

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jalan**

Menurut bunyi Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yang dimaksud dengan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, dan jalan kabel. Berdasarkan penjelasan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tentang Jalan No. 34 Tahun 2006, jalan merupakan infrastruktur yang dibangun untuk kepentingan umum yang berkenaan dengan bidang transportasi bagi seluruh rakyat Indonesia dan aktivitas di dalamnya yang memiliki kaitan dengan perwujudan hasil pembangunan, perkembangan masyarakat, serta peningkatan dan pertahanan negara. Jalan tersebut memiliki berbagai fungsi yang erat kaitannya dengan pendistribusian barang dan jasa yang berhubungan langsung dengan pemenuhan kebutuhan hidup seluruh rakyat Indonesia (Umi Tho'atin, *et al*, 2016).

Kondisi dan kualitas jalan yang dibangun memiliki kaitan yang erat dengan perkerasan jalan. Dengan manfaat jalan yang begitu besar bagi kehidupan bangsa dan kemajuan ekonomi masyarakat, maka terdapat dua syarat utama bagi perkerasan jalan yaitu: syarat kondisi permukaan jalan seperti tidak bergelombang, tidak berlubang, serta mampu menahan gaya gesek yang diterima dari kendaraan, lalu syarat struktural yang berkaitan dengan kemampuan kedap air serta kekuatan jalan dalam menahan dan menyebarkan beban kendaraan yang melintas di atasnya. Kondisi permukaan jalan memiliki kaitan yang erat dengan kenyamanan pengguna lalu lintas, sehingga segala kerusakan yang terjadi pada jalan berhubungan langsung dengan meningkatnya potensi terjadinya kecelakaan (R.P. Hasibuan dan M.S. Surbakti, 2019).

## 2.2 Klasifikasi Jalan

Klasifikasi jalan dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu :

### A. Klasifikasi jalan berdasarkan fungsi menurut Undang-Undang No. 38

Tahun 2004 yaitu :

#### 1. Jalan Arteri

Jalan arteri menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat wilayah kegiatan.

#### 2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan wilayah, atau antar pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal.

#### 3. Jalan Lokal

Jalan lokal menghubungkan secara berdaya guna kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat 7 kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.

#### 4. Jalan Lingkungan

Jalan lingkungan menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam Kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan Kawasan perdesaan.

### B. Klasifikasi berdasarkan kelas jalan Menurut Undang-Undang LLAJ No. 22

Tahun 2009 yaitu :

#### 1. Jalan Kelas I

Jalan kelas I merupakan jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 10 ton.

#### 2. Jalan Kelas II

Jalan kelas II merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.

### 3. Jalan Kelas III

Jalan kelas III merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.

### 4. Jalan Kelas Khusus

Jalan kelas khusus merupakan jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

## C. Klasifikasi jalan berdasarkan status jalan tercantum di dalam Undang-Undang Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan yaitu sebagai berikut:

### 1. Jalan Nasional

Yang dimaksud dengan jalan nasional adalah jalan yang melingkupi aktivitas pusat kegiatan nasional yang menghubungkan antar ibukota, antar provinsi, jalan strategis nasional, serta jalan tol.

### 2. Jalan Provinsi

Yang dimaksud dengan jalan provinsi adalah jalan yang melingkupi aktivitas kegiatan yang mencakup wilayah suatu provinsi yang menghubungkan antara ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, maupun antar ibukota kabupaten/kota, serta jalan strategis provinsi

### 3. Jalan Kabupaten

Yang dimaksud dengan jalan kabupaten adalah jalan yang

melingkupi aktivitas kegiatan yang mencakup wilayah suatu kabupaten yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan kecamatan yang ada di dalamnya, maupun antar kecamatan serta jalan umum yang terdapat dalam wilayah kabupaten yang bukan jalan nasional maupun jalan provinsi

#### 4. Jalan Kota

Yang dimaksud dengan jalan kota adalah jalan yang melingkupi aktivitas kegiatan yang mencakup wilayah suatu kota yang menghubungkan antar pusat pelayanan serta antar pusat permukiman yang berada di dalam wilayah kota.

#### 5. Jalan Desa

Yang dimaksud dengan jalan desa adalah jalan yang melingkupi aktivitas kegiatan yang mencakup wilayah suatu desa yang menghubungkan antar pusat permukiman serta jalan lingkungan yang terdapat di dalam wilayah desa.

### **2.3 Kondisi Permukaan Jalan**

Pengelompokkan kondisi permukaan jalan dapat dilihat sebagai berikut (Direktorat Jendral Bina Marga, 2011):

#### 1. Jalan dengan kondisi baik

Yang dimaksud dengan jalan dengan kondisi baik adalah permukaan jalan yang tidak terdapat kerusakan serta tidak bergelombang.

#### 2. Jalan dengan kondisi sedang

Yang dimaksud dengan jalan dengan kondisi sedang adalah permukaan jalan yang tidak terdapat kerusakan, namun memiliki gelombang yang relatif kecil dan kerataan permukaan perkerasan yang sedang.

#### 3. Jalan dengan kondisi rusak ringan

Yang dimaksud dengan jalan dengan kondisi rusak ringan adalah permukaan jalan yang sudah mulai terdapat kerusakan dan penambalan yang kurang dari 20% luas jalan yang ditinjau, serta

mulai bergelombang.

