

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi dan Pengertian Jalan Raya

Jalan beserta seluruh komponennya, termasuk bangunan dan perlengkapannya, dianggap sebagai bagian dari prasarana transportasi darat berdasarkan UU Nomor 38 Tahun 2004. Jalan sebagian besar digunakan untuk membantu transportasi. Infrastruktur ini dapat dibangun di atas tanah, di bawah tanah, atau melintasi atau di bawah air. Meskipun demikian, definisi tersebut memperjelas bahwa rute-rute khusus seperti kereta gantung, rel kereta api, dan jalur truk tidak termasuk dalam kelompok jalan.

2.2 Pengelompokan Jalan

Dalam praktik perencanaan jalan, pengelompokan jenis jalan merupakan aspek awal yang harus dipahami dan diidentifikasi, karena hal ini menjadi dasar dalam penetapan kriteria perencanaan teknis. Berdasarkan UU Nomor 38 Tahun 2004, jalan dikategorikan ke dalam tiga jenis utama, yaitu jalan khusus, jalan biasa, dan jalan tol. Selain itu, pengelompokan jalan juga dilakukan berdasarkan sistem jaringan, fungsi, kondisi fisik jalan, serta kelas jalan.

2.2.1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Fungsi

Jalan umum dibagi menjadi empat jenis utama berdasarkan peruntukannya, sebagaimana tercantum dalam UU Nomor 38 Tahun 2004: jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan lingkungan. Tujuan pengelompokan ini adalah untuk menggambarkan fungsi dan atribut setiap jenis jalan dalam mendukung sistem transportasi secara keseluruhan. Berikut adalah deskripsi masing-masing kategori jalan:

1. Jalan arteri berperan sebagai jalur utama dalam sistem transportasi yang melayani perjalanan dengan jarak tempuh jauh. Karakteristik utamanya meliputi volume lalu lintas yang tinggi, kecepatan rata-rata kendaraan yang tinggi, serta pembatasan akses masuk guna menjaga kelancaran arus kendaraan.

2. Jalan kolektor memiliki fungsi sebagai penghubung antara jalan lokal dan jalan arteri. Jalan ini melayani mobilitas dengan jarak tempuh menengah, dengan kecepatan sedang dan akses masuk yang dibatasi agar keteraturan lalu lintas tetap terjaga.
3. Jalan lokal difungsikan untuk melayani kebutuhan lalu lintas dalam skala wilayah terbatas. Jalan ini memiliki ciri khas digunakan untuk akses kendaraan jarak pendek, memiliki kecepatan kendaraan mayoritas yang rendah, serta memberikan keleluasaan terhadap akses masuk tanpa pembatasan yang ketat.
4. Jalan lingkungan digunakan untuk melayani mobilitas di dalam kawasan terbatas, seperti kawasan permukiman. Jalan ini ditandai dengan jarak tempuh yang pendek, kecepatan rendah, serta fungsi utamanya adalah mendukung akses lokal dalam lingkungan sekitar.

2.2.2 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelas

Pengelompokan jalan berdasarkan kelasnya, sebagaimana tercantum dalam Pasal 19 ayat (2) Peraturan Pemerintah yang merujuk pada UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, disajikan dalam Tabel 2.1 yang memperlihatkan klasifikasi jalan sesuai dengan masing-masing kelas.

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Kelasnya

Kelas Jalan	Fungsi jalan	Dimensi kendaraan maksimum			Muatan sumbu terberat (Ton)
		Lebar (m)	Panjang (m)	Tinggi (m)	
I	Arteri, Kolektor	2,5	18	4,2	10
II	Arteri, Kolektor, lokal, lingkungan	2,5	12	4,2	8
III	Arteri, Kolektor, lokal, lingkungan	2,1	9	3,5	8
Khusus	Arteri	>2,5	>18	4,2	>10

(Sumber: UU no.22 Tahun 2009)

2.2.3 Klasifikasi Jalan Berdasarkan Status

Silvia Sukirman (2010) mengklasifikasikan jalan umum ke dalam beberapa kategori, yaitu:

1. Jalan Nasional : Merupakan bagian dari jaringan jalan primer yang mencakup jenis jalan arteri, kolektor, serta jalan tol. Jalan ini berfungsi untuk menghubungkan ibu kota provinsi dan menunjang konektivitas jalur strategis pada tingkat nasional.
2. Jalan Kabupaten : Jalan ini memiliki fungsi utama sebagai penghubung antara ibu kota kabupaten dengan pusat-pusat aktivitas di sekitarnya, seperti wilayah kecamatan, desa, maupun kawasan strategis lainnya yang berada dalam lingkup administratif kabupaten.
3. Jalan Kota : Termasuk dalam jaringan jalan sekunder, jalan kota berperan dalam menghubungkan pusat-pusat pelayanan perkotaan, kawasan permukiman, serta area properti yang tersebar di wilayah kota.
4. Jalan Desa: Jalan desa berfungsi menghubungkan berbagai lokasi dalam satu wilayah desa, termasuk kawasan permukiman dan lingkungan sekitarnya, guna mendukung mobilitas masyarakat di tingkat lokal.

2.3 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan terjadi akibat akumulasi beban lalu lintas yang berulang dan melampaui ambang batas ketahanan struktural. Meskipun jalan baru didesain dengan umur rencana rata-rata lima tahun, kerusakan yang terjadi secara teknis menunjukkan adanya penurunan kondisi struktural dan fungsional. Ini berarti jalan tersebut tidak lagi memenuhi standar pelayanan yang memadai, sehingga berpotensi membahayakan dan tidak nyaman bagi pengguna.

