Road condition assessment, Road maintenance, PCI, IRI.*

**Keywords:** *International Roughness Index (IRI), Pavement Condition Index (PCI)*

## PENDAHULUAN

Dewasa ini, upaya pembangunan sarana transportasi di Indonesia sedang tertuju pada pembangunan di darat. Terbukti dengan banyaknya pembangunan jalan-jalan penghubung antar wilayah bahkan sampai menjangkau wilayah terpencil sekalipun. Jalan raya merupakan bagian dari prasarana transportasi yang memiliki peran penting sebagai prasarana distribusi barang dan jasa. Selain itu, jalan juga memegang peranan penting dalam mewujudkan perkembangan dan perekonomian antar daerah yang seimbang.

Penggunaan jalan yang berkelanjutan akan menyebabkan timbulnya kerusakan pada

permukaan jalan yang berdampak pada menurunnya tingkat keamanan dan kenyamanan para pengguna jalan. Kerusakan jalan ini memerlukan adanya penilaian kondisi kerusakan yang dilakukan secara periodik baik struktural maupun non struktural, yang kemudian dijadikan acuan untuk mengetahui jenis tindakan yang tepat pada jalan tersebut. Penilaian kondisi jalan diperoleh dengan menggunakan metode *International Roughness Index (IRI)*. Selain metode *IRI*, terdapat juga metode penilaian kerusakan secara visual yaitu metode *Pavement Condition Index (PCI)*.

Ruas jalan Kaligawe adalah salah satu ruas jalan yang terletak di Kota Semarang,

tepatnya kecamatan Genuk. Sebagai jalan arteri penghubung antar kota, ruas jalan Kaligawe dilalui oleh berbagai macam jenis kendaraan baik kendaraan pribadi maupun kendaraan berat. Saat ini, kondisi ruas jalan terdapat banyak kerusakan pada struktur jalan yang berimbas pada terganggunya kenyamanan dan keamanan dalam berkendara.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka tujuan penelitian ini adalah memperoleh nilai kondisi ruas jalan Kaligawe dengan menggunakan metode IRI dan PCI, sehingga bisa diketahui perbandingan kondisi jalan dan cara penanganan yang tepat dari kedua metode tersebut.

### TINJAUAN PUSTAKA

Pada dasarnya, setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami proses pengrusakan secara progresif sejak jalan pertama kali dibuka untuk lalu lintas (Sulaksono, 2001). Lapisan permukaan perkerasan jalan merupakan lapisan yang langsung berhubungan dengan aktifitas pengguna kendaraan lalu lintas. Oleh karena itu, sering ditemukan kerusakan pada bagian permukaan jalan. Jalan yang rusak umumnya disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya; beban berlebih (*overload*), temperatur suhu, air, dan hujan, serta kualitas material perkerasan yang kurang tepat. Dalam melakukan pemeliharaan pada perbaikan jalan, penting halnya untuk dapat mengetahui penyebab kerusakan tersebut.

Berdasarkan Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku No. 10/T/BNKT/1991, kerusakan pada *rigid pavement* dibagi menjadi jenis;

1. Kerusakan oleh karakteristik permukaan. Yang termasuk dalam kerusakan ini adalah retak setempat, patahan, deformasi, dan abrasi.
2. Kerusakan struktural. Yaitu, retak-retak dan permukaan melengkung (*buckling*).

### Metode International Roughness Index

Metode IRI adalah parameter petunjuk, kekasaran (*roughness*) atau ketidakrataan

yang dihitung dari jumlah kumulatif naik turunnya permukaan arah profil memanjang. Penukuran IRI menggunakan alat *roughmeter* NAASRA yang dipasang pada sumbu belakang mobil standar yang bergerak dengan kecepatan tertentu sesuai dengan metode yang digunakan. Selain itu, dapat pula menggunakan alat *Roadroid* yang merupakan salah satu aplikasi pada ponsel pintar (*smart phone*). Aplikasi *roadroid* hanya dapat digunakan pada jenis ponsel dengan spesifikasi tertentu dan bekerja dengan menggunakan sensor getaran *built-in* di ponsel untuk mengumpulkan data sebagai indikator kondisi jalan dengan efektif dan efisien.