4. Jalan dengan kondisi rusak berat

Yang dimaksud dengan jalan dengan kondisi rusak berat adalah permukaan jalan yang mengalami kerusakan pondasi seperti amblas, serta terdapat banyak kerusakan pada permukaan seperti keretakan, pengelupasan, serta bergelombang.

Menurut Sartika dan Dimas (2020) terdapat beberapa faktor penyebab kerusakan pada permukaan jalan yaitu:

1. Beban lalu lintas yang bertambah dan berulang-ulang
2. Sistem drainase di sekitar jalan yang kurang baik.
3. Sifat material yang digunakan atau sistem pengolahan yang kurang baik.
4. Iklim dan cuaca di lokasi jalan.
5. Sifat tanah dasar atau sistem pelaksanaan yang kurang baik sehingga kondisi tanah tidak stabil.
6. Proses pengerjaan pemadatan tanah yang kurang baik.

## **2.4 Beban Lalu Lintas**

Menurut Sukirman (1992), konstruksi jalan memiliki hubungan dengan beban lalu lintas yaitu konstruksi perkerasan yang dimiliki jalan akan menerima beban lalu lintas yang merupakan akibat dari aktivitas lalu lintas yang dilimpahkan oleh roda kendaraan-kendaraan yang melintas. Beban lalu lintas tersebut diterima secara berulang-ulang oleh jalan selama jalan tersebut masih layak digunakan serta dimanfaatkan sebagai infrastruktur transportasi.

Menurut Irianto dan Reny (2020), penggunaan jalan yang berulang-ulang akan menimbulkan kerusakan pada jalan yang akan berdampak pada kerugian yang diterima oleh pengguna jalan sehingga tidak sesuai dengan usia jalan yang telah direncanakan. Jumlah beban lalu lintas yang diterima secara terus-menerus sangat mempengaruhi kondisi permukaan serta struktural jalan. Oleh karena itu, beban lalu lintas yang berlebih akan berdampak pada potensi kerusakan pada jalan yang juga berhubungan dengan potensi kecelakaan lalu lintas.

Menurut Gunawan (2019), beban berlebih (*overloading*) yaitu kendaraan yang membawa muatan yang melampaui batas yang telah resmi ditetapkan sebelumnya. Menurut Iskandar (2008), yang dimaksud dengan beban berlebih adalah kondisi beban gandar (as) yang dimiliki kendaraan melebihi batas maksimum yang diizinkan oleh peraturan yang berlaku. Dalam Kamus Istilah Bidang Pekerjaan Umum (2008) yang dimaksud dengan muatan berlebih yaitu muatan sumbu yang dimiliki kendaraan yang berada pada kondisi yang melebihi ketentuan. Peraturan yang mengatur mengenai batas maksimum beban lalu lintas yang berlaku di Indonesia adalah Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993. Jumlah berat lalu lintas yang diizinkan berhubungan langsung dengan jenis kendaraan yang akan melintas, sehingga batas maksimum berat lalu lintas yang diterima jalan disesuaikan dengan jenis kendaraan apa saja yang melintas di kawasan tersebut. Berikut batas beban lalu lintas yang disesuaikan dengan jenis kendaraan (Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2008):

**Tabel 2.1** Batas Berat Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Kendaraan

Jumlah Sumbu	Jenis	Jumlah Berat Yang Diizinkan (Kelas II)	Jumlah Berat Yang Diizinkan (Kelas III)
2	Truk Engkel	12 ton	12 ton
2	Truk Besar	16 ton	14 ton
3	Truk Tronton	22 ton	20 ton
3	Truk Gandeng	36 ton	30 ton
4	Truk 4 Sumbu	30 ton	26 ton
4	Truk Tempel	34 ton	28 ton
5	Truk Tempel	40 ton	32 ton
6	Truk Tempel	43 ton	40 ton

Sumber: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, 2008

## 2.5 Jenis Penilaian Kerusakan Jalan

### 2.6.1 International Roughness Index (IRI)

Menurut Tho'atin, *et al* (2016), yang dimaksud dengan *International Roughness Index* (IRI) merupakan suatu parameter ketidakrataan pada jalan yang dianalisa dari naik dan turunnya jumlah kumulatif yang ada dari permukaan arah profil yang memanjang lalu dibagi dengan jarak atau panjang dari permukaan jalan yang diukur. Menurut Irianto dan Reny (2020), IRI digunakan dalam menilai dan mengetahui tingkat kekerasan permukaan jalan yang kemudian tingkat kekasaran tersebut menjadi patokan dalam menilai kondisi fisik dari jalan yang diukur.

IRI telah dikenal sebagai patokan dalam menilai ketidakrataan pada suatu jalan yang diukur dengan tabel indikator yang menjadi dasar dalam menentukan kondisi permukaan jalan yang dibangun. Metode IRI pada awalnya muncul pada tahun 1982 di Brazil setelah diusulkan oleh *World Bank* sebagai standar dalam korelasi serta kalibrasi dalam pengukuran perkerasan jalan (Park Kyungwon, *et al.* 2007). Menurut Suwardo (2004), IRI sebagai parameter ketidakrataan jalan memainkan peran yang vital bagi kenyamanan pengendara (*riding quality*) dalam menggunakan jalan yang telah dibangun. Dengan indikator yang jelas serta telah terbukti efektif dalam menilai kondisi permukaan jalan, maka pembangunan serta pemeliharaan dan penanganan jalan yang dimanfaatkan oleh masyarakat tidak dapat terlepas dari pentingnya IRI.

