BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Jalan

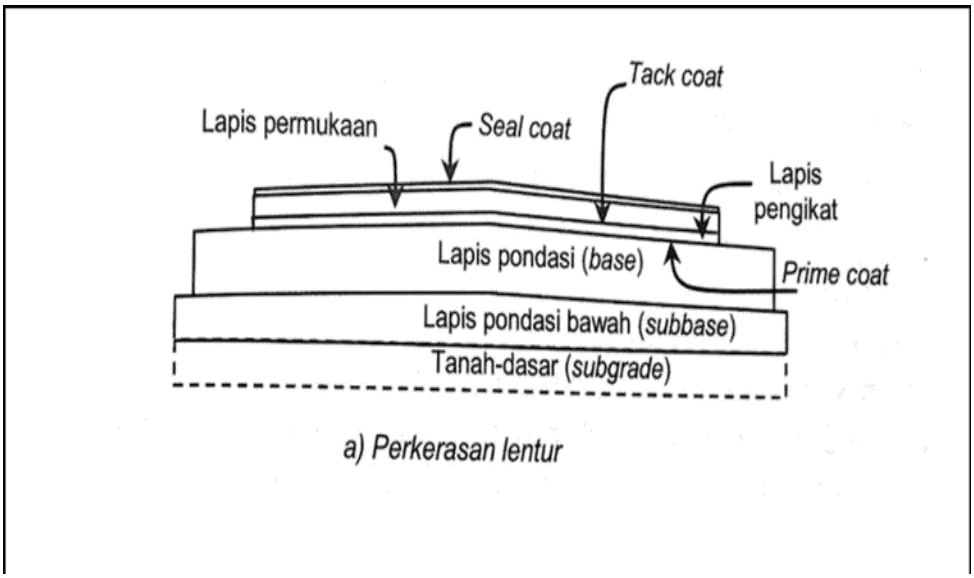
Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Pemerintah Republik Indonesia, 2004).

2.2 Lapis Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan serta bahan berbutir sebagai lapisan dibawahnya. Kekuatan perkerasan lentur diperoleh dari ketebalan lapisan-lapisan pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) dan lapis permukaan (*surface course*) (Hardiyatmo, 2015). Gambar 2.1 merupakan komponen-komponen perkerasan lentur.

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum,1987) perkerasan lentur (*flexible pavement)* jalan dibangun dengan susunan sebagai berikut:

1. Lapisan permukaan (*surface*), berfungsi untuk memberikan permukaan yang rata bagi kendaran yang melintas diatasnya, menahan gaya horizontal dan vertikal, sebagai lapisan rapat air untuk melindungi lapisan dibawahnya dan sebagai lapisan aus.
2. Lapisan pondasi atas (*base*), berfungsi untuk mendukung kerja lapis permukaan sebagai penahan gaya geser dari beban roda dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya, memperkuat konstruksi perkerasan, sebagai bantalan terhadap lapisan permukaan dan sebagai lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah.
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase*), berfungsi untuk menyebarkan tekanan yang diperoleh ke tanah, sebagai lapis persiapan air, mencegah masuknya tanah dasar yang berkualitas rendah ke lapis pondasi atas dan sebagai lapisan awal untuk melaksanakan pekerjaan perkerasan jalan.



Sumber: Hardiyatmo, 2015

Gambar 2.1 Komponen - Komponen Perkerasan Lentur

2.3 Kinerja Perkerasan Jalan

Fungsi struktur perkerasan jalan sebagai komponen transportasi menurut (Sukirman, 2010) yaitu:

1. Penerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Struktur perkerasan harus mempunyai stabilitas yang tinggi, kokoh selama masa pelayanan jalan sesuai umur rencana dan tahan terhadap pengaruh lingkungan.
2. Pemberi rasa nyaman dan aman kepada pengguna jalan. Oleh karena itu permukaan perkerasan perlu kesat sehingga mampu memberikan gesekan yang baik antara muka jalan dengan ban kendaraan, tidak mengkilap agar pengemudi tidak silau dan tidak mudah selip ketika permukaan basah atau menikung dengan kecepatan yang tinggi.

2.4 Faktor-Faktor Kerusakan Perkerasan Lentur

Menurut (Sukirman,1995) faktor-faktor penyebab kerusakan pada perkerasan lentur antara lain:

1. Lalu lintas, akibat beban lalu lintas yang berlebih dan repetisi beban,
2. Air, sistem drainase yang tidak baik akan menggenangi lapisan permukaan sehingga mempercepat kerusakan jalan,

3. Material konstruksi perkerasan, dalam hal ini disebabkan oleh sifat material perkerasan itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh system pengelolaan bahan yang kurang baik,
4. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan yang umumnya tinggi. Hal ini dapat menyebabkan kerusakan jalan,
5. Kondisi tanah yang tidak stabil, kemungkinan disebabkan oleh system pelaksanaan yang kurang baik atau juga dapat disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang buruk,
6. Proses pemadatan lapisan yang kurang baik.