Data yang didapat dari alat *roughness* adalah nilai D1, D2, D3 dan D4. Nilai tersebut kemudian diakumulasikan dan didapat angka BI (*Bump Integrator*). Setelah angka BI ditemukan, maka selanjutnya disubstitusikan dengan rumus:

$$IRI = 0,022 (BI) + 2,169 \quad (1)$$

Parameter IRI yang digunakan oleh Dirjen Bina Marga membagi kebutuhan penanganan sesuai kondisi jalan menjadi Tabel 1 berikut

Tabel 1. Parameter Kondisi Jalan IRI

Kondisi Jalan	IRI m/km	Kebutuhan Penanganan	Tempat Kemantapan
Baik	IRI rata - rata $\leq 4$	Pemeliharaan rutin	Jalan Mantap
Sedang	$4,1 \leq$ IRI rata - rata $\leq 8,0$	Pemeliharaan berkala	
Rusak Ringan	$8,1 \leq$ IRI rata - rata $\leq 12$	Peningkatan Jalan	Jalan tidak mantap
Rusak Berat	IRI rata - rata $> 12$	Peningkatan Jalan	

## Metode Pavement Condition Index

Metode PCI merupakan salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan menurut jenis, taraf kerusakan yang terjadi dan bisa digunakan menjadi acuan pada bisnis pemeliharaan. Menurut Shahin (1994), nilai PCI mempunyai rentang 0 (nol) hingga 100 (seratus) dengan kriteria seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi Perkerasan
0-10	Gagal ( <i>Failed</i> )
10-25	Sangat Jelek ( <i>Very Poor</i> )
25-40	Jelek ( <i>Poor</i> )
40-55	Cukup ( <i>Fair</i> )
55-70	Baik ( <i>Good</i> )
70-85	Sangat Baik ( <i>Very Good</i> )
85-100	Sempurna ( <i>Excellent</i> )

Tingkat kerusakan yang digunakan sebagai acuan dalam penanganan kerusakan jalan ditentukan menggunakan metode PCI (ASTM D6433., 2007). Terdapat 3 (tiga) kategori kerusakan yaitu kerusakan ringan (*low*), kerusakan sedang (*medium*), dan kerusakan berat (*high*).

Setelah data didapat, kemudian dihitung luas dan persentase kerusakannya sesuai dengan tingkat dan jenis kerusakannya. Untuk mencari nilai PCI, terdapat beberapa langkah perhitungan yaitu sebagai berikut:

### Mencari Nilai Density

*Density* merupakan nilai kerapatan dan atau persentase luasan atau panjang total dari suatu jenis kerusakan jalan. Nilai *density* diperoleh dengan rumus di bawah ini:

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100 \% \quad (2)$$

$Ad$  = Luas total kerusakan untuk setiap jenis kerusakan ( $m^2$ )

$As$  = Luas total unit segmen ( $m^2$ )

## Menentukan Deduct Value

*Deduct value* merupakan nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan. *Deduct value* diperoleh dari grafik kurva hubungan antara kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Grafik *deduct value* berbeda untuk tiap jenis kerusakan (Hardiyatmo. 2007).

### Mencari Nilai TDV

Sebelum menentukan nilai *Total Deduct Value* (Nilai pengurangan total) dan *Corrected Deduct Value*, nilai individual *deduct value* perlu dikoreksi dengan nilai  $m$ .

$$m = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDVi) \quad (3)$$

$m$  = *maximum deduct value*

$HDVi$  = angka maksimum *deduct value* di tiap segmennya

Nilai *deduct value* yang telah didapat sebelumnya, dikurangkan dengan nilai  $m$ . Syarat agar nilai *deduct value* bisa digunakan adalah jika  $(DV-m) < m$ .