2.3.1 Jenis Kerusakan Perkerasan Jalan

Dalam proses evaluasi terhadap kerusakan pada perkerasan jalan, terdapat tiga aspek utama yang perlu menjadi perhatian, yaitu: jenis kerusakan (distress type) beserta faktor penyebabnya, tingkat keparahan kerusakan (distress severity),

serta luas atau jumlah kerusakan yang terjadi (*distress amount*). Ketiga elemen tersebut memegang peranan penting sebagai landasan dalam pemilihan metode pemeliharaan jalan yang paling sesuai dan efektif.

Menurut Hardiyatmo (2007), beberapa jenis kerusakan perkerasan lentur yang umum ditemukan adalah:

1. Alur (*Rutting*)
 - a. **Alur (*Rutting*)**: Kerusakan ini ditandai dengan terbentuknya lekukan memanjang pada jalur lintasan roda. Penyebab utamanya adalah



ketebalan lapisan permukaan yang tidak memadai, kurangnya pemadatan pada lapisan perkerasan atau pondasi, atau stabilitas yang rendah pada lapisan-lapisan tersebut yang menyebabkan deformasi plastis. Tingkat kerusakan alur diukur dengan mistar, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.1.

Gambar 2. 1 Alur (*Rutting*)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

2. Sungkur (*Shoving*)
Kerusakan ini seringkali disebabkan oleh tekanan konstan dari beban lalu lintas, yang mengakibatkan pergeseran material yang menghasilkan gelombang di permukaan jalan. Stabilitas perkerasan dan tanah dasar yang buruk, daya dukung permukaan yang tidak memadai, pemadatan yang tidak memadai, beban kendaraan yang tinggi, dan pembukaan jalan untuk lalu lintas sebelum perkerasan distabilkan merupakan beberapa masalah yang berkontribusi. Seperti yang terlihat pada Gambar 2.2, penggaris digunakan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan akibat undulasi.

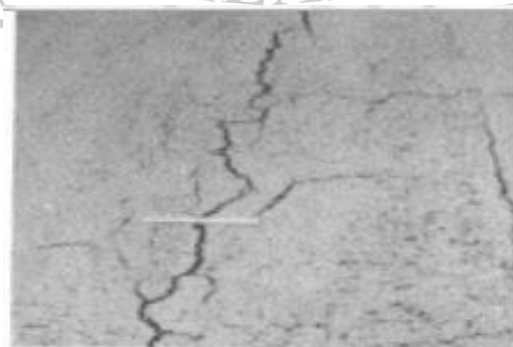


Gambar 2. 2 Sungkur (*Shoving*)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983 Retak memanjang/melintang
(Longitudinal/Transverse Cracking)

3. Kerusakan jenis ini mencakup retakan yang berkembang sejajar dengan arah memanjang maupun melintang pada permukaan perkerasan. Beberapa faktor yang dapat menyebabkan munculnya retak memanjang maupun melintang (*longitudinal/transverse cracking*) antara lain:
 - a. Propagasi retakan akibat penyusutan pada lapisan perkerasan di bawahnya.
 - b. Sambungan antar lapisan perkerasan yang tidak kuat atau tidak menyatu secara optimal.
 - c. Kualitas material pada sisi perkerasan yang buruk atau adanya perubahan volume karena pemuaiian lempung pada tanah dasar.
 - d. Kekuatan dukungan pada bahu jalan yang tidak memadai atau penggunaan material penyangga yang tidak sesuai

Jenis kerusakan retak memanjang/melintang (*longitudinal/transverse cracking*) ini juga diukur menggunakan mistar, seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Retak Memanjang/Melintang

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

4. Lubang (*Potholes*)

Lubang adalah cekungan berbentuk mangkuk yang seringkali menampung air, mempercepat peresapan ke dalam struktur perkerasan. Kerusakan ini



biasanya muncul di area retakan atau lokasi dengan drainase buruk. Faktor-faktor penyebabnya meliputi kadar aspal yang rendah, pelapukan material aspal, agregat yang tidak bersih, suhu pencampuran yang tidak tepat, sistem drainase yang tidak optimal, dan seringkali merupakan kerusakan lanjutan dari jenis kerusakan lain. Luasan lubang diukur dengan mistar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4.

Gambar 2. 4 Lubang (Pothole)

Sumber : Bina marga no.03/MN/B/1983

2.4 Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

Metode *Pavement Condition Index* (PCI) merupakan salah satu pendekatan evaluasi kondisi perkerasan jalan yang didasarkan pada identifikasi terhadap jenis serta tingkat kerusakan yang terjadi di lapangan. Hasil dari proses evaluasi ini berfungsi sebagai dasar perencanaan dalam pelaksanaan kegiatan pemeliharaan jalan. Menurut Shahin (1994), penilaian PCI memfokuskan analisis pada tiga aspek utama, yaitu: jenis kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, dan jumlah atau intensitas kerusakan yang ditemukan.

Agar dapat memperoleh nilai PCI yang mampu merepresentasikan kondisi fungsional jalan secara objektif, Hardiyatmo (2007) menyebutkan bahwa terdapat beberapa parameter penting yang perlu dihitung, di antaranya:

1. Kerapatan (*Density*):

Kerapatan dihitung dengan membandingkan antara luas atau panjang total dari suatu jenis kerusakan dengan luas atau panjang segmen jalan yang menjadi objek evaluasi. Dengan demikian, parameter ini menunjukkan tingkat penyebaran kerusakan pada area yang dianalisis. Satuan yang digunakan dalam pengukurannya dapat berupa square feet, feet, atau meter, tergantung pada sistem pengukuran yang digunakan.