Dengan adanya IRI, maka dapat ditentukan pengambilan langkah yang tepat dalam pemeliharaan jalan yang telah dibangun demi menjaga keselamatan dan nyaman pengendara. Menurut Maulidya, *et al* (2014), pemeriksaan perkerasan jalan sangat penting untuk dilakukan dalam menentukan langkah apa yang akan diambil dalam pemeliharaan jalan yang telah dibangun.

Menurut Pedoman Survei Pengumpulan Data Kondisi Jaringan Jalan, penilaian kondisi profil ketidakrataan (IRI) dilaksanakan sebanyak 2 kali dalam setahun. Pelaksanaan penilaian kondisi profil ketidakrataan (IRI) tersebut dilakukan dengan maksud:

1. Memberikan gambaran umum kondisi jaringan jalan.

2. Mengembangkan model penurunan kondisi perkerasan.
3. Memberikan masukan dalam optimisasi pemeliharaan dan rehabilitasi jaringan jalan.
4. Memberikan masukan untuk pemodelan dalam mengevaluasi efektivitas standar perencanaan perkerasan dan kebijakan pemeliharaan, dan menilai bagian penilaian penyelenggaraan jalan dalam menunjang angkutan barang dan jasa.

Indikator IRI dinyatakan dalam satuan kemiringan, mengukur kumulatif gerakan suspensi dalam kendaraan yang bergerak selama jarak yang ditempuh baik dalam satuan kilometer maupun meter (Park Kyungwon, *et al.* 2007). Pada khususnya IRI menggambarkan bahwa getaran yang dialami oleh kendaraan disebabkan oleh kekasaran profil/permukaan jalan yang berbanding lurus dengan tingkat kekasaran jalan yang diukur oleh IRI. Dengan hal tersebut maka semakin rendah nilai IRI, semakin rata aspalnya permukaan. Misalnya, dengan nilai IRI sebesar 0,0 m/km maka hal tersebut menunjukkan bahwa permukaan jalan yang sangat datar. Tidak ada batas atas pada IRI, namun dalam praktiknya nilai IRI di atas 8 m/km hampir tidak dapat dilalui oleh kendaraan kecuali pada kecepatan rendah yang menunjukkan bahwa nilai dari IRI sangat menentukan aksesibilitas kendaraan pada jalan.

Menurut bina marga kualitas serta kenyamanan dan kelancaran berkendara jalan nasional ditentukan dengan seberapa cepat kendaraan dapat melalui jalan nasional tersebut, standar dari bina marga adalah dengan kecepatan 80-100km/h untuk perkerasan lentur dan 100-120km/h untuk perkerasan kaku. Berdasarkan hal tersebut berdasarkan world bank kecepatan dengan kisaran seperti itu jika di konversikan menjadi nilai IRI yang dihitung berdasarkan algoritma komputer yang memiliki tingkat validitas tinggi akan menghasilkan nilai IRI 4. Pengukuran perkerasan dengan IRI sangat penting dikarenakan dengan pengukuran secara kolektif memberikan indikasi yang terpercaya dari kondisi struktural dan fungsional perkerasan jalan pada lokasi penelitian (Stephen, A.A., *et al.* 2015)

Berikut parameter IRI yang menentukan klasifikasi kondisi permukaan jalan (Tho'atin, *et al.* 2016):

**Tabel 2.2** Parameter IRI Dalam Penilaian Kondisi Jalan

Nilai IRI	Kondisi
< 4	Baik
4-8	Sedang
8-12	Rusak Ringan
> 12	Rusak Berat

Sumber: Bina Marga (2011)

Keempat kondisi jalan di atas, merupakan klasifikasi kondisi permukaan jalan yang digunakan oleh Direktorat Jendral Bina Marga dalam menilai serta mengelompokkan kondisi permukaan pada suatu jalan yang selanjutnya akan dilakukan pengambilan langkah dalam kegiatan pemeliharaan jalan. Menurut Hardiyatmo (2007), pemeliharaan jalan bersifat untuk melakukan pencegahan terjadinya kerusakan pada permukaan jalan yang telah dibangun. Terdapat dua jenis pemeliharaan jalan, yaitu pemeliharaan rutin dan berkala. Namun, jika kondisi permukaan jalan berada dalam kondisi rusak berat, maka perlu dilakukan rekonstruksi. Berikut tabel klasifikasi kondisi jalan yang dihubungkan dengan langkah penanganan yang akan diambil:

**Tabel 2.3** Parameter IRI Dalam Penentuan Penanganan Kondisi Jalan

Nilai IRI	Kondisi	Penanganan
< 4	Baik	Pemeliharaan Rutin
4-8	Sedang	Pemeliharaan Berkala
8-12	Rusak Ringan	Rekonstruksi/Peningkatan
> 12	Rusak Berat	Rekonstruksi/Peningkatan

Sumber: Bina Marga (2011)

Menurut Pedoman Survei Pengumpulan Data Kondisi Jaringan Jalan, peralatan yang digunakan untuk pengumpulan data profil ketidakrataan (IRI) harus memenuhi beberapa syarat minimum sebagai berikut:

1. Berfungsi baik pada kecepatan normal di jalan baik dalam kota maupun di luar kota.
2. Dapat digunakan untuk mengukur perkerasan lentur atau perkerasan kaku.