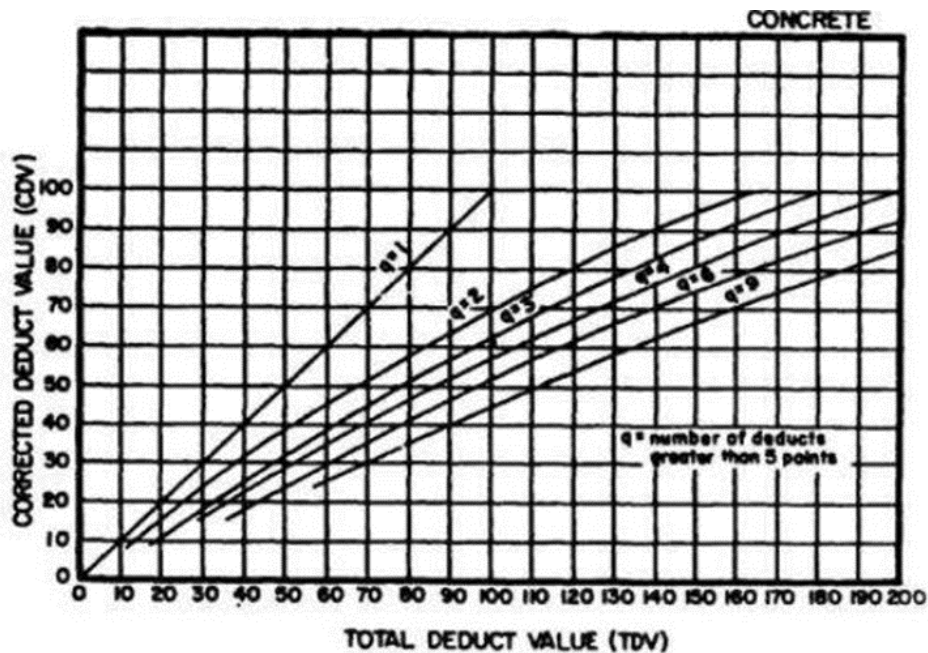
Setelah dikoreksi, maka nilai *deduct value* terkoreksi dapat diakumulasikan menjadi nilai TDV

### Menentukan Nilai CDV

Nilai pengurang terkoreksi (*corrected deduct value*) didapatkan dari kurva hubungan TDV dan CDV dengan menentukan lengkung kurva sesuai dengan jumlah *individual deduct value* dengan nilai lebih besar dari 2 (dua) atau disebut juga dengan nilai  $q$ .

Sebelum ditentukannya CDV, diperlukan penentuan nilai CDV maksimum yang telah terkoreksi. Nilai CDV maksimum dapat diperoleh dari hasil pendekatan  $DV$  dari yang terkecil. Lalu nilai  $DV$  terjumlah (TDV) kemudian dihubungkan dengan nilai  $q$ .

Nilai CDV ditentukan dari grafik yang menampilkan hubungan nilai TDV dengan CDV (ASTM D6433., 2007). Dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan TDV dan CDV

### Menentukan Nilai PCI

Nilai PCI dapat diketahui setelah nilai *corrected deduct value* (CDV) pada setiap segmen didapat, dengan rumus:

$$PCI(s) = 100 - CDV \quad (4)$$

Nilai *Pavement Condition Index* (PCI) rata-rata secara keseluruhan pada ruas jalan dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$PCI = \frac{\sum PCI(s)}{N} \quad (5)$$

PCI (s) = Nilai PCI setiap sampel /segmen

CDV = *Corrected Deduct Value*

PCI = Nilai PCI keseluruhan ruas

N = Jumlah segmen

### METODE PENELITIAN

Lokasi untuk penelitian ditentukan pada ruas Jalan Kaligawe Kota Semarang STA 00+150 – STA 00+300 yang merupakan jalan arteri dengan tipe 3 lajur 2 arah. Lokasi ditentukan dengan survei pengamatan kondisi perkerasan yang akan ditinjau.

Selain menghitung lebar, panjang, dan luas kerusakan, pengamatan mengenai tingkat kerusakan untuk tiap jenis kerusakan juga

perlu dilakukan. Data primer yang didapat kemudian dibandingkan dengan kondisi lapangan untuk mendapat tingkat kerusakan yang sesuai.

Bagan alir penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Metode IRI

Perhitungan dibagi menjadi 15 segmen dengan jarak 10 m per segmen. Dan pengambilan data dilakukan per lajur, total ada 6 lajur (3 lajur 2 arah). Jalur kiri adalah ruas jalan Kaligawe yang mengarah ke Kota Semarang. Sedangkan jalur kanan merupakan ruas jalan yang mengarah ke Demak. Angka *Roughness* yang tertera pada data selanjutnya diakumulasikan menjadi nilai BI (*Bump Integrator*). Pada segmen 1 jalur kanan nilai IRI diperoleh dengan:

$$\begin{aligned} \text{IRI} &= 0,022 (\text{BI}) + 2,169 \\ &= 0,022 (80,95) + 2,169 \\ &= 3,95 \end{aligned}$$