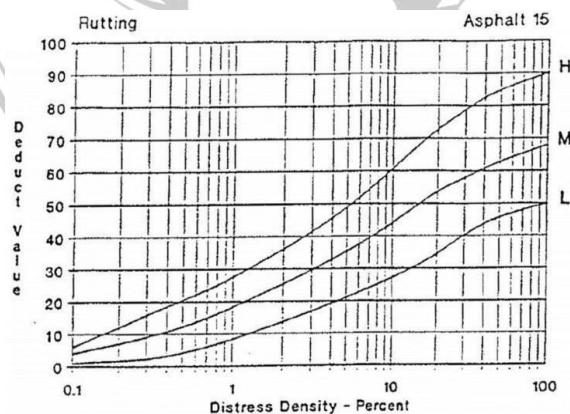
2. Nilai Pengurang (*Deduct Value*):

Nilai pengurang merupakan besaran yang dikurangkan dari nilai dasar PCI sebagai akibat dari adanya kerusakan tertentu. Besaran ini diperoleh melalui penggunaan kurva khusus yang mengaitkan antara nilai kerapatan (*density*) dengan *deduct value* untuk setiap jenis kerusakan. Penting untuk dipahami bahwa nilai pengurang ini bervariasi, tergantung pada tingkat keparahan dari kerusakan yang teridentifikasi pada permukaan jalan.

Berikut adalah grafik *Deduct Value* yang menjadi acuan dalam penilaian kerusakan jalan:

a. Alur (*Rutting*)

Dapat ditentukan nilai *Deduct Value* alur menggunakan grafik seperti gambar 2.5.

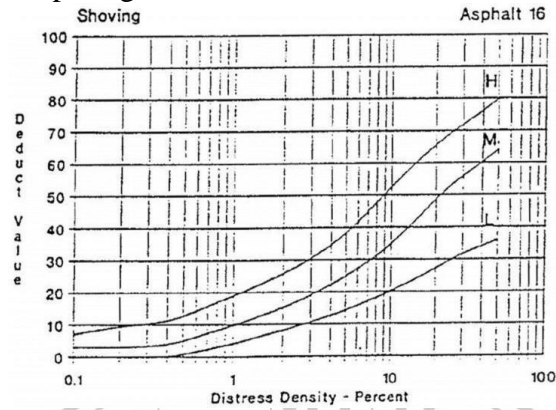


Gambar 2. 5 *Deduct Value* Alur

Sumber : ASTM internasional, 2007

b. Sungkur (*shoving*)

Dapat ditentukan nilai *Deduct Value* Sungkur menggunakan grafik seperti pada gambar 2.6.

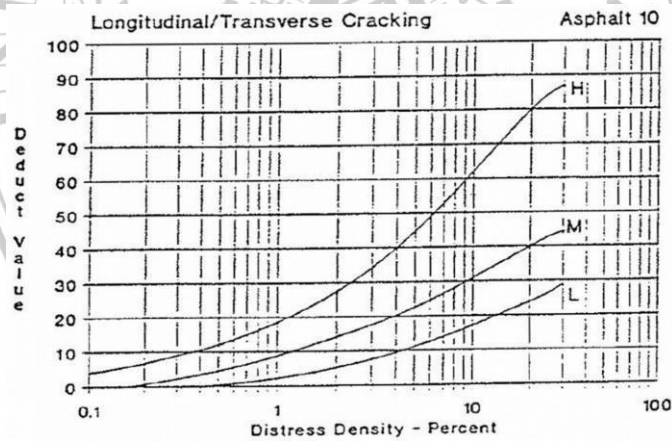


Gambar 2. 6 *Deduct Value* Sungkur

Sumber : ASTM internasional,2007

c. Retak memanjang/melintang (*Longitudinal/transverse Cracking*)

Dapat ditentukan nilai *Deduct Value* retak memanjang/melintang menggunakan grafik seperti pada gambar 2.7.

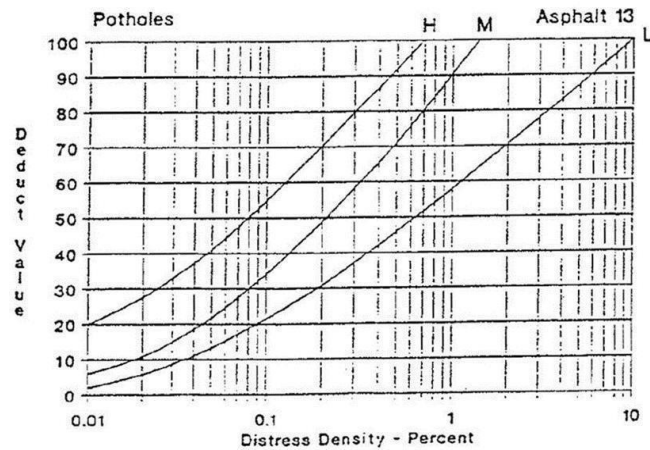


Gambar 2. 7 *Deduct Value* Retak Memanjang/Melintang

Sumber : ASTM internasional, 2007

d. Lubang (*Potholes*)

Dapat ditentukan nilai *Deduct Value* lubang menggunakan grafik seperti pada gambar 2.8.



Gambar 2. 8 Deduct Value Lubang

Sumber : ASTM internasional,2007

2. Nilai TDV

Menurut Shahin (1994), TDV merupakan nilai total pengurangan yang diperoleh dari penjumlahan semua deduct value individual. Setiap jenis kerusakan pada satu unit sampel, seperti alur (*rutting*) atau retakan, memiliki deduct value tertentu berdasarkan tingkat keparahan dan luasnya. TDV ini merepresentasikan total "penurunan nilai" dari kondisi sempurna 100 poin akibat semua kerusakan yang ada.