3. Memiliki resolusi kurang dari 0,1 mm, dan
4. Dapat mencapai ketelitian pengukuran kurang dari 0,1 mm.

Menurut ASTM E950-94, peralatan pengukur ketidakrataan jalan dapat dikategorikan dalam empat kelompok menurut tingkat ketelitian dan metode yang digunakan untuk menetapkan nilai IRI sebagaimana dalam tabel berikut:

**Tabel 2.4** Peralatan Pengukuran Nilai IRI

<b>Kelas</b>	<b>Contoh Peralatan</b>
<b>Kelas I</b> Profilometer Presisi	<i>Laser Profilometers, TRL Beam, Face Dipstick/ROMDAS Z-250, ARRB Walking Profiler</i>
<b>Kelas II</b> Metode Profilometer lainnya	<i>APL Profilometer, Profilographs, Optical Profilometers, and Inertial Profilometers (GMR).</i>
<b>Kelas III</b> Nilai IRI ditentukan berdasarkan rumus-rumus korelasi	<i>Roadmaster, ROMDAS, Roughmeter, rolling straightedge, dan alat-alat lain yang memenuhi spesifikasi alat.</i>
<b>Kelas IV</b> Pengukuran subyektif/tanpa kalibrasi	<i>Key Code Rating System, Visual Inspection, dan Ride Over Section.</i>

Sumber: ASTM E950-94

Alat pengukuran nilai IRI terbagi dalam dua tipe, tipe profilometer dan tipe respon. Pada alat pengukuran nilai IRI yang memiliki tipe profilometer, harus memiliki spesifikasi sebagai berikut:

**Tabel 2.5** Spesifikasi Alat Tipe Profilometer

<i>Parameter</i>	<i>Sensor Equipment</i>	<i>Data Acquisition System</i>
<i>Equipment Type</i>	<i>Laser Profiler</i>	<i>Not Applicable</i>
<i>Measurement Speed</i>	<i>80 km/h</i>	<i>Not Applicable</i>
<i>Resolution</i>	<i>0,05 mm</i>	<i>16 Bit</i>
<i>Longitudinal Sample Interval</i>	<i>50 mm</i>	<i>100 milliseconds</i>

<i>Parameter</i>	<i>Sensor Equipment</i>	<i>Data Acquisition System</i>
<i>Measuring Range</i>	200 m	> 200m
<i>Repeatability</i>	0,1 mm	±1 <i>Least Significant Bit (LSB)</i>
<i>Operation Temperature Range</i>	0°C to 50°C	0°C to 50°C

Sumber: ASTM E950-94

Pada alat pengukuran ketidakrataan (IRI) tipe respon, data ketidak rataan jalan dapat dikumpulkan dengan menggunakan alat pengukur ketidakrataan jalan tipe respon atau sejenisnya, dengan instrumen yang dikalibrasi menghasilkan nilai IRI dalam m/km sesuai dengan ASTM E1448-92/98. Dalam ketentuan tersebut, nilai akurasi alat ukur kelas 3 minimal mencapai tingkat akurasi 80% jika dibandingkan dengan alat ukur kelas 1 yaitu *laser profilometer*. Data ketidakrataan jalan harus dilaporkan dengan interval 100 m.

### **2.6.2 Pavement Condition Index (PCI)**

*Pavement Condition Index (PCI)* merupakan suatu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan serta dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan pada perkerasan jalan. Metode ini didasarkan pada hasil survei kondisi visual. Untuk memprediksi kondisi yang akan datang, maka dibuatlah sistem perangkaan berulang untuk mengidentifikasi kondisi perkerasan. Nilai perangkaan ini dikenal dengan *Pavement Condition Index (PCI)* yang dikembangkan oleh *US Army Corps of Engineer*. Kelebihan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* yaitu untuk analisis kerusakannya lebih detail karena menggunakan grafik yang berbeda setiap jenis kerusakan yang ada dan hasil akhirnya berupa klasifikasi kualitas perkerasan pada jalan tersebut. Shahin (1994) menyatakan bahwa Nilai *Pavement Condition Index (PCI)* memiliki rentang 0 (nol) sampai dengan 100 (seratus) dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*). Nilai 0, menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat rusak dan nilai 100, menunjukkan perkerasan masih sempurna. Adapun besaran Nilai PCI adalah

**Tabel 2.6** Besaran Nilai PCI

Nilai PCI	Kondisi Jalan
86-100	Sempurna
71-85	Sangat Baik
56-70	Baik
41-55	Sedang
26-40	Jelek
11-25	Sangat Jelek
0-10	Gagal

Sumber : Shahin (1994)

