

Evaluasi kondisi perkerasan Jalan Cariu–Jagatamu menggunakan metode PCI, SDI, dan penanganannya

Aff Khoirul Hidayat¹, Miftahul Fauziah^{1,*}

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

Article Info

Available online

Keywords:

Kenpave
Mekanistik-Empirik
PCI
Reconstruction
SDI

Corresponding Author:

Miftahul Fauziah
miftahul.fauziah@uii.ac.id

Abstract

The Cariu-Jagatamu Highway, as a provincial road in the Cariu District, is often complained about by drivers due to its severe condition and potential hazards. This road segment, which connects Bogor and Karawang regencies, has experienced significant damage, primarily due to heavy vehicle traffic and water pooling. Therefore, evaluating the condition of the road pavement is deemed essential to identify the extent of the existing damage. This study employs two methods for analyzing road conditions: the Pavement Condition Index (PCI) and the Surface Distress Index (SDI). Additional evaluations are conducted using a mechanistic-empirical approach through the KENPAVE application, which utilizes linear modeling to determine the pavement's lifespan. Survey results indicate that both methods categorize the road as being in "very poor" condition, with final PCI values of 28.067 and 30, and an average SDI of 151.83, indicating severe surface damage. Further analysis using the mechanistic-empirical method with the KENPAVE program predicts a very poor pavement lifespan, with remaining life for fatigue, deformation, and rutting reaching negative values, highlighting the urgent need for repairs. The proposed reconstruction design includes an FFF2 type pavement structure with appropriate layer thickness to enhance road durability. The conclusion suggests that although the results from PCI and SDI show different patterns, the combination of both methods provides a comprehensive overview of the road condition and underscores the urgent need for remedial actions to improve road user safety.

Copyright © 2025 Universitas Islam Indonesia
All rights reserved

Pendahuluan

Jalan adalah infrastruktur penting dalam transportasi, dan kondisi perkerasannya menjadi fokus utama, sementara kerusakan dapat membahayakan dan memicu kecelakaan. Kerusakan jalan akan terjadi seiring waktu akibat beban dan penurunan kondisi perkerasan.

Kondisi Jalan Raya Cariu-Jagatamu, yang merupakan jalan provinsi di Kecamatan Cariu, Bogor, memerlukan perhatian lebih, mengingat adanya beberapa area dengan kerusakan yang sudah berlangsung cukup lama. Beberapa titik di jalan ini mengalami lubang, retakan, permukaan yang tidak rata,

serta adanya genangan air yang dapat memengaruhi kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan, termasuk pengendara motor dan pejalan kaki. Aktivitas transportasi yang sering dilalui truk pengangkut pasir, batu, dan semen dapat mempengaruhi kondisi jalan.

Metode analisis pemeliharaan jalan meliputi *PCI (Pavement Condition Index)* dan *SDI (Surface Distress Index)*. *PCI* memberikan nilai kondisi perkerasan saat survei. *SDI*, menilai kondisi jalan secara visual dan digunakan sebagai acuan pemeliharaan. Ruas jalan dibagi menjadi segmen, dan nilai kerusakan dijumlahkan untuk menentukan

kondisi jalan. Beberapa studi tentang evaluasi kondisi perkerasan dengan metode *PCI* maupun *SDI* telah banyak dipublikasikan sebelumnya (Sandyna dkk. (2022), Sembiring dkk. (2022), dan Hermawan dan Tajudin, (2021)).

Analisis mekanistik-empiris diperlukan untuk membantu memprediksi tegangan regangan yang terjadi, umur perkerasan, berdasar sifat material perkerasan dan respons terhadap beban kendaraan. Program *KENPAVE*, yang dikembangkan oleh Huang (2004), merupakan aplikasi dari metode ini untuk meningkatkan desain perkerasan dan memprediksi kerusakan. Beberapa studi sebelumnya juga telah banyak dilakukan dengan metode ini seperti pada Tolab dan Fauziah (2024), Tolab dkk. (2022), Sumarsono dan Fauziah (2022), Pambudi dan Fauziah (2021), Hadi dan Fauziah (2022), Yulianto dan Fauziah (2019), dan Widodo dan Fauziah (2018).

Melengkapi studi dan kajian sebelumnya, paper ini menyajikan hasil asesmen lapangan kondisi kerusakan perkerasan Jalan Raya Cariu-Jagatamu di Bogor dengan metode *PCI*, penilaian kerusakan perkerasan dengan metode *SDI*, serta penanganan yang diperlukan untuk tiap metode, secara khusus juga diuraikan rancangan rekonstruksi jalan berdasar Manual Desain Perkerasan (Bina Marga, 2017) serta evaluasi hasil rancangan tersebut dengan metode mekanistik empirik.

Metode Pavement Condition Index

Pavement Condition Index (PCI) merupakan salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan dengan mempertimbangkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi untuk digunakan sebagai acuan dalam pemeliharaan (Hardiyatmo, 2015).