Nilai IRI adalah  $3,95 > 4$  termasuk dalam kategori baik. Dengan memasukkan perhitungan di atas pada setiap segmen, maka didapat hasil seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai IRI Pada Ruas Jalan Kaligawe

Segmen	IRI		IRI rata-rata	Kondisi
	jalur kanan	jalur kiri		
1	5,06	4,38	4,38	Sedang
2	6,04	3,91	3,91	Baik
3	5,95	3,88	3,88	Baik
4	5,85	3,93	3,93	Baik
5	4,77	4,69	4,69	Sedang
6	4,87	4,27	4,27	Sedang
7	11,18	6,74	6,74	Sedang
8	8,99	7,62	7,62	Sedang
9	10,01	6,77	6,77	Sedang
10	9,66	8,27	8,27	Rusak ringan
11	6,12	7,21	7,21	Sedang
12	4,91	4,73	4,73	Sedang
13	4,75	4,45	4,45	Sedang
14	4,44	4,64	4,64	Sedang
15	5,12	4,46	4,46	Sedang
Nilai IRI rata-rata			5,33	Sedang

Nilai IRI rata-rata pada tabel di atas adalah sebesar 5,33 dan termasuk kategori sedang. Persentase angka ketidakrataan permukaan perkerasan pada ruas jalan Kaligawe dari semua segmen dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase *roughness* berdasarkan IRI

Kondisi IRI	Jumlah segmen	Persentase (%)
Baik	3	20
Sedang	11	73
Rusak ringan	1	7
Rusak berat	0	0
<b>Jumlah</b>	15	100

### Metode PCI

Data kondisi kerusakan jalan meliputi besar luasan dan atau volume tiap jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan. Data kerusakan jalan pada ruas Jalan Kaligawe Kota Semarang ini dibagi menjadi 15 segmen dengan jarak 10 meter.

Dari data survei, didapat akumulasi persentase nilai kerusakan jalan dari yang terkecil sampai terbesar yang digambarkan melalui Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa jenis kerusakan terbesar pada *crack* dengan total luas  $341 \text{ m}^2$  (23,63 %).

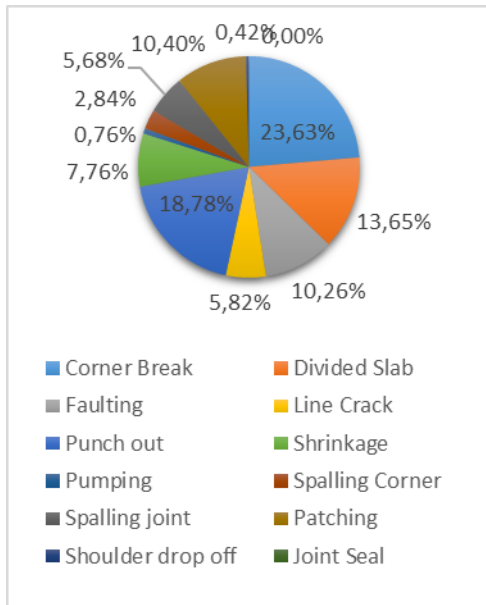
#### 1. Mencari Nilai Density

Nilai *density* dihitung per-jenis kerusakan di setiap segmennya dengan membagi luas total kerusakan dengan luas segmen.

Pada segmen 1, terdapat tipe kerusakan *corner break* dengan luas kerusakan  $8 \text{ m}^2$  dan luas segmen  $108 \text{ m}^2$ . Angka ini dimasukkan dalam persamaan (2) menjadi:

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{8}{108} \times 100 \% \\ &= 7,4 \% \end{aligned}$$

Jenis kerusakan dan tingkat kerusakan pada segmen 1 dapat dilihat pada Tabel 5. seluruh jenis kerusakan di setiap segmennya.