2.5 Pemeliharaan Jalan

Pemeliharaan jalan adalah kegiatan penanganan jalan, berupa pencegahan, perawatan, dan perbaikan yang diperlukan untuk mempertahankan kondisi jalan agar tetap berfungsi secara optimal melayani lalu lintas sehingga umur rencana yang ditetapkan dapat tercapai (Departemen Pekerjaan Umum, 2011). Berdasarkan jenis kegiatan pemeliharaan jalan dibedakan atas pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala, rehabilitasi, dan rekonstruksi. Umumnya, pekerjaan pemeliharaan merupakan kegiatan untuk mempertahankan kondisi kemampuan pelayanan jalan yang layak, sehingga dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengendara.

2.5.1 Pemeliharan Jalan Rutin

Pemeliharaan rutin mencakup pekerjaan-pekerjaan perbaikan kecil dan pekerjaan-pekerjaan rutin yang umum dilaksanakan pada jangka waktu yang teratur dalam satu tahun seperti penambalan permukaan, pemotongan rumput, dan termasuk pekerjaan-pekerjaan perbaikan untuk menjaga agar jalan tetap dalam kondisi yang baik. Kegiatan pemeliharaan rutin jalan dilakukan pada ruas jalan atau bagian ruas jalan dan bangunan pelengkap dengan kriteria sebagai berikut:

1. Ruas jalan dalam kondisi mantap yaitu ruas jalan dengan kondisi baik dan sedang; dan
2. Bangunan pelengkap jalan yang mempunyai kondisi baik sekali dan baik.

2.5.2 Pemeliharaan Jalan Berkala

Pemeliharaan berkala adalah pemeliharaan yang dilakukan pada waktu-waktu tertentu atau mempunyai frekuensi yang terencana lebih dari satu tahun pada salah satu lokasi. Penanganan ini dilakukan pada kondisi lapis permukaan jalan yang sudah menurun kualitas berkendaraannya (*ridding quality*) sedangkan dengan upaya pemeliharaan rutin tidak dapat mengembalikan kondisi jalan pada kondisi mantap. Oleh karena itu secara berkala dilakukan pelapisan ulang permukaan agar jalan kembali pada kondisi mantap. Pemeliharaan berkala jalan dilakukan pada ruas jalan/bagian ruas jalan dengan kriteria sebagai berikut:

1. Ruas jalan yang karena pengaruh cuaca atau karena repetisi beban lalu lintas sudah mengalami kerusakan yang lebih luas maka perlu dilakukan pencegahan dengan cara melakukan pelaburan, pelapisan tipis, penggantian dowel, pengisian celah/retak, permajaan/join;
2. Ruas jalan yang sesuai umur rencana pada interval waktu tertentu sudah waktunya untuk dikembalikan ke kondisi pelayanan tertentu dengan cara dilapis ulang;
3. Ruas jalan dengan nilai kekesatan permukaan jalan *(skid resistance)* kurang dari 0,33; dan
4. Ruas jalan dengan kondisi rusak ringan

2.5.3 Rehabilitas

Rehabilitasi jalan adalah kegiatan penanganan pencegahan terjadinya kerusakan yang luas dan setiap kerusakan yang tidak diperhitungkan atau tidak direncanakan dalam desain, yang berakibat menurunnya kondisi kemantapan pada bagian/tempat tertentu dari suatu ruas jalan dengan kondisi rusak ringan, agar penurunan kondisi kemantapan tersebut dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan sesuai dengan rencana.

2.5.4 Rekonstruksi

Rekonstruksi adalah peningkatan struktur yang merupakan kegiatan penanganan untuk dapat meningkatkan kemampuan bagian ruas jalan yang

dalam kondisi rusak berat agar bagian jalan tersebut mempunyai kondisi mantap kembali sesuai dengan umur rencana yang ditetapkan.

2.5.5 Peningkatan

Peningkatan Jalan adalah kegiatan penanganan untuk dapat meningkatkan kemampuan ruas-ruas jalan dalam kondisi tidak mantap atau kritis agar ruas jalan tersebut dalam kondisi mantap sesuai dengan umur rencana.

2.6 Jenis – Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor: 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorar Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas:

1. Retak kulit buaya (*alligator cracks*),
2. Retak blok (*block cracks*),
3. Retak pinggir (*edge cracks*),
4. Retak refleksi (*reflection cracks*),
5. Retak slip (*slippage cracks*),
6. Lubang (*potholes*),
7. Alur (*rutting*),

2.6.1 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Retak kulit buaya (*alligator cracks*), retak buaya hanya terjadi di area yang mengalami pemuatan lalu lintas berulang, seperti jalur roda. Oleh karena itu, itu tidak akan terjadi di seluruh area kecuali seluruh area mengalami pemuatan lalu lintas. lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm, membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya atau kawat untuk kandang ayam. Retak ini disebabkan oleh repetisi beban lalulintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut. Kemungkinan penyebab terjadinya *alligator cracks* antara lain:

a. Bahan perkerasan/ kualitas material yang kurang baik,
b. Pelapukan permukaan,
c. Air tanah pada badan perkerasan jalan,
d. Tanah dasar/ lapisan di bawah permukaan kurang stabil.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.2.

Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.2 Retak Kulit Buaya

Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya

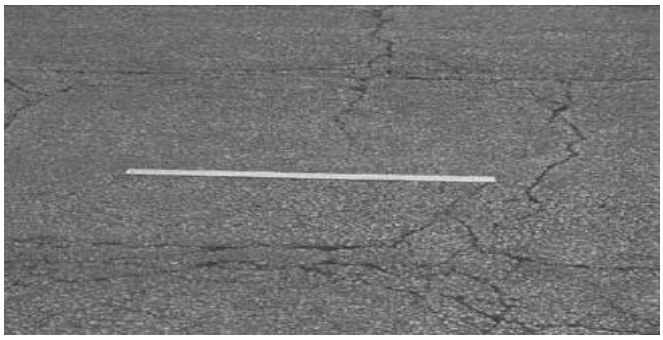
Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal*.
M	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti dengan gompal ringan.
H	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami *rocking* akibat beban lalu lintas.

2.6.2 Retak Blok (*Block Cracks*)

Retak blok (*block cracks*) retakan yang saling berhubungan yang membagi trotoar menjadi sekitar potongan persegi panjang. Retak ini disebabkan oleh penyusutan beton aspal dan siklus suhu harian. Umumnya penyebaran retak ini menyeluruh pada perkerasan jalan. Kemungkinan penyebab terjadinya *block cracks* antara lain:

a. Perubahan volume perkerasan yang mengandung terlalu banyak aspal dengan penetrasi rendah,
b. Perbedaan penurunan (*settlement*) dari timbunan/ pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan,
c. Retak akibat kelelahan (*fatigue*) dalam lapisan aus aspal.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.3 Retak Blok

Tabel 2.2 Tingkat Kerusakan Retak Blok

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan rendah.
M	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan sedang.
H	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan tinggi.

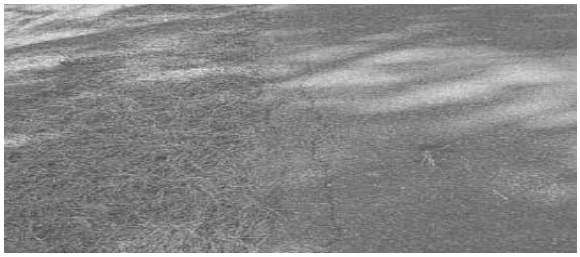
2.6.3 Retak Tepi (*Edge Cracks*)

Retak tepi (*edge cracks*) adalah retak garis dimana terjadi pada sisi tepi perkerasan/ dekat bahu dan berbentuk memanjang dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu. Retak ini dapat terdiri atas beberapa celah yang saling sejajar.

Penyebab terjadinya *edge cracks* antara lain:

a. Bahan di bawah retak tepi kurang baik atau terjadi perubahan volume akibat jenis ekspansif *clay* pada tanah dasar,
b. Dukungan bahu samping kurang baik,
c. Drainase kurang baik,
d. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat menjadi sebab terjadinya retak tepi,
e. Konsentrasi lalu lintas berat di dekat pinggir perkerasan.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.4



Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.4 Retak Tepi

Tabel 2.3 Tingkat Kerusakan Retak Tepi

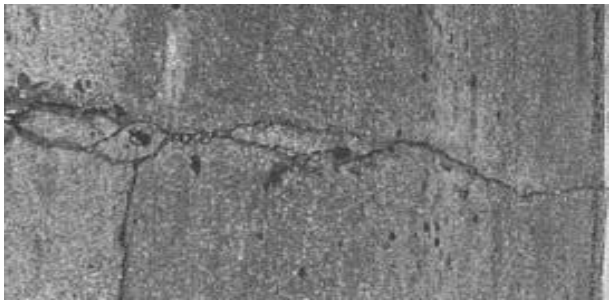
Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Retak sedikit sampai sedang tanpa pecahan atau butiran lepas.
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas.
H	Banyak pecahan atau butiran lepas di sepanjang tepi perkerasan.