### 2.6.3 *Present Serviceability Index (PSI)*

Indeks Permukaan (IP) atau Present Serviceability Index (PSI) diperkenalkan oleh AASHTO yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan. Dikutip dari NHCRP (2001) IP dinyatakan sebagai fungsi dari IRI untuk perkerasan beraspal melalui persamaan berikut:

$$PSI = 5 - 0,2937X^4 + 1,1771X^3 - 1,4045X^2 - 1,5803X$$

$$\text{Dengan: } X = \text{Log} (1 + SV)$$

$$SV = \text{Slope Variance} = 2,2704 \text{ IRI}^2$$

$$PSI = \text{Present Serviceability Index}$$

$$IRI = \text{International Roughness Index, m/km}$$

Indeks Permukaan bervariasi dari angka 0 – 5 yang menunjukkan fungsi pelayanan seperti pada **Tabel 2.12** Indeks Permukaan sebagai berikut:

**Tabel 2.7** Indeks Permukaan PSI

No.	Indeks Permukaan	Fungsi Pelayanan
1	4-5	Sangat Baik
2	3-4	Baik
3	2-3	Cukup
4	1-2	Kurang
5	0-1	Sangat Kurang

Sumber : Silvia Sukirman (1999)

#### 2.6.4 Road Condition Index (RCI)

Indeks Kondisi Jalan (*Road Condition Index*, RCI) adalah skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja dari jalan, dapat diperoleh sebagai hasil dari pengukuran dengan alat *Roughometer* ataupun secara visual. Menurut Silvia Sukirman (1999) korelasi antara RCI dan IRI untuk Indonesia adalah sebagai berikut.  $RCI=10*Exp(-0,0501* IRI^{1,220920})$ . Menurut panduan survei kekasaran permukaan perkerasan secara visual, jika tidak mempunyai kendaraan dan alat survei maka disarankan untuk menggunakan survei visual. Nilai RCI (*Road Condition Index*) dapat diperoleh dengan melakukan survei kekasaran permukaan jalan secara visual dengan form survei RCI yang diperoleh dari Bina Marga. Penentuan nilai RCI berdasarkan jenis permukaan dapat dilihat berikut ini:

**Tabel 2.8** Penentuan Nilai RCI

No.	Kondisi Ditinjau Secara Visual	Nilai RCI	Nilai IRI
1	Tidak bisa dilalui	0-2	24-17
2	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan mengalami kerusakan	2-3	17-12
3	Rusak, bergelombang, dan banyak lubang	3-4	12-9
4	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan agak tidak rata	4-5	9-7
5	Cukup, tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5-6	7-5
6	Baik	6-7	5-3
7	Sangat baik umumnya rata	7-8	3-2
8	Sangat rata dan teratur	8-10	2-0

Sumber : Bina marga (2012)

#### 2.6.5 Surface Distress Index (SDI)

SDI (*Surface Distress Index*) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan dengan pengamatan visual dan dapat digunakan sebagai acuan

dalam usaha pemeliharaan. Dalam pelaksanaan metode SDI di lapangan maka ruas jalan yang akan disurvei harus dibagi ke dalam segmen-segmen. Menurut Bina Marga (2011), nilai dari tiap kerusakan yang diidentifikasi menentukan penilaian kondisi jalan dengan cara menjumlahkan seluruh nilai kerusakan perkerasan yang diketahui dimana semakin besar angka kerusakan kumulatif maka akan semakin besar pula nilai kondisi jalan, yang berarti bahwa jalan tersebut memiliki kondisi yang semakin buruk sehingga membutuhkan pemeliharaan yang lebih baik.

Metode SDI dapat digunakan untuk:

- Untuk mendapatkan data kondisi dari bagian-bagian jalan yang mudah berubah baik untuk jalan aspal maupun untuk jalan beton. 27
- Untuk penyusunan rencana dan program pembinaan jaringan jalan.
- Untuk penyusunan rencana dan program pembinaan jaringan jalan dan sebagai masukan dalam sistem perencanaan teknis jalan.

Secara garis besar indeks kondisi permukaan jalan atau *surface distress index* (SDI) dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.9** Nilai SDI Terhadap Kondisi Permukaan Jalan

Kondisi	Indeks Kondisi Permukaan Jalan
Baik	$0 \leq 50$
Sedang	50 – 100
Rusak Ringan	100 – 150
Rusak Berat	$> 150$

Sumber : IRMS, 2010

## 2.6 Hubungan Skala Penilaian Metode PCI, RCI, IRI, PSI, dan SDI

Metode PCI, IRI, RCI, IRI, PSI, dan SDI memiliki skala penilaiannya masing-masing. Hubungan antara semua metode tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 2.10** Nilai SDI Terhadap Kondisi Permukaan Jalan