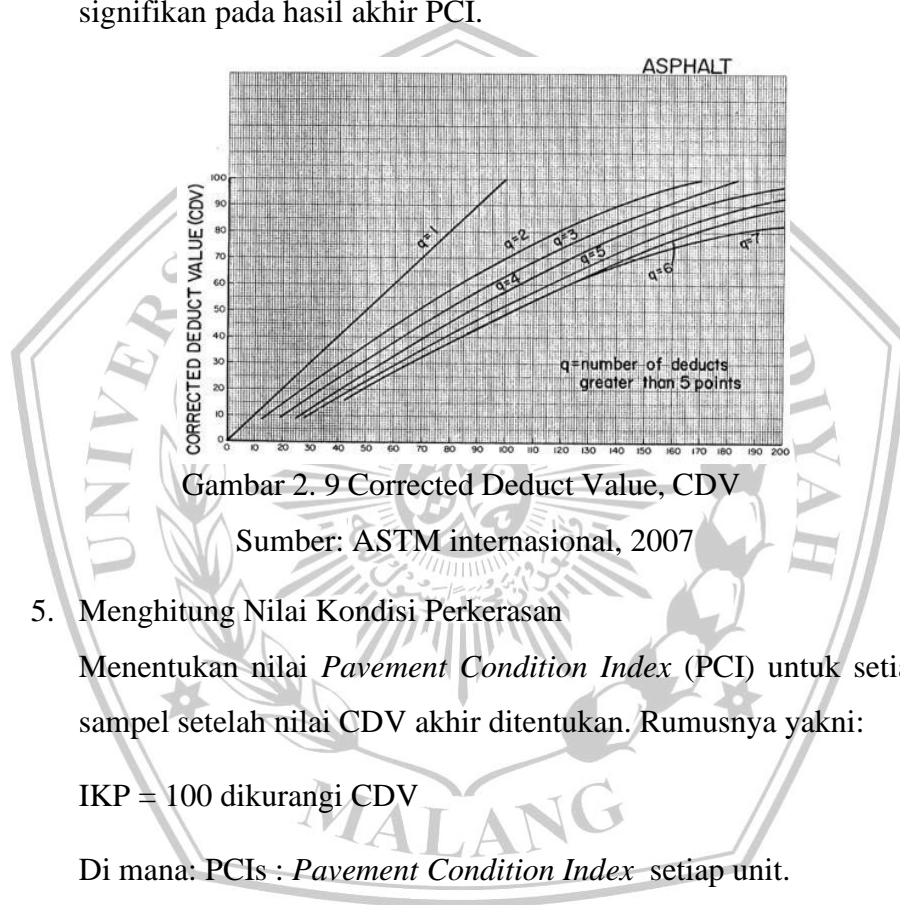
3. Nilai q

Nilai q (Number of Deduct Values Greater Than 5) adalah parameter koreksi yang sangat penting. Nilai ini ditentukan dengan menghitung berapa banyak *deduct value* individual dari setiap jenis kerusakan yang nilainya melebihi angka 5. Tujuan dari nilai q adalah untuk memberikan bobot lebih besar pada kerusakan yang signifikan, sehingga perhitungan PCI menjadi lebih akurat dan tidak bias oleh banyaknya kerusakan kecil yang tidak terlalu parah.

4. Nilai CDV

Setelah nilai TDV dan q diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan *Corrected Deduct Value* (CDV). Proses ini dilakukan

dengan memplot nilai TDV pada grafik CDV, sesuai dengan nilai q yang telah dihitung (seperti pada Gambar 2.9). CDV berfungsi sebagai nilai pengurang final yang sudah dikoreksi. Selain itu, ada aturan khusus: jika nilai CDV yang didapatkan ternyata lebih kecil dari *Highest Deduct Value* (HDV) atau nilai pengurang tertinggi, maka nilai HDV tersebut yang akan digunakan sebagai CDV. Hal ini memastikan bahwa kerusakan paling parah tetap memiliki dampak signifikan pada hasil akhir PCI.



Gambar 2. 9 Corrected Deduct Value, CDV

Sumber: ASTM internasional, 2007

5. Menghitung Nilai Kondisi Perkerasan

Menentukan nilai *Pavement Condition Index* (PCI) untuk setiap unit sampel setelah nilai CDV akhir ditentukan. Rumusnya yakni:

$$\text{IKP} = 100 \text{ dikurangi CDV}$$

Di mana: PCIs : *Pavement Condition Index* setiap unit.

CDV: *Corrected Deduct Value* setiap unit.

Hardiyatmo (2007) menyatakan bahwa nilai PCI rata-rata untuk seluruh ruas jalan dapat diperoleh dengan merata-ratakan semua PCI setelah nilai PCI untuk setiap unit sampel ditentukan.

$$\text{PCI} = \frac{\sum \text{PCI}_{(s)}}{N}$$

Keterangan

PCI = Nilai PCI rata-rata dari seluruh area perencanaan

$\sum PCI_{(s)}$ = Total PCI dari masing-masing unit segmen

N = Jumlah unit sampel

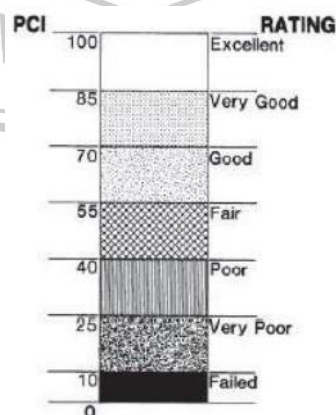
6. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Langkah terakhir adalah mengklasifikasikan kondisi jalan berdasarkan nilai PCI rata-rata yang telah dihitung. Nilai PCI ini menjadi indikator yang jelas untuk menentukan tingkat kondisi perkerasan jalan, mulai dari yang sangat baik hingga yang sangat buruk. Klasifikasi ini mengacu pada kategori tertentu yang umumnya ditampilkan dalam tabel dan gambar acuan, seperti pada Tabel 2.2 dan Gambar 2.10, yang akan membantu menentukan prioritas pemeliharaan.