2.6.4 Retak Refleksi (*Reflection Cracks*)

Retak refleksi (*reflection cracks*) terjadi pada lapisan tambahan (*overlay*), dapat berbentuk memanjang, diagonal, melintang, ataupun kotak yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Retak ini disebabkan oleh gerakan termal atau kelembaban yang diinduksi dari pelat PCC di bawah permukaan AC. Penyebab terjadinya *reflection cracks* antara lain:

a. Pergerakan vertikal/ horizontal di bawah lapis tambalan (*overlay*) sebagai akibat perubahan kadar air pada tanah dasar yang ekspansif,
b. Perbedaan penurunan (*settlement*) dari timbunan/ pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.5



Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.5 Retak Refleksi

Tabel 2.4 Tingkat Kerusakan Retak Refleksi

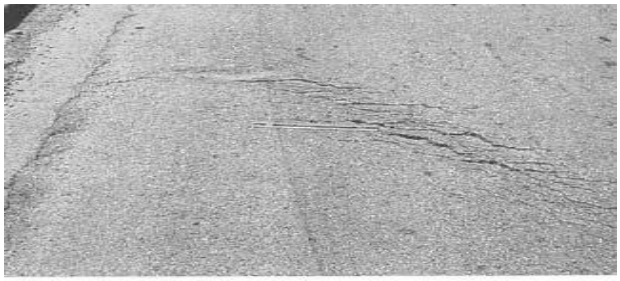
Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: Retak tak terisi, lebar < 10 mm (3/8 inci). Retak terisi sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: Retak tak terisi, lebar ≥ 10 mm (3/8 inci) dan ≤ 75 mm (3 inci). Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 75 mm (3 inci) dikelilingi retak acak ringan. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak, kerusakan sedang atau tinggi. Retak tak terisi > 75 mm (3 inci). Retak sembarang lebar, dengan beberapa inci di sekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan).

2.6.5 Retak Selip (*Slippage Cracks*)

Retak selip (*slippage cracks*) adalah retak yang berbentuk seperti bulan sabit atau setengah bulan. Retak tercipta oleh roda kendaraan yang melakukan pengereman dan berbelok yang menyebabkan deformasi pada permukaan perkerasan jalan. Kemungkinan terjadinya *slippage cracks* antara lain:

a. Kondisi yang kurang baik ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya,
b. Terlalu banyak agregat halus dalam campiran lapisan permukaan,
c. Lapisan permukaan kurang padat/ kurang tebal,
d. Modulus lapis pondasi (*base*) terlalu rendah.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Sumber: Shahin M. Y, 1994

Gambar 2.6 Retak Selip

Tabel 2.5 Tingkat Kerusakan Retak Selip

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Rata-rata lebar retakan <3/8 in. (10 mm)
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: Rata-rata lebar retakan , antara (3/8 inci) dan ≤ 1-1/2 inci. (10 mm dan 38 mm). Area sekitar retakan rusak dalam butiran butiran.
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: Rata-rata > 1-1/2 inci (38 mm). Area di sekitar retakan dipecah menjadi bagian yang mudah dilepas.

2.6.6 Lubang (*Potholes*)

Lubang (*Potholes*) adalah kerusakan berbentuk seperti mangkok pada permukaan perkerasan yang dapat menampung dan meresapkan air. Kerusakan ini terkadang terjadi di dekat retakan, atau di daerah yang drainasenya kurang baik (sehingga perkerasan tergenang oleh air). Kemungkinan penyebab terjadinya *potholes* antara lain:

a. Campuran material lapis permukaan yang kurang baik,
b. Beban lalu-lintas yang megakibatkan disintegrasi lapis pondasi,
c. Sistem drainase yang buruk sehingga air banyak yang terjebak dan berkumpul di lapisan permukaan perkerasan,
d. Retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.7.

Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.7 Lubang

Tabel 2.6 Tingkat Kerusakan Lubang

Kedalaman Maksimum	Diameter rata-rata (mm) (inci)		
	100 - 200 mm (4 - 8 inci)	**200 - 450 mm (8 - 18 inci)**	**450 - 750 mm (18 - 30 inci)**
13 - ≤ 25 mm (1/2 - 1 inci)	L	L	M
> 25 - ≤ 50 mm (1 - 2 inci)	L	M	H
> 50 mm (2 inci)	M	M	H

2.6.7 Alur (*Rutting*)

Alur (*Rutting*) adalah kerusakan yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentung alur. Istilah lain yang digunakan untuk menyebutkan jenis kerusakan ini adalah *longitudinal ruts,* atau *channel/rutting*. Kemungkinan penyebab terjadinya *rutting* antara lain:

a. Ketebalan lapisan permukaan yang tidak mencukupi untuk menahan beban lalu lintas,
b. Lapisan perkerasan atau lapisan pondasi yang kurang padat,
c. Kualitas campuran aspal rendah.

Akibat lanjutan kerusakan jika dibiarkan dapat dilihat pada Gambar 2.8

Sumber: Shahin M.Y, 1994

Gambar 2.8 Alur

Tabel 2.7 Tingkat Kerusakan Alur

Tingkat Kerusakan	Keterangan
L	Kedalaman alur rata-rata 6 – 13 mm (1/4 – ½ inci).
M	Kedalaman alur rata-rata > 13 – 25 mm (1/2 – 1 inci).
H	Kedalaman alur rata-rata > 25 mm (1 inci).