Metode *PCI* menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

Nilai Density

Density atau kerapatan kerusakan merupakan persentase luas dari satu jenis kerusakan terhadap luas bagian setiap segmen yang telah diukur. dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$Density = \frac{Ad}{As} \times 100\% \tag{1}$$

dengan *Ad*: luas total dari satu jenis kerusakan (m^2), dan *As*: luas total segmen (m^2).

Nilai Deduct Value

Deduct value diperoleh dari kurva yang menunjukkan hubungan antara kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Nilai *Deduct Value (DV)* dapat ditentukan dengan menggunakan grafik.

Nilai Pengurangan Ijin Maksimum

Nilai pengurangan ijin maksimum digunakan untuk menentukan berapa banyak nilai data pengurangan izin yang dapat digunakan. Data tersebut memengaruhi jumlah *q*. Nilai *q* adalah jumlah nilai pengurangan individu yang lebih besar dari 2 untuk jalan yang diperkeras. Persamaan 2 dapat digunakan untuk menentukan nilai maksimum pengurangan izin.

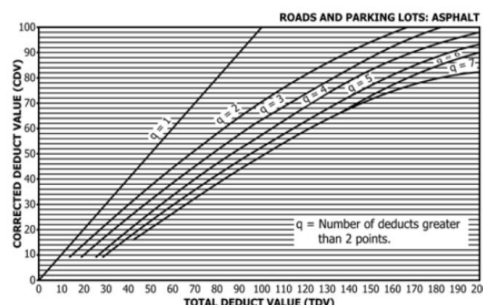
$$m = 1 + (9/98) (100-HDV) \tag{2}$$

dengan *m*: jumlah pengurangan ijin untuk unit sampel, dan *HDV*: angka *deduct value* tertinggi.

Nilai pengurangan akan digunakan sepenuhnya jika nilai *m* melebihi nilai pengurangan yang tersedia; jika tidak, hanya nilai *m* yang akan digunakan.

Corrected Deduct Value

Nilai pengurang terkoreksi atau *CDV* diperoleh dari hubungan antara nilai pengurang total (*TDV*) dan nilai pengurang (*DV*) dengan memilih kurva yang sesuai. Nilai *CDV* dapat ditentukan menggunakan grafik yang disajikan pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik *Corrected Deduct Value* (Sumber : ASTM D6433, 2018)

Nilai PCI

Berdasar nilai *CDV*, maka nilai *PCI* untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.

$$PCI_s = 100 - CDV \tag{3}$$

Nilai *PCI* perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu dengan menggunakan Persamaan 4.

$$PCI_f = \frac{\sum PCI_s}{N} \tag{4}$$

dengan *PCIs*: *PCI* untuk setiap unit segmen, *PCI_f*: nilai *PCI* rata-rata dari seluruh area penelitian, dan *N*: jumlah unit segmen.

Menentukan Rating Kondisi Perkerasan

Rating adalah tingkat keparahan kerusakan yang diperoleh setelah nilai *PCI* diketahui. Hal ini juga berlaku untuk rata-rata *PCI*. Kondisi rating dapat dilihat pada Tabel 1.

Metode Surface Distress Index

Menurut Panduan SMD-03/RCS 2011, *Surface Distress Index (SDI)* adalah pemeriksaan visual yang mencakup parameter seperti luas dan lebar keretakan, jumlah lubang, dan kedalaman bekas roda. Hasilnya dihitung berdasarkan standar Bina Marga untuk menghasilkan nilai *SDI*. Perhitungan nilai *SDI* dilakukan berdasarkan kerusakan pada jalan untuk menentukan kondisinya, seperti yang tertera dalam Tabel 2.

Perhitungan SDI

Menurut *RCS (Road Condition Survey)* atau *SKJ*, untuk menghitung nilai *SDI*, hanya diperlukan empat unsur dasar, yaitu: persentase luas retakan, lebar rata-rata retakan, jumlah lubang per kilometer, dan kedalaman rata-rata rutting bekas roda. Perhitungan nilai *SDI* dapat dilihat pada Gambar 2.

Penanganan Perbaikan Jalan

Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017 merupakan metode yang menyediakan panduan komprehensif untuk perencanaan rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan jalan.

Berdasarkan Nilai *PCI*, terdapat indikator yang menunjukkan jenis dan tingkat pekerjaan perbaikan yang diperlukan. Nilai kondisi antara 80 hingga 100 menunjukkan bahwa hanya diperlukan pemeliharaan normal. Jika nilai kondisi di bawah 60, maka perlu dilakukan pelapisan tambahan (*Overlay*). Sementara itu, jika nilai kondisi berada di bawah 30, tindakan yang diperlukan adalah rekonstruksi. Indikator ini dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Nilai PCI dan Kondisi