Tabel 2. 2 Penilaian PCI

Nilai PCI	Kondisi Jalan
86 - 100	SEMPURNA (<i>excellent</i>)
71 - 85	SANGAT BAIK (<i>very good</i>)
56 - 70	BAIK (<i>good</i>)
41 - 55	SEDANG (<i>fair</i>)
26 - 40	BURUK (<i>poor</i>)
11 - 25	SANGAT BURUK (<i>very poor</i>)
0 - 10	GAGAL (<i>failed</i>)

Sumber : Shahin(1994)



Gambar 2. 10 Diagram Nilai PCI

Sumber : Hardiyatmo(2007)

2.5 Penanganan Kerusakan Jalan

Penanganan kerusakan jalan merupakan upaya pemeliharaan atau perbaikan yang dilakukan guna mengembalikan fungsi layanan jalan agar tetap optimal dan sesuai dengan standar kinerja yang ditetapkan. Tujuan perbaikan jalan adalah untuk menjamin keselamatan lalu lintas, meningkatkan pelayanan jalanm menurunkan biaya transportasi, meningkatkan pertumbuhan ekonomi, dan memberikan pelayanan jasa transportasi yang optimal. Penanganan kerusakan jalan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti rekonstruksi, rehabilitasi, pemeliharaan rutin dan pemeliharaan berkala.

2.5.1 Rekomendasi Perbaikan Metode PCI

Berdasarkan penjelasan Hardiyatmo (2007:55), terdapat dua pendekatan utama dalam penggunaan nilai Pavement Condition Index (PCI). Pertama, nilai PCI dapat dimanfaatkan sebagai indikator relatif yang memungkinkan penyusunan urutan prioritas kondisi jalan secara rasional dan terukur. Kedua, nilai ini juga berperan sebagai indikator absolut yang mencerminkan jenis dan tingkat penanganan perkerasan yang diperlukan. Secara umum, apabila nilai PCI berada dalam kisaran 80 hingga 100, maka perkerasan tersebut cukup mendapatkan pemeliharaan rutin, seperti pengisian retakan, penambalan lubang, atau penerapan lapis pelindung permukaan (seal coat). Namun, jika nilai PCI turun di bawah angka 80, maka dibutuhkan tindakan pelapisan ulang (overlay) sebagai bentuk penanganan yang lebih intensif. Selanjutnya, apabila nilai PCI berada di bawah 30, kondisi perkerasan dianggap sangat buruk dan memerlukan rekonstruksi total.

Metode PCI ini memberikan acuan nilai kondisi perkerasan yang dapat dijadikan pedoman dalam pemilihan jenis penanganan yang sesuai, sebagaimana dirangkum dalam Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tabel Rekomendasi Perbaikan Menurut Metode PCI

Rekonstruksi (0 – 30)	Overlay (30 – 80)	Pemeliharaan Rutin (80 – 100)
--------------------------	----------------------	----------------------------------

Sumber : Hardiyatmo, 2007

2.5.2 Perbaikan Kerusakan Jalan Menurut Metode Bina Marga 2017

Direktorat Jenderal Bina Marga menetapkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 sebagai pedoman teknis resmi dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan jalan. Dokumen ini dirancang untuk memberikan arahan yang sistematis, menyeluruh, dan mudah dipahami oleh para perencana maupun pelaksana konstruksi. Manual tersebut terbagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama berfokus pada ketentuan teknis yang mengatur desain struktur perkerasan untuk jalan baru, sedangkan bagian kedua secara khusus membahas pedoman teknis terkait rehabilitasi dan rekonstruksi pada ruas jalan yang sudah ada. Selain memuat ketentuan tertulis, manual ini juga menyajikan contoh visual dari beberapa tipe struktur perkerasan jalan baru, yang dapat ditemukan pada Gambar 2.11 hingga Gambar 2.13, guna memperjelas implementasi desain yang dimaksud.

1. Perkerasan Lentur Pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*)



Gambar 2. 11 Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli

Sumber : MDP 2017

2. Perkerasan Lentur Pada Timbunan



Gambar 2. 12 Perkerasan Lentur pada Timbunan

Sumber : MDP 2017

3. Perkerasan Lentur Pada Galian



Gambar 2. 13 Perkerasan Lentur pada Galian

Sumber : MDP 2017

1). Umur Rencana (UR)

Umur rencana perkerasan merupakan proyeksi jangka waktu pelayanan perkerasan jalan sejak pertama kali dioperasikan hingga mencapai kondisi yang memerlukan intervensi struktural secara signifikan, seperti pelapisan ulang (overlay). Penentuan umur rencana ini mengacu pada standar teknis yang tercantum dalam Tabel 2.4, yang berfungsi sebagai pedoman dalam perencanaan desain perkerasan jalan.

Tabel 2. 4 Umur Rencana

Kriteria beban lalu lintas	< 0.5	0.5 - < 30	≥ 30
Umur Rencana Perkerasan Lentur	Seluruh Penanganan : 10 Tahun	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rekonstruksi - 20 tahun ▪ Overlay struktural - 10 tahun ▪ Overlay non struktural - 10 tahun ▪ Penanganan sementara – sesuai kebutuhan 	

Sumber : MDP 2017

Pada tabel 2.5 adalah tabel yang memuat tentang faktor pertumbuhan lalu lintas sesuai dengan sumber MDP 2017.