2.7 *Present Serviceability Index* (PSI)

Present Serviceability Index (PSI) digunakan untuk menilai fungsi pelayanan suatu perkerasan. *Present Serviceanility Index* (PSI) diperkenalkan oleh

AASHTO: yoder dan witczak,1975 yang diperoleh dari pengamatan kondisi jalan yang terjadi selama umur pelayaan. Nilai PSI memiliki rentang 0 - 5 yang masing-masing menunjukan fungsi pelayanan dari jalan tersebut. Faktor yang paling mempengaruhi nilai PSI diindikasi adalah nilai kerataan (IRI). dinyatakan sebagai fungsi dari IRI untuk perkerasan jalan beraspal dinyatakan dengan Persamaan 2.1.

$$PSI = 4{,}78 - 0{,}015\ (Roughness) + 0{,}004\sqrt{(C+P)} - 0{,}26\ (RD) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2.1)$$

Dengan : C = Panjang retak (ft) setiap 1000 ft^2 ($90m^2$)

P = Luas tambalan (ft^2)

RD = Kedalaman alur (in) dari mistar sepanjang 4ft

Roughness = Ketidakrataan,(m/km)

Hubungan nilai PSI dengan fungsi pelayanan jalan dapat dilihat pada **Tabel** 2.8 berikut ini:

Tabel 2.8 Hubungan nilai PSI dan fungsi pelayanan

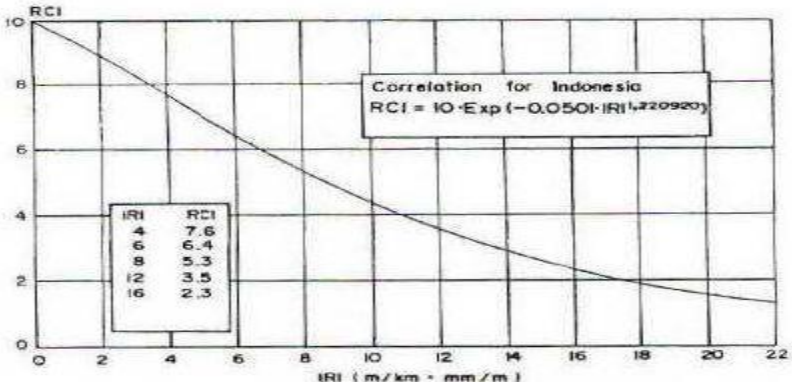
NO	PSI	Fungsi Pelayanan
1	4 – 5	Sangat baik
2	3 – 4	Baik
3	2 – 3	Cukup
4	1 – 2	Kurang
5	0 – 1	Sangat kurang

Sumber: Sukirman, 1999

2.8 *International Roughnes Index* (IRI)

International Roughness Index (IRI) atau ketidakrataan permukaan jalan adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan. IRI digunakan untuk menggambarkan suatu profil memanjang dari suatu jalan dan digunakan sebagai standar ketidakrataan permukaan jalan. Ketidakrataan jalan merupakan parameter kondisi yang paling banyak digunakan dalam mengevaluasi perkerasan jalan karena data ketidakrataan jalan relatif mudah diperoleh, objektif, dan berkorelasi baik dengan biaya operasional kendaraan. Parameter IRI diperoleh dari pengukuran alat roughmeter NAASRA. jika tidak terdapatnya peralatan untuk pengukuran nilai IRI, maka dilakukan

korelasi antara nilai RCI dengan IRI dengan grafik pada **Gambar 2.9** dan **Tabel 2.9** untuk penilaian jalan berdasarkan nilai IRI



Gambar 2.9 Korelasi Antara Nilai IRI dan Nilai RCI

Sumber: Sukirman, 1999

Tabel 2.9 Penilaian Kondisi Jalan Berdasarkan IRI

Jalan Aspal	Kondisi Jalan
IRI < 4	Baik
4 < IRI < 8	Sedang
8 < IRI < 12	Rusak ringan
IRI > 12	Rusak berat

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2016

2.9 *Road Condition Index* (RCI)

Road Condotion Index (RCI) adalah skala dari tingkat kenyamanan atau kinerja dari jalan, dapat diperoleh hasil dari pengukuran dengan alat *roughmeter* ataupun secara visual (Sukirman, 1999). RCI dapat digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan, indeks kondisi jalan dapat ditentukan dengan pengamatan langsung secara visual di lapangan. Penilaian kondisi permukaan perkerasan terhadap parameter RCI dapat dilihat pada **Tabel 2.10**:

Tabel 2.10 Kondisi Permukaan Jalan secara Visual dan Nilai RCI

RCI	Kondisi Permukaan Jalan secara Visual
8 - 10	Sangat rata dan teratur
7 - 8	Sangat baik, umumnya rata
6 - 7	Baik
5 - 6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang tetapi permukaan jalan tidak merata
4 - 5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 - 4	Rusak, bergelombang, banyak lubang
2 - 3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui dengan 4WD Jeep

Sumber: Sukirman, 1999

Nilai RCI *(Road Condition Index)* dapat diperoleh dengan melakukan survei kekasaran permukaan jalan secara visual dengan form survei RCI yang diperoleh dari Permen PUPR No 33/PRT/M/2016 dapat dilihat pada **Tabel 2.11**:

Tabel 2.11 Tabel penentuan RCI

No	Jenis Permukaan	Kondisi Ditinjau Secara Visual	Nilai RCI	Perk Nilai IRI
1	Jalan Tanah dengan drainase yang jelek, dan semua tipe permukaan yang tidak diperhatikan sama sekali	Tidak bisa dilalui	0 – 2	24 -17
2	Semua tipe perkerasannya yang tidak diperhatikan sejak lama (4-5 tahun atau lebih)	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan mengalami kerusakan	2 – 3	17 – 12
3	Pen. Mac. Lama Latasbum lama, Tanah/batu kerikil gravel kondisi baik dan sedang	Rusak bergelombang, banyak lubang	3 – 4	12 – 9
4	Pen. Mac setelah pemakaian 2 tahun, Latasbum Lama	Agak rusak, kadang-kadang ada lubang, permukaan tidak rata	4 – 5	9 – 7
5	Pec. Mac. Baru, Latasbum baru, Lasbutag setelah pemakaian 2 tahun	Cukup, tidak ada atau sedikit sekali lubang, permukaan jalan agak tidak rata	5 – 6	7 – 5
6	Lapis tipis lama dari hotmix, latasbum baru, lasbutag baru	Baik	6 – 7	5 – 3
7	Hot-mix setelah 2 tahun, Hot-mix tipis diatas Pen. Mac	Sangat baik umumnya rata	7 – 8	3 – 2
8	Hot-mix baru (Lataston, Laston) (Peningkatan dengan menggunakan lebih dari 1 lapis)	Sangat rata dan teratur	8 - 10	2 – 0

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2016

Terdapat korelasi antara RCI dan IRI yang telah dikembangkan antara lain adalah Sukirman (1999) menyarankan korelasi kedua parameter tersebut seperti dinyatakan pada persamaan 2.2.

RCI = 10 x$e^{-0,094\,IRI}$ ……(2.2)

2.10 *Benkelman Beam*

Lendutan yang digunakan untuk perencanaan adalah lendutan balik. Nilai lendutan tersebut harus dikoreksi dengan, faktor muka air tanah (faktor musim) dan koreksi temperatur serta faktor koreksi beban uji (bila beban uji tidak tepat sebesar 8,16 ton). Berikut adalah prsedur perhitungan lendutan *Benkleman Beam* menurut pedoman Pd-t-05-2005.

1. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas tebesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan sesuai **Tabel 2.12** berikut.

Tabel 2.12 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

Lebar Perkerasan (L)	Jumlah Lajur
L < 4,5 m	1
4,5 m ≤ L < 8 m	2
8 m ≤ L < 11,25 m	3
11,25 m ≤ L < 15 m	4
15 m ≤ L < 18,75 m	5
18,75 m ≤ L < 22,5 m	6

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur recana ditentukan pada **Tabel 2.13**.

Tabel 2.13 Koefisien Distribusi Kendaran (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1	1	1	1
2	0,6	0,5	0,7	0,5
3	0,4	0,4	0,5	0,475
4		0,3		0,45
5		0,25		0,425
6		0,2		0,4

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

2. Ekivalen Beban Sumbu Standar (E)

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan pada Persamaan 2.3 sampai Persamaan 2.6.

$$\text{STRT} = \left[\frac{beban\ sumbu\ (ton)}{5{,}40}\right]^4 \quad \text{.....(2.3)}$$

$$\text{STRG} = \left[\frac{beban\ sumbu\ (ton)}{8{,}16}\right]^4 \quad \text{.....(2.4)}$$

$$\text{SDRG} = \left[\frac{beban\ sumbu\ (ton)}{13{,}76}\right]^4 \quad \text{.....(2.5)}$$

$$\text{STrRG} = \left[\frac{beban\ sumbu\ (ton)}{18{,}45}\right]^4 \quad \text{.....(2.6)}$$

3. Faktor Umur Rencana dan Perkembangan Lalu Lintas

Faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas (N) ditentukan menurut Persamaan 2.7.

$$N = \left[\frac{(1+i)^{n-1}-1}{i}\right] \quad (2.7)$$

dengan:

N = faktor hubungan faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

i = perkembangan lalu lintas

n = jumlah tahun

4. Akumulasi Ekuivalen Beban Sumbu Standar (CESA)

Dalam menentukan akumulasi beban sumbu lalu lintas (CESA) selama umur rencana ditentukan dengan Persamaan 2.8.

$$CESA = \sum_{i=a}^{i=n} LHRi \ x\ 365\ x\ E\ x\ C\ x\ N \quad (2.8)$$

dengan:

CESA = akumulasi ekuivalen beban sumbu standar

m = jumlah masing-masing jenis kendaraan

365 = jumlah hari dalam 1 (satu) tahun

E = ekuivalen beban sumbu

C = koefisien distribusi kendaraan

N = faktor hubungan faktor umur rencana dan perkembangan lalu lintas

5. Lendutan *Benkleman Beam*

Berikut adalah Persamaan 2.9. untuk besarnya lendutan balik.