Gambar 3. Persentase kerusakan dengan PCI

Tabel 5. *Density* pada segmen 1

	Tipe kerusakan	Luas Kerusakan (m <sup>2</sup> )	Luas Segmen (m <sup>2</sup> )	<i>density</i>
				(%)
STA 0+150 - 0+160	Corner break	8	108	7,4
	Divided Slab	10	108	9,2
	Faulting	8	108	7,4
	Line Crack	10	108	9,2
	Punch out	6	108	5,6
	Shrinkage	4	108	3,7
	Pumping	2	108	1,8
	Patching	2	108	1,8

## 2. Menentukan *deduct value*

Berdasarkan kurva hubungan *density* dan *deduct value* menurut ASTM D6433: (2007), setiap jenis kerusakan memiliki grafik hubungan yang berbeda. Nilai *deduct value* pada segmen 1 dapat dilihat pada Tabel 6. Beda tingkat kerusakan, dapat mempengaruhi besar nilai *deduct value* terkait.

Tabel 6. Nilai *deduct value* pada segmen 1

	Name	Distress Severity	Density	Deduct Value
STA 0+150 - 0+160	Corner break	H	7%	17
	Divided Slab	M	9%	19
	Faulting	H	7%	12
	Line Crack	H	9%	19
	Punch out	M	6%	15
	Shrinkage	L	4%	0
	Pumping	L	2%	1
	Patching	H	2%	4

## 3. Menentukan TDV dan CDV

Sebelum menentukan nilai TDV dan CDV terpilih, nilai *DV* dikoreksi dahulu dengan nilai *m*. *DV* dapat digunakan jika nilai  $DV > 2$ . Kemudian *Dv* diurutkan dari angka terbesar ke terkecil, seperti pada tabel 7. Nilai CDV yang digunakan adalah nilai tertinggi.

Tabel 7. Perhitungan CDV pada segmen 1

#	Deduct Values						TDV	q	CDV
1	19	19	17	15	12	4	86	6	38
2	19	19	17	15	12	2	84	5	42
3	19	19	17	15	2	2	74	4	44
4	19	19	17	2	2	2	61	3	40
5	19	19	2	2	2	2	46	2	38
6	19	2	2	2	2	2	29	1	29
$m = 1 + (9/98) \times (100-19) = 8,4 > 6$									
Diambil CDV Tertinggi								44	

## 4. Menentukan Nilai PCI

Pada segmen 1 didapat nilai CDV adalah 44 maka, nilai  $PCI = 100 - 44 = 56$ . Nilai tersebut termasuk dalam kondisi cukup (*Fair*). Cara yang sama juga digunakan untuk semua segmen.

Nilai PCI keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 8. Perhitungan nilai PCI dilakukan

dengan membagi jalan menjadi 2 (dua) ruas yaitu kanan (arah Kota Semarang – Demak) dan kiri (arah Demak – Kota Semarang).

### Analisa Perbandingan Nilai IRI dan PCI

Berdasarkan perhitungan IRI dan PCI di Tabel 8, maka didapat hasil dan kondisi kerusakan perkerasan pada ruas Jalan Kaligawe seperti di Tabel 9.

Tabel 8. Nilai PCI pada ruas Jalan Kaligawe

Segmen	Stasionering		PCI ruas kiri	PCI ruas kanan	PCI rata-rata	Keterangan
	Dari STA	Ke STA				
1	150	160	88	56	72	Sangat baik
2	160	170	60	56	58	Baik
3	170	180	76	64	70	Sangat baik
4	180	190	66	46	56	Baik
5	190	200	55	58	56,5	Baik
6	200	210	63	61	62	Baik
7	210	220	76	69	72,5	Sangat baik
8	220	230	35	14,5	24,75	Sangat jelek
9	230	240	34,5	15,5	25	Jelek
10	240	250	13	68	40,5	Sedang
11	250	260	65,5	62	63,75	Baik
12	260	270	87	91	89	Sempurna
13	270	280	88	97	92,5	Sempurna
14	280	290	94	95	94,5	Sempurna
15	290	300	96	96	96	Sempurna
PCI rata-rata					64,8667	Baik

Tabel 9. Perbandingan Nilai IRI dan PCI

Segmen	Stasionering		IRI		PCI	
	Dari STA	Ke STA	eIRI	KONDISI	ePCI.	KONDISI
1	150	160	4,38	Sedang	72,00	Sangat baik
2	160	170	3,91	Baik	58,00	Baik
3	170	180	3,88	Baik	70,00	Sangat baik
4	180	190	3,93	Baik	56,00	Baik
5	190	200	4,69	Sedang	56,50	Baik
6	200	210	4,27	Sedang	62,00	Baik
7	210	220	6,74	Sedang	72,50	Sangat baik
8	220	230	7,62	Sedang	24,75	Sangat jelek
9	230	240	6,77	Sedang	25,00	Jelek
10	240	250	8,27	Rusak ringan	40,50	Sedang
11	250	260	7,21	Sedang	63,75	Baik
12	260	270	4,73	Sedang	89,00	Sempurna
13	270	280	4,45	Sedang	92,50	Sempurna
14	280	290	4,64	Sedang	94,50	Sempurna
15	290	300	4,46	Sedang	96,00	Sempurna
Rata-rata			5,33	Sedang	64,87	Baik