Tabel 2. 5 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Tipe Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4.80	4.83	5.14	4.75
Kolektor Rual	3.50	3.50	3.50	3.50
Jalan Desa	1.00	1.00	1.00	1.00

Sumber : MDP 2017

Dalam mengetahui peningkatan lalu lintas dalam jangka umur rencana, faktor peningkatan kumulatif digunakan:

$$R = \frac{(1 + 0,01i)^{UR} - 1}{0,01i}$$

Keterangan:

R : Koefisien pengali digunakan untuk menghitung akumulasi pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana.

I : Persentase tingkat pertumbuhan lalu lintas per tahun.

UR : Periode umur rencana perkerasan dalam satuan tahun.

2). Lalu Lintas pada Jalur Rencana

Lajur yang paling banyak dilalui kendaraan komersial, seperti bus dan truk, adalah lajur rancangan. Satuan Equivalent Standard Axle (ESA) kumulatif digunakan untuk menghitung beban lalu lintas pada lajur ini. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL) untuk kendaraan komersial digunakan dalam prosedur perhitungan (2017: 4-3). Khususnya pada ruas jalan dengan dua lajur atau lebih dalam satu arah, faktor distribusi lajur (DL) sangat penting. Mengingat truk komersial tidak selalu melaju di lajur yang sama, faktor ini digunakan untuk menyesuaikan estimasi beban. Meskipun sebagian kendaraan besar niaga cenderung menggunakan lajur terluar, sebagian lainnya tetap tersebar ke lajur-lajur yang berbeda. Nilai-nilai dari faktor

distribusi lajur tersebut dapat ditemukan pada Tabel 2.6.

Tabel 2. 6 Faktor Distribusi Lajur

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber : MDP 2017

3). Lalu Lintas Harian Rerata (LHR)

Berdasarkan data arus kendaraan yang didapatkan dari PUPR, selanjutnya menghitung nilai LHR 2023 dari data PUPR menggunakan pertumbuhan lalu lintas

(i) menggunakan rumus:

$$b = a(1+i)^n$$

Keterangan:

b = Volume lalu lintas tahun ke-n

a = Volume lalu lintas tahun a

i = Tingkat pertumbuhan lalu lintas (% pertahun)

n = Jumlah tahun

Untuk menghitung LHR pada setiap tahunnya dapat dihitung menggunakan

rumus:

$$\text{LHR akhir} = \text{LHR awal} \times (1+i)^n$$

Keterangan:

i merupakan tingkat pertumbuhan jumlah kendaraan yang melintas

n adalah perbedaan jumlah tahun antara LHR awal dan LHR akhir

4). Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor)

Perancangan struktur perkerasan jalan, volume lalu lintas harus terlebih dahulu dikonversi menjadi beban standar (Equivalent Standard Axle/ESA) faktor ekuivalen beban digunakan. Tahapan selanjutnya adalah melakukan evaluasi

terhadap struktur perkerasan berdasarkan total kumulatif ESA yang diproyeksikan akan terjadi pada lajur rencana selama umur rencana jalan. Perhitungan nilai ESA dilakukan dengan mengacu pada Vehicle Damage Factor (VDF) yang sesuai untuk masing-masing jenis kendaraan. Oleh karena itu, pelaksanaan survei lalu lintas tidak hanya bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan, tetapi juga untuk mengidentifikasi jenis muatan kendaraan, agar nilai VDF dari Tabel 2.8 dapat diterapkan secara tepat dan akurat. Nilai-nilai VDF tersebut telah dikelompokkan berdasarkan karakteristik wilayah. Khusus untuk ruas jalan dengan tingkat lalu lintas rendah, estimasi beban gandar dapat dilihat pada Tabel 2.7, Tabel 2.8, dan Tabel 2.9, yang juga menyajikan informasi mengenai klasifikasi konfigurasi sumbu kendaraan.

Tabel 2. 7 Pengumpulan Data Beban Gandar

Spesifikasi Penyediaan Prasana Jalan	Sumber Data Beban Gandar
Jalan Bebas Hambatan	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber : MDP 2017

Tabel 2. 8 Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,5 5	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4.5	7.4	3.4	4.6	5.3	9.2	4.0	5.1	4.8	8.5	3.4	4.7	4.9	9.0	2.9	4.0	3.0	4.0	2.5	3.0
7A1	10.1	18.4	5.4	7.4	8.2	14.4	4.7	6.4	9.9	18.3	4.1	5.3	7.2	11.4	4.9	6.7	-	-	-	-
7A2	10.5	20	4.3	5.6	10.2	19	4.3	5.6	9.6	17.7	4.2	5.4	9.4	19.1	3.8	4.8	4.9	9.7	3.9	6
7B1	-	-	-	-	11.8	18.2	9.4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13.7	21.8	12.6	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15.9	29.5	7	9.6	11	19.8	7.4	9.7	11.7	20.4	7	10.2	13.2	25.5	6.5	8.8	14	11.9	10.2	8
7C2A	19.8	39	6.1	8.1	17.7	33	7.6	10.2	8.2	14.7	4	5.2	20.2	42	6.6	8.5	-	-	-	-
7C2B	20.7	42.8	6.1	8	13.4	24.2	6.5	8.5	-	-	-	-	-	-	-	13.5	-	-	-	-
7C3	24.5	51.7	6.4	8	18.1	34.4	6.1	7.7	13.5	22.9	9.8	15	28.7	59.6	6.9	8.8	-	-	-	-

(Sumber: MDP 2017: 4-5)