PCI	Kondisi Jalan	RCI	Kondisi Visual Jalan	IRI	Keterangan	PSI	Fungsi Pelayanan	SDI	Kondisi Jalan
86-00	Sempurna	8-10	Sangat rata dan teratur	< 4	Sangat baik	4-5	Sangat baik	< 50	Baik
71-85	Sangat Baik	7-8	Sangat baik, umumnya rata	4-8	Baik-sedang	3-4	Baik	50-100	Sedang
56-70	Baik	6-7	Baik	8-12	Sedang-jelek	2-3	Cukup	50-100	
41-55	Sedang	5-6	Cukup, sedikit sekali lubang tapi permukaan jalan tidak rata	12-16	Jelek-buruk	1-2	Kurang	100-150	Rusak Ringan
26-40	Jelek	4-5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata	16-20	Buruk	1-2	Kurang	100-150	Rusak Ringan
11-25	Sangat Jelek	3-4	Rusak, banyak lubang, bergelombang	≥ 20	Sangat buruk	0-1	Sangat kurang	≥ 150	Rusak Berat
		2-3	Rusak, banyak lubang, bergelombang						
0-10	Gagal	≤ 2	Tidak bisa dilalui kecuali dengan kendaraan 4WD	Any	Unsealed				

Sumber : Shahin (1994)

## 2.7 *Laser Profilometer*

Laser Profilometer merupakan salah satu alat ukur yang digunakan dalam menentukan nilai *International Roughness Index (IRI)*. Laser Profilometer telah lama digunakan serta populer dalam pengukuran nilai IRI dalam menentukan penanganan kondisi jalan. Hal tersebut tidak terlepas dari berbagai keunggulan yang dimiliki oleh *Laser Profilometer* dalam menjalankan fungsinya sebagai alat ukur pengukuran nilai IRI. Beberapa keunggulan yang dimiliki oleh *Laser Profilometer* antara lain:

- *Laser Profilometer* berguna dalam pengecekan berbagai tipe perkerasan jalan.
- *Laser Profilometer* adalah standar pembanding bagi alat ukur *roughness* lainnya.
- *Laser Profilometer* dapat dipasang pada berbagai tipe kendaraan, umur kendaraan, tipe suspensi, serta kondisi mekanis.
- *Laser Profilometer* dapat digunakan minimal dari kecepatan 20 km/jam yang menyebabkannya lebih unggul dari alat ukur lain yang memerlukan kecepatan 40 km/jam untuk dapat dioperasikan.
- *Laser Profilometer* menampilkan nilai IRI secara langsung pada saat pengukuran di lokasi.

Berikut komponen-komponen yang terdapat dalam sistem pengukuran menggunakan *Laser Profilometer*:



**Gambar 2.1** Komponen *Laser Profilometer*  
Sumber: ROMDAS

Komponen-komponen diatas merupakan perangkat keras yang menjadi bagian dari kerangka sistem pengukuran menggunakan *Laser Profilometer*. Pada pengukuran di lapangan, jumlah minimal laser yang digunakan adalah 3 laser dengan 2 akselerator yang berfungsi untuk mengukur percepatan arah vertikal kendaraan di permukaan jalan dalam proses mengemudi. Sedangkan *Mud Guard* merupakan cangkang bagi alat penembak laser yang berfungsi untuk melindungi mata laser dari lumpur maupun material yang dapat mengganggu proses pengukuran.

Terdapat berbagai perangkat lainnya yang merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dalam penggunaan *Laser Profilometer* yaitu:

- Besi penahan yang berfungsi sebagai *casing* bagi perangkat keras *Laser Profilometer* yang dapat ditempatkan di depan maupun belakang mobil



**Gambar 2.2** *Casing Laser Profilometer*  
Sumber: ROMDAS

- Encoder yang disambungkan pada sisi ban dengan kabel untuk meningkatkan ketepatan pengukuran.



**Gambar 2.3** *Encoder*  
Sumber: ROMDAS



**Gambar 2.4** Rangkaian *Encoder* pada sisi ban  
Sumber: ROMDAS

Perangkat HDMI dan Laptop untuk mengetahui nilai IRI secara *real time* pada lokasi penelitian.



**Gambar 2.5** Perangkat HDMI  
Sumber: ROMDAS



**Gambar 2.6** Laptop  
Sumber: ROMDAS

Pada pengukuran nilai IRI menggunakan *Laser Profilometer*, diperlukan perangkat laser yang memiliki kapasitas sebagai *high speed laser* untuk mengukur nilai IRI serta tekstur jalan dengan ketelitian pengukuran setiap 1 mm per 100 km/h. Dengan tingkat ketelitian yang tinggi tersebut, maka laser profilometer memiliki keunggulan serta validitas yang telah terbukti sebagai alat ukur nilai IRI.



**Gambar 2.7** Pengukuran *Laser Profilometer*  
Sumber: Stanlay

Dengan perangkat *Laser Profilometer* yang telah terpasang, maka pengukuran telah dapat dilakukan dengan menjalankan kendaraan yang digunakan dengan kecepatan minimal 20 km/jam. Selama pengukuran tersebut, nilai IRI dapat dipantau secara real time yang ditayangkan pada perangkat laptop.



**Gambar 2.8** Penggunaan *Laser Profilometer*  
Sumber: ROMDAS

## 2.8 *Roadroid*

*Roadroid* merupakan aplikasi yang diproduksi serta dikembangkan oleh perusahaan Swedia yang telah dikenal lama sebagai aplikasi yang handal dalam melakukan survei lokasi, terutama untuk melakukan survei kondisi permukaan jalan. *Roadroid* hingga saat ini telah mencapai versi 2.6.12 yang merupakan pengembangan dari versi sebelumnya sehingga telah memiliki fitur serta efektivitas yang lebih baik.