Dari Tabel 9, diketahui bahwa nilai kondisi rata-rata ruas jalan Kaligawe yang dihasilkan berbeda dari kedua metode tersebut. Nilai IRI

adalah 5,33 dalam kondisi sedang. Sedangkan Nilai PCI 64,87 dalam kondisi baik.

Hasil yang berbeda ditunjukkan pada perhitungan di segmen 8-10. Pada metode IRI, jalan dinyatakan dalam kondisi sedang dan hanya dibutuhkan pemeliharaan rutin. Beda halnya dengan hasil kondisi dari metode PCI, jalan dinyatakan jelek bahkan sangat jelek dan butuh perbaikan.

Kedua metode tersebut memberikan nilai dan persentase kondisi jalan yang berbeda. Hal ini disebabkan karena pada metode *International Roughness Index (IRI)*, pelaksanaan survei menggunakan alat atau teknologi sehingga subyektifitas surveyor tidak berpengaruh dalam penentuan besar nilai kekasaran saat pelaksanaan survei. Sedangkan pada metode *Pavement Condition Index (PCI)*, subyektifitas surveyor sangat berpengaruh pada survei penilaian gambaran kondisi jalan

Penelitian serupa dilakukan oleh KA Wintaka (2018). Penelitian tersebut mengevaluasi kerusakan jalan dengan menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)* dan *International Roughness Index (IRI)*. Metode SDI merupakan metode survey manual seperti PCI yang menggunakan subyektifitas surveyor secara langsung di lapangan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil seluruh perhitungan dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan:

1. Kondisi perkerasan pada ruas Jalan Kaligawe STA 00+150 – 00+300 secara keseluruhan adalah cukup baik.
2. Jenis kerusakan yang paling dominan pada ruas tersebut adalah retak pojok (*corner crack*).
3. Nilai *International Roughness Index (IRI)* yang didapat adalah 5,33 dan termasuk kategori kondisi sedang. Jenis penanganan menurut aturan Dirjen Bina Marga adalah pemeliharaan berkala.
4. Nilai *Pavement Condition Index (PCI)* untuk ruas Jalan Kaligawe adalah 64,87 dan dalam kondisi baik. Penanganan yang dapat diusulkan adalah pemeliharaan rutin pada ruas jalan tersebut.
5. Perkerasan pada segmen 8-10 (Sta 00+220 – 00+250) membutuhkan pemeliharaan

khusus berkaitan dengan hasil IRI dan PCI yang didapat.

6. Perbedaan hasil ini disebabkan oleh berbedanya metode survei pada IRI dan PCI. Penilaian secara visual diperoleh dengan melakukan survey lapangan pada metode PCI sedangkan metode IRI menggunakan mobil dan memanfaatkan aplikasi *Roadroid* untuk mengukur ketidak rataan jalan (*road roughness*)

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D6433. (2007). Standar Practice for Roads and Parking Lots Pavement Coondition Index Survey. ASTM International, West Conshohocken.
- AUSTROADS, 1987. A Guide to The Visual Assesment of Pavement Condition. Sydney, Australia.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997. Manual Desain Perkerasan Jalan (MKJI). Jakarta
- Febryawan, Indra. (2017). Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Berdasarkan Nilai PCI dan RCI Pada Ruas Jalan Magelang KM 11- KM 12,5 di Kabupaten Magelang. Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Hidayat, Samsul Rian. (2018). Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil Universitas Dr. Soetomo Vol. 01 Nomor. 02. Surabaya.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2011. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Taun 2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Pemilikan Jalan. Jakarta.
- Silvia Sukirman (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova. Bandung.
- Wintaka, Krisma Ari. (2018). Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan (Study kasus pada jalan Sultan Agung, Sewon, Bantul). Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.