Tabel 2. 9 Klasifikasi Kendaraan dan Konfigurasi Sumbu

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	
Klasifikasi Lama	Alternatif			
1	1	Sepeda motor	1.1	
2, 3, 4	2, 3, 5	Sedan/Angkot/Pickup/Station wagon	1.1	
Kendaraan	5a	5a	Bus kecil	1.2
	5b	5b	Bus besar	1.2
	6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – Cargo ringan	1.1
	6a.2	6.1	Truk 2 sumbu - ringan	1.2
	6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – Cargo sedang	1.2
	6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu - sedang	1.2
	6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu - berat	1.2
	6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu - berat	1.2
	7a1	9.1	Truk 3 sumbu - ringan	1.22
	7a2	9.2	Truk 3 sumbu - sedang	1.22
	7a3	9.3	Truk 3 sumbu - berat	1.1.2
	7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2
	7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22
	7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22
	7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222
7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222	

(Sumber: MDP 2017: 4-6)

5). Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)

Total beban sumbu standar kumulatif adalah hasil penjumlahan seluruh beban sumbu lalu lintas pada lajur rencana yang diproyeksikan selama periode umur rencana jalan. Perhitungan beban ini memperhitungkan kontribusi masing-masing jenis kendaraan niaga melalui penerapan Vehicle Damage Factor (VDF) yang sesuai, sehingga mencerminkan dampak kumulatif kerusakan terhadap struktur perkerasan akibat lalu lintas harian yang berlangsung secara berkelanjutan.

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Keterangan:

ESA_{TH-1} = Kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun

- pertama LHR_{JK} = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga
 VDF_{JK} = Faktor ekivalen beban
 DD = Faktor distribusi arah
 DL = Faktor distribusi lajur
 $CESAL$ = Faktor distribusi lajur
 R = Faktor penggali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Setelah memperoleh nilai rata-rata lalu lintas harian, selanjutnya dihitung $CESA_5$ (Cumulative Equivalent Single Axle) menggunakan rumus berikut:

$$CESA_5 = \sum ESA_5 \text{ (aktual)} + \sum ESA_5 \text{ (normal)}$$

Sehingga dapat ditentukan tebal perkerasan lapis atas tambahan (*Overlays*) menggunakan Tabel 2.10 Bagian desain-3B.

Tabel 2. 10 Desain Perkerasan Lentur – Lapisan Fondasi

	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat catatan 2				
Repitisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana ($10^b ESA_5$)	<2	≥2-4	>4-7	>7-10	>10-20	>20-30	>30-50	>50-100	>100-200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

(Sumber: MDP 2017: 7-14)

2.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Penaksiran total biaya suatu proyek dapat dilakukan dengan mengalikan volume setiap item pekerjaan dengan harga satuannya. Estimasi biaya ini, yang dikenal sebagai Rencana Anggaran Biaya (RAB), umumnya disusun oleh kontraktor sebagai bagian dari proses penawaran proyek. Secara matematis, RAB dihitung dengan rumus:

$$\text{RAB} = \sum (\text{volume} \times \text{harga satuan pekerjaan})$$

2.6.1 Komponen Rencana Anggaran Biaya

Sebelum memasuki tahap perhitungan maupun penyusunan anggaran suatu proyek konstruksi, langkah awal yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi serta menghitung seluruh komponen yang akan dimasukkan ke dalam rencana anggaran biaya. Komponen-komponen tersebut antara lain mencakup:

a. Volume Pekerjaan

Besaran atau kuantitas pekerjaan diperoleh melalui kegiatan pengukuran, baik yang dilakukan berdasarkan gambar perencanaan teknis maupun dari kondisi eksisting di lapangan. Metode yang sering digunakan ialah pendekatan rata-rata luas penampang, dengan asumsi bahwa setiap sisi dari ruang yang diukur membentuk garis lurus. Ketelitian dalam perhitungan volume ini sangat penting, karena secara langsung akan memengaruhi estimasi total biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek.

b. Analisis Harga Satuan Dasar (HSD)

Komponen Harga Satuan Pekerjaan (HSP) disusun dari tiga elemen utama, yaitu: biaya tenaga kerja, harga satuan dasar alat, dan harga satuan dasar bahan. Untuk memperoleh nilai HSD dari masing-masing elemen tersebut, perhitungan harus merujuk pada pedoman resmi Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum pada tahun 2024, khususnya untuk sektor pekerjaan di bawah lingkup Bina Marga.

1) Harga Satuan Tenaga Kerja

Dalam menentukan Harga Satuan Tenaga Kerja, langkah pertama adalah menetapkan harga upah standar sebagai dasar perhitungan. Proses ini melibatkan serangkaian tahapan yang sistematis:

- a. Mengidentifikasi kategori tenaga kerja yang diperlukan, seperti pekerja (P), tukang (Tk), mandor (M), dan kepala tukang (KT).
- b. Mengumpulkan data upah yang relevan, baik dari regulasi daerah maupun dari survei di lokasi proyek.
- c. Menghitung biaya tambahan seperti akomodasi dan transportasi jika tenaga kerja didatangkan dari luar wilayah.
- d. Menetapkan jumlah hari dan jam kerja efektif dalam sebulan.
- e. Menghitung besaran upah per orang berdasarkan jam kerja.
- f. Merata-ratakan upah per jam dari semua jenis tenaga kerja.
- g. Memastikan rata-rata upah yang dihasilkan tidak kurang dari Upah Minimum Regional (UMR) yang berlaku, mengacu pada pedoman AHSP tahun 2016.

2) Harga Satuan alat

Analisis terhadap Harga Satuan Dasar (HSD) peralatan membutuhkan proses pengumpulan data yang mendalam dan menyeluruh. Informasi yang perlu dihimpun mencakup antara lain biaya tenaga kerja operator, karakteristik teknis alat berat, seperti kapasitas operasional, daya mesin, serta estimasi umur ekonomis, dan harga pembelian unit peralatan tersebut. Di samping itu, aspek lain yang berkaitan dengan investasi peralatan, termasuk biaya asuransi, juga harus dimasukkan dalam pertimbangan. Penggunaan peralatan konstruksi yang modern tidak hanya dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan teknis dan kemajuan teknologi, tetapi juga sebagai upaya peningkatan mutu dan efektivitas pelaksanaan proyek (AHSP Bidang Bina Marga, 2016).