$d_B = 2*(d_3-d_1)*Ft*Ca*FK_{B-BB}$

$$d_B = 2*(d_3-d_1)*Ft*Ca*FK_{B-BB} \quad (2.9)$$

dengan:

d_B = lendutan balik (mm)

d_1 = lendutan pada saat beban tepat di titik pengujian

d_3 = lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 m dari titik pengujian

Ft = faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35° C, sesuai dengan **Tabel 2.14** untuk masing-masing tebal lapis aspal.

T_L = temperatur lapis beraspal seperti pada Persamaan 2.10.

$$T_L = \frac{1}{3}(T_p + T_t + T_b) \quad (2.10)$$

T_p = temperatur permukaan lapis beraspal

T_t = Temperatur tengah lapis beraspal pada **Tabel 2.15**

T_b = Temperatur bawah lapis beraspal pada **Tabel 2.15**

Ca = faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

= 1,2 (musim kemarau)

= 0,9 (musim hujan)

FK_{B-BB} = faktor koreksi beban uji *Benkleman Beam* pada Persamaan 2.15

$FK_{B-BB} = 77{,}343*(\text{beban uji dalam ton})^{-2{,}0715}$ ..... (2.15)

Tabel 2.14 Faktor Koreksi Lendutan Terhadap Temperatur Standar (Ft)

T_L	Faktor Koreksi (Ft)		T_L	Faktor Koreksi (Ft)	
	Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B (H_L ≥ 10 cm		Kurva A (H_L < 10 cm)	Kurva B (H_L ≥ 10 cm)
20	1,25	1,53	46	0,90	0,81
22	1,21	1,42	48	0,88	0,79
24	1,16	1,33	50	0,87	0,76
26	1,13	1,25	52	0,85	0,74
28	1,09	1,19	54	0,84	0,72
30	1,06	1,13	56	0,83	0,70
32	1,04	1,07	58	0,82	0,68
34	1,01	1,02	60	0,81	0,67
36	0,99	0,98	62	0,79	0,65
38	0,97	0,94	64	0,78	0,63
40	0,95	0,90	66	0,77	0,62
42	0,93	0,87	68	0,77	0,61
44	0,91	0,84	70	0,76	0,59

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Tabel 2.15 Temperatur Tengah (T_t) dan Bawah (T_b) Lapis Beraspal Berdasarkan Data Temperatur Udara (T_u) dan Temperatur Permukaan (T_p)

$T_u + T_p$ (°C)	Temperatur Lapis Beraspal (°C) Pada Kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
45	26,8	25,6	22,8	21,9	20,8	20,1
46	27,4	26,2	23,3	22,4	21,3	20,6
47	28	26,7	23,8	22,9	21,7	21
48	28,6	27,3	24,3	23,4	22,2	21,5
49	29,2	27,8	24,7	23,8	22,7	21,9
50	29,8	28,4	25,2	24,3	23,1	22,4
51	30,4	28,9	25,7	24,8	23,6	22,8
52	30,9	29,5	26,2	25,3	24	23,3
53	31,5	30	26,7	25,7	24,5	23,7
54	32,1	30,6	27,1	26,2	25	24,2
55	32,7	31,2	27,6	26,7	25,4	24,6

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Tabel 2.15 Temperatur Tengah (T_t) dan Bawah (T_b) Lapis Beraspal Berdasarkan Data Temperatur Udara (T_u) dan Temperatur Permukaan (T_p) (lanjutan)

$T_u + T_p$ (°C)	Temperatur Lapis Beraspal (°C) Pada Kedalaman					
	2,5 cm	5,0 cm	10 cm	15 cm	20 cm	30 cm
56	33,3	25,6	28,1	21,9	25,9	25,1
57	33,9	26,2	28,6	22,4	26,3	25,5
58	34,5	26,7	29,1	22,9	26,8	26
59	35,1	27,3	29,6	23,4	27,2	26,4
60	35,7	27,8	30	23,8	27,7	26,9
61	36,3	28,4	30,5	24,3	28,2	27,3
62	36,9	28,9	31	24,8	28,6	27,8
63	37,5	29,5	31,5	25,3	29,1	28,2
64	38,1	30	32	25,7	29,5	28,7
65	38,7	30,6	32,5	26,2	30	29,1
66	39,3	31,2	32,9	26,7	30,5	29,6
67	39,9	31,7	33,4	27,2	30,9	30
68	40,5	32,3	33,9	27,6	31,4	30,5
69	41,1	32,8	34,4	28,1	31,8	30,9
70	41,7	33,4	34,9	28,6	32,3	31,4
71	42,2	33,9	35,4	29,1	32,8	31,8
72	42,8	34,5	35,8	29,5	33,2	32,3
73	43,4	35,1	36,3	30	33,7	32,8
74	44	41,7	36,8	30,5	34,1	33,2
75	44,6	42,3	37,3	31	34,6	33,7
76	45,2	42,9	37,8	31,4	35	34,1
77	45,8	43,4	38,3	31,9	35,5	34,6
78	46,4	44	38,7	32,4	36	35
79	47	44,5	39,2	32,9	36,4	35,5
80	47,6	45,1	39,7	33,3	36,9	35,9
81	48,2	45,6	40,2	33,8	37,3	36,4
82	48,8	46,2	40,7	34,3	37,8	36,8
83	49,4	46,8	41,2	34,8	38,3	37,3
84	50	47,3	41,6	35,2	38,7	37,7
85	50,6	47,9	42,1	35,7	39,2	38,2