*Roadroid* telah menjadi aplikasi yang dikenal secara internasional dalam melakukan pengukuran tingkat ketidakrataan permukaan jalan yang tentunya sangat bermanfaat dalam proses pengumpulan data. Hal tersebut dibuktikan dengan penghargaan yang diterima dan dicapai oleh *Roadroid* diantaranya *Global*

*Road Achievement* dari *International Road Federation (IRF)* pada tahun 2014, *Regional Challenge Winner* dari *European Satellite Navigation Challenge (ESNC)*, *Mobile Content Winner* dari *World Summit Awards (WSA)*, dan *Swedish Carthographic Society Innovation Award* dari *Kartografiska*.

Aplikasi *Roadroid* dapat diunduh di *Google Playstore* dan tersedia untuk umum, tetapi memerlukan perangkat android yang memiliki spesifikasi khusus yang harus dipenuhi untuk menjalankan aplikasi tersebut. Cara penggunaan aplikasi *Roadroid* adalah dengan menempelkan perangkat *android* yang sedang menjalankan aplikasi tersebut ke kaca mobil bagian depan, lalu kemudian sensor yang ada pada aplikasi tersebut akan merekam naik turunnya permukaan jalan untuk mengetahui tingkat ketidakrataan permukaan jalan yang diukur. Berikut logo aplikasi tersebut yang terdapat di *Google Play Store*:



**Gambar 2.9** Logo *Roadroid*

Aplikasi ini hanya dapat digunakan pada jenis ponsel yang memiliki spesifikasi tertentu, cara kerja aplikasi ini dengan menggunakan sensor getaran built-in di ponsel pintar untuk mengumpulkan data kekasaran jalan yang dapat menjadi indikator kondisi jalan hingga ke level kelas 2 atau 3 dengan cara efektif dan efisien. Dalam tutorial penggunaan aplikasi *Roadroid* mengukur dengan 2 cara yaitu eIRI dan cIRI dimana perkiraan IRI (eIRI) menggunakan rumus konversi linier dan mengambil lebih banyak tekstur jalan sementara IRI yang dihitung (cIRI) menggunakan rumus seperempat dari mobil. Pada eIRI memiliki kompensator kecepatan (20 - 80 km/jam) untuk jalan beraspal - dan cIRI membutuhkan kecepatan yang konsisten, eIRI lebih sensitif terhadap kekasaran

mikro, memiliki kompensator kecepatan untuk jalan beraspal dengan pengaturan terbatas (hanya jenis kendaraan) dan untuk membuat pembacaan IRI yang lebih akurat, anda perlu bekerja dengan cIRI.

Pada penelitian sebelumnya dilakukan oleh (Forsslöf & Jones, 2015), korelasi estimasi IRI (eIRI) terhadap sinar laser yang diukur IRI adalah sekitar 70-80% tergantung pada jenis permukaan jalan dan dikembangkan lagi IRI (cIRI) yang dihitung untuk meningkatkan nilai faktor korelasi. Untuk membuat pembacaan eIRI yang lebih akurat maka perlu bekerja dengan cIRI. Berikut adalah unsur-unsur yang terdapat di dalam *Roadroid*:

- Sistem

Sistem survei terdiri dari:

- ◆ Kendaraan

1. Gunakan kendaraan standar yang dekat dengan tipe yang dapat Anda pilih di menu setting pada aplikasi Roadroid, dimana dalam menu setting pada pemilihan kendaraan terdiri atas:
  - *Bicycle (does not support user changed sensitivity for speed)*
  - *Small car/ business van*
  - *4WD jeep type (Hilux/ King Cab)*
  - *Medium/ big sedan/ station wagon (default)*
2. Hindari suspensi yang buruk atau khusus (seperti suspensi *sport*). Gunakan tekanan ban standar.
3. Pastikan semua roda seimbang (seperti penggunaan roda yang sejenis) roda tidak seimbang akan merusak data Anda.

- ◆ Telepon

1. *Accelerometer* atau sensor untuk menghitung percepatan suatu objek masih bagus, dan mampu menangkap populasi atau kumpulan data dari aplikasi tersebut.
2. Menggunakan versi sistem yang Android, dan mampu menampung aplikasi tersebut.
3. Pengikat telepon - penting dengan ikatan yang stabil, seperti *Logitec +*

di *Amazon*.

◆ Kecepatan Survei

1. Kecepatan secara langsung mempengaruhi hasil survei - menjaga kecepatan yang konsisten.
2. Korelasi terbaik untuk metode tipe IQL3 / response adalah sekitar 70-80 km/jam.
3. Sistem dapat disetel untuk kecepatan survei yang lebih rendah hingga 30 km/jam.

◆ Kecepatan Survei

Pengikat telepon di rak mobil di kaca depan dengan:

- Mode horizontal / lanskap
- Berdiri secara vertikal dari jalan
- Harus mudah untuk mencapai tampilan
- Pastikan kamera menangkap jalan aspal

Penting untuk menggunakan rak pengikat telepon pada mobil yang bagus

Jika telepon tidak diikat dengan kencang, maka data akan korup.