3) Harga Satuan Bahan

Penetapan HSD bahan memerlukan kajian terhadap sejumlah komponen biaya, seperti harga dasar bahan baku, ongkos distribusi atau transportasi, serta biaya pengolahan yang diperlukan untuk menghasilkan bahan siap pakai. Mengingat bahwa proses produksi umumnya melibatkan penggunaan alat berat, maka perhitungan ini juga harus mempertimbangkan kapasitas produksi per jam dari tiap unit alat, tingkat efisiensi kerja, serta durasi siklus produksi yang dibutuhkan. Dalam konteks perhitungan HSD, material hasil galian dibedakan menjadi dua kelompok utama: pertama, material mentah yang digunakan secara langsung seperti

batu kali; dan kedua, material olahan, seperti agregat kasar dan halus yang dihasilkan melalui proses mekanis. Seluruh analisis dilakukan berdasarkan acuan resmi yang terdapat dalam Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Bina Marga, 2016.

2.7 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Tabel tinjauan terdahulu seperti pada tabel 2. 11 berikut:

Tabel 2. 11 Tinjauan Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul	Lokasi penelitian	Metode	Hasil
1	Hasana Bolkia Kaliky, Selviana Walsen, Juvrianto Chrissunday Jakob. 2024 (Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa). Politeknik Negeri Ambon.	Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan dan Estimasi Biaya Perbaikan Pada Ruas Jalan Amanhuse Kota Ambon	Jalan Amanhuse Kota Ambon	Pavement Condition Index	Studi pada ruas Jalan Amanhuse di Kota Ambon menunjukkan bahwa kondisi perkerasan jalan mengalami berbagai bentuk kerusakan, seperti tambalan, retak menyerupai kulit buaya, pelapukan, pelepasan butiran, dan lubang. Berdasarkan penilaian menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI), diperoleh nilai rata-rata sebesar 19,79. Skor ini menandakan bahwa kondisi jalan tersebut berada dalam kategori sedang, sehingga memerlukan perhatian untuk mencegah penurunan kualitas lebih lanjut.
2	Wira Kesuma Putra, Ade Nurdin, Fetty Febriasti Bahar. 2022 (Jurnal Teknik). Universitas Jambi	Analisa Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI)	Jalan Lingkar Timur I, Kec. Paalmerah Kota Jambi	Pavement Condition Index	Hasil evaluasi pada Jalan Lingkar Timur I di Kota Jambi mengidentifikasi jenis-jenis kerusakan seperti alur, retakan, lubang, tambalan, dan pelepasan agregat permukaan. Melalui pendekatan PCI, diperoleh skor 67,333, yang mengindikasikan bahwa kondisi perkerasan jalan tersebut masih tergolong baik dan masih dapat memberikan pelayanan optimal kepada pengguna jalan, meskipun pemeliharaan ringan tetap direkomendasikan.

3	Aulia Dewi Fatikasari. 2021. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.	Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI Untuk Mengevaluasi Kondisi Jalan di Raya Cangkring, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo	Jalan Raya Cangkring, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo	Pavement Condition Index	Penelitian di ruas Jalan Raya Cangkring mengungkapkan bahwa permukaan jalan mengalami kerusakan signifikan, antara lain berupa lubang, retak kulit buaya, kelebihan material (bleeding), tambalan, serta pelepasan butiran. Analisis menggunakan metode PCI menunjukkan nilai 18,4, yang menempatkan kondisi jalan dalam kategori gagal. Hal ini menandakan bahwa struktur jalan memerlukan tindakan rekonstruksi secara menyeluruh.
4	Sabriadi, 2021. (Jurnal Perencanaan, Sains, Teknologi, dan Komputer). Universitas Islam Kuantan Singingi	Analisa Tentang Kerusakan Jalan Raya Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index) Jalan Beringin Taluk – Jl. Kelurahan Pasar S/D Kelurahan Simp. Tiga – Ciberlin Kari	Jalan Beringin Taluk – Jl. Kelurahan Pasar S/D Kelurahan Simp. Tiga – Ciberlin Kari	Pavement Condition Index	Studi pada ruas Jalan Beringin Taluk menemukan sebanyak 14 tipe kerusakan, termasuk rutting, retakan aligator, tambalan, pelapukan, depresi, serta pelepasan agregat. Nilai PCI rata-rata yang dihasilkan dari analisis adalah 51,5, yang mengindikasikan bahwa kondisi jalan termasuk dalam kategori cukup baik. Meski demikian, beberapa segmen jalan menunjukkan kebutuhan akan penanganan pemeliharaan berskala sedang.

5	Jauhari Prasetiawan, Husnul Khotimah, 2021. (Jurnal Ilmiah Teknik Sipil). Univeritas Islam Al-Azhar	Analisa Kerusakan Jalan Dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) Studi Kasus di Jalan Brawijaya Kota Mataram, NTB	Jalan Brawijaya Kota Mataram, NTB	Pavement Condition Index	Penelitian pada Jalan Brawijaya di Kota Mataram memperlihatkan dominasi kerusakan berupa retak kulit buaya yang mencakup lebih dari 84% dari total luas kerusakan, disertai dengan retak kotak, amblas, tambalan, lubang, dan patahan struktural. Nilai PCI rata-rata sebesar 51 menempatkan kondisi jalan dalam kategori buruk, yang mengindikasikan bahwa pemeliharaan intensif atau rehabilitasi struktural perlu segera dilakukan.
---	---	---	-----------------------------------	--------------------------	--