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, 2005

6. Keseragaman Lendutan

Perhitungan tebal lapis tambah dapat dilakukan pada setiap titik pengujian atau berdasarkan segmen. Apabila berdasarkan panjang segmen maka cara menentukan panjang segmen jalan harus dipertimbangkan terhadap keseragaman

lendutan. Keseragaman yang dipandang sangat baik mempunyai rentang faktor keseragaman antara 0 sampai dengan 10, antara 11 sampai dengan 20 keseragaman baik dan antara 21 sampai dengan 30 keseragaman cukup baik. Untuk menentukan keseragaman lendutan menggunakan Persamaan 2.12.

$$FK = \frac{s}{d_R} * 100\% < FK\ ijin \quad (2.12)$$

dengan:

FK = faktor keseragaman

FK ijin = faktor keseragaman yang diijinkan

= 0% - 10%; keseragaman sangat baik

= 11% - 20%; keseragaman baik

= 21% - 30%; keseragaman cukup baik

d_R = lendutan rata-rata pada suatu seksi jalan

s = deviasi standar pada Persamaan 2.13

$$s = \sqrt{\frac{n_s(\sum_1^{n_s} d^2) - (\sum_1^{n_s} d)^2}{n_s(n_s - 1)}} \quad (2.13)$$

d = nilai lendutan balik tiap titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

n_s = jumlah titik pemeriksaan pada suatu seksi jalan

7. Lendutan Wakil

Untuk menentukan besarnya lendutan yang mewakili suatu ruas/seksi jalan, digunakan Persamaan 2.14 sampai Persamaan 2.16 dan lendutan rencana pada Persamaan 2.17. *Overlay* dilakukan jika nilai lendutan rencana lebih kecil dari nilai lendutan wakil.

$D_{wakil} = d_R + 2\ s$; jalan arteri/tol (tingkat kepercayaan 98%) ..... (2.14)

$D_{wakil} = d_R + 1{,}64\ s$; jalan kolektor (tingkat kepercayaan 95%)..... (2.15)

$D_{wakil} = d_R + 1{,}28\ s$; jalan lokal (tingkat kepercayaan 90%)..... (2.16)

$D_{rencana} = 22{,}208 * CESA^{-0{,}2307}$ ..... (2.17)

8. Perhitungan Tebal Lapis Tambah *Overlay* (Ho)

Perhitungan tebal lapis tambah dihitung berdasarkan Persamaan 2.18 dan faktor koreksi tebal lapis tambah pada Persamaan 2.19 sebagai berikut.

$$Ho = \frac{[Ln\ (1{,}0364) + Ln\ (D_{wakil}) - Ln(D_{rencana})]}{0{,}0597} \quad (2.18)$$

$$Fo = 0{,}5032\ EXP^{(0{,}0194*TPRT)} \quad (2.19)$$

9. Perhitungan Tebal Lapis Tambah *Overlay* Terkoreksi (Ht)

Perhitungan tebal lapis tambah terkoreksi dihitung berdasarkan Persamaan 2.20 sebagai berikut.

Ht = Ho*Fo .....(2.20)

2.11 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini terdapat data relavan dengan pemasalahan yang akan dibahas yaitu:

1. Diar (2018), dalam penelitiannya yang berjudul "Analisis Kondisi Fungsional Jalan Dengan Metode PSI dan RCI serta prediksi sisa umur perkerasan jalan" diperoleh hasil analisis kondisi fungsional pada ruas jalan Milir – Sentolo dengan nilai IRI rata-rata 5 – 7 m/km menunjukan bahwa nilai *Present Serviceability Index* (PSI) fungsi pelayanan rata-rata jalan yaitu kurang dengan nilai PSI = 1,41 sedangkan nilai RCI = 6,93.
2. "Analisis Kondisi Fungsional jalan dengan Metode PSI dan RCI Serta Prediksi Sisa Umur Perkerasan Jalan" Dalam hasil penelitian terdapat hasil analisis kondisi fungsional jalan dengan rata-rata nilai IRI = 4,2 menunjukan fungsi pelayanan jalan dalam kategori kurang dengan rata – rata nilai PSI = 1,79. Sedangkan kondisi jalan secara visual sangatbaik dengan nilai rata – rata RCI = 7,51

itenas library