## 2.9 Penelitian Terdahulu

**Tabel 2.11** Penelitian Terdahulu

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
1.	Umi Tho'atin, Ary Setyawan, Mamok Suprpto (2016)	Penggunaan Metode <i>International Roughness Index (IRI)</i> , <i>Surface Distress Index (SDI)</i> Dan <i>Pavement Condition Index (PCI)</i> Untuk Penilaian Kondisi Jalan Di Kabupaten Wonogiri.	Ruas jalan Pokoh-Malangsari, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah	Mengevaluasi kondisi perkerasan jalan secara fungsional dan membandingkan nilai kondisi perkerasan jalan	<i>International Roughness Index (IRI)</i> , <i>Surface Distress Index (SDI)</i> dan <i>Pavement Condition Index (PCI)</i>	Terdapat perbedaan kondisi jalan Manjung-Klerong pada ketiga metode. IRI: 29% kondisi sedang, 71% kondisi baik dan kondisi rusak ringan serta rusak berat tidak ditemukan. SDI: 78.6 kondisi baik, 10.7% kondisi sedang, 7.1% rusak ringan, dan 3.6% rusak berat. PCI: 93% kondisi baik, dan 7% kondisi sedang, tidak ditemukan rusak ringan dan rusak berat.

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
2.	Sartika Nisumanti, Dimas Prawinata (2020)	Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan Metode <i>International Roughness Index</i> (IRI) Dan <i>Surface Distress Index</i> (SDI) Pada Ruas Jalan Akses Terminal Alang-Alang Lebar (Studi Kasus: Sp. Soekarno Hatta – Bts. Kota Palembang km 13)	Ruas jalan Sp. Soekarno Hatta-Bts. Kota Palembang, Sumatera Selatan.	Untuk memperoleh usulan penanganan jalan pada ruas jalan Sp. Soekarno Hatta-Bts. Kota Palembang.sebagai saran serta masukan bagi penyelenggara jalan dalam pemeliharaan jalan dengan mengkaji kondisi perkerasan jalan.	<i>International Roughness Index</i> (IRI) Dan <i>Surface Distress Index</i> (SDI) dengan alat NAASRA.	Metode IRI mendapatkan nilai: 67% kondisi sedang, dan 33% kondisi rusak ringan. Sementara metode SDI mendapat nilai: 66% kondisi sedang, dan 34% kondisi rusak ringan.

No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
3.	Irianto, dan Reny Rochmawati (2020)	Studi Penilaian Kondisi Kerusakan Jalan Dengan Metode Nilai <i>International Roughness Index</i> (IRI) Dan <i>Surface Distress Index</i> (SDI) (Studi Kasus Jalan Alternatif Waena_Entrop)	Jalan alternatif Waena – Entrop, Jayapura, Papua.	Untuk mengetahui kerusakan jalan yang terjadi pada jalan alternatif Waena – Entrop serta menentukan cara penanganannya.	<i>International Roughness Index</i> (IRI) dan <i>Surface Distress Index</i> (SDI) dengan aplikasi <i>Roadbounce</i> .	Dari 6 km panjang jalan, dengan metode IRI didapat bahwa 2.8 km mengalami kerusakan yang terdiri dari 2.45 km mengalami kerusakan sedang dan 0.35 km mengalami kerusakan berat. Sedangkan metode SDI didapat nilai 100 yang merupakan kategori sedang. Oleh karena itu cara penanganan yang tepat adalah pemeliharaan rutin.
No.	Nama (Tahun)	Judul	Lokasi	Tujuan	Metode	Hasil
4.	Rendy Dwi Pangesti,	Evaluasi Penilaian Jalan	Ruas Jalan Kabupaten	Mengevaluasi kondisi permukaan	<i>International Roughness</i>	Rata-rata dari ruas jalan yang diukur, memperoleh nilai e-IRI

	dan Roselina Rohmawati (2020)	Menggunakan IRI <i>Road Droid</i> Di Ruas Jalan Kabupaten Banyumas.	Banyumas.	jalan untuk menentukan prioritas dalam melakukan pemeliharaan jalan yang diperlukan.	<i>Index</i> (IRI) menggunakan aplikasi Roadroid.	3,96 yang berada pada kategori baik berdasarkan Permen PU No. 13/PRT/M/2011.
<b>No.</b>	<b>Nama (Tahun)</b>	<b>Judul</b>	<b>Lokasi</b>	<b>Tujuan</b>	<b>Metode</b>	<b>Hasil</b>
5.	Tomasz Giesko, Andrzej Zbrowski, Piotr Czajka (2007)	Laser Profilometers For Surface Inspection And Profile Measurement	-	Menguji kemampuan sensor triangulasi laser resolusi tinggi dalam menyajikan ulang profil permukaan yang diukur yang digunakan pada aplikasi industri maupun penelitian.	<i>Laser Profilometer</i>	Laser Profilometer dapat menyajikan ulang profil permukaan dari suatu objek secara 3D dan memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi. Penggunaannya dapat dibantu dengan menggunakan fitur filtering yang dapat meningkatkan visualisasi gambar.