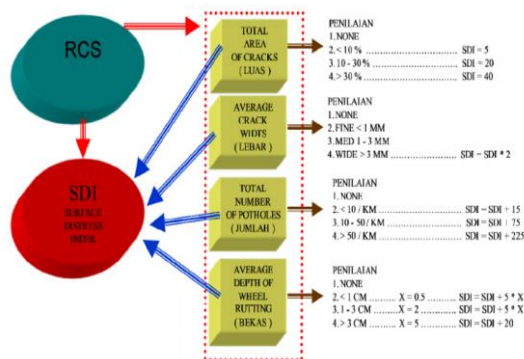
Nilai PCI	Kondisi Perkerasan
0 – 10	Failed
11 – 25	Serious
26 – 40	Very Poor
41 – 55	Poor
56 – 70	Fair
71 – 85	Satisfactory
86 -100	Good

Sumber: ASTM International, 2018

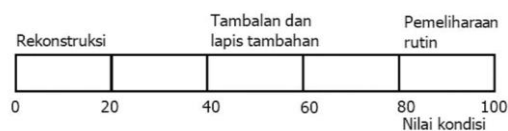
Tabel 2. Nilai SDI dan Kondisi

Nilai SDI	Kondisi Perkerasan
< 50	Baik
50 – 100	Sedang
100 – 150	Rusak Ringan
> 150	Rusak Berat

Sumber: Bina Marga (2011)



Gambar 2. Diagram Alir Perhitungan SDI (Sumber: Bina Marga, 2011)



Gambar 3. Nilai Kondisi Sebagai Indikator Tipe Pemeliharaan (Sumber: Shahin, 1994)

Metode Mekanistik-Empiris

Metode mekanistik adalah metode yang mengembangkan kaidah teoritis dan karakteristik material perkerasan. Metode ini dilengkapi dengan perhitungan secara tepat respons struktur perkerasan terhadap beban sumbu kendaraan. Metode mekanistik mengasumsikan perkerasan jalan menjadi suatu struktur multi-layer (*elastic*) structure untuk perkerasan lentur dan suatu struktur beam on elastic foundation untuk perkerasan kaku. Akibat dari beban kendaraan yang bekerja di atasnya maka timbul tegangan dan regangan pada struktur tersebut.

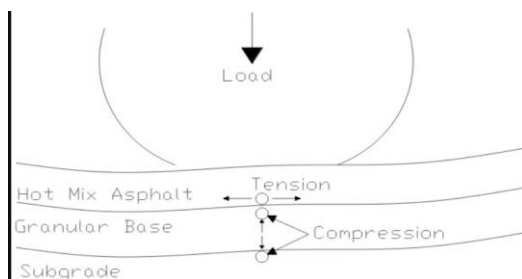
Program KENPAVE

Program *KENPAVE* dirancang untuk memudahkan perhitungan nilai tegangan, regangan, dan lendutan pada berbagai titik di struktur perkerasan. Beberapa titik penting yang digunakan dalam analisis perkerasan terlampir di Tabel 3 dan Gambar 4.

Tabel 3. Analisis Titik Kritis Pada Struktur Perkerasan

Lokasi	Respon	Analisis Struktur Perkerasan
Permukaan perkerasan	Defleksi	Digunakan dalam desain lapis tambah Digunakan retak fatigue cracking
Bawah lapis permukaan	Regangan tarik horizontal	pada lapis permukaan
Bagian atas tanah dasar / bawah lapis pondasi bawah	Regangan tarik vertikal	Digunakan untuk memprediksi kegagalan rutting yang terjadi

Sumber: Fadhlán, 2013



Gambar 4. Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur
Sumber: Huang (2004)

Data yang diinput dalam permodelan lapis digunakan untuk menghitung tegangan dan regangan struktur perkerasan dan respon terhadap beban. Parameter yang digunakan antara lain seperti modulus elastisitas (*E*), *poisson's ratio* (μ), ketebalan setiap lapis perkerasan (*t*), serta kondisi beban.

Nilai-nilai ini selanjutnya digunakan untuk memprediksi kerusakan perkerasan lentur dengan menggunakan persamaan metode *Asphalt Institute* untuk memprediksi jumlah repetisi beban (Huang, 2004). Terdapat tiga jenis kerusakan yang dianalisis, yaitu *fatigue cracking*, *rutting* dan *deformation*.

Fatigue cracking (retak lelah) adalah bentuk perkembangan dari retak yang terjadi akibat beban berulang, dapat dihitung dengan Persamaan 5.

$$N_f = 0,0796 (\mathcal{E}t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \tag{5}$$

dengan $\mathcal{E}t$: regangan tarik di lokasi tinjauan kritis, dan *E*: modulus elastis pada lapisan permukaan.

Rutting (alur) terjadi akibat akumulasi dari semua deformasi plastis, baik dari lapis beraspal, lapis pondasi dan lapis pada tanah dasar. Berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah jumlah beban yang menghasilkan *rutting* (retak alur) dapat dikalkulasi dengan Persamaan 6.

$$N_r = 1,365 \times 10^{-9} (\mathcal{E}c)^{-4,47} \tag{6}$$

dengan $\mathcal{E}c$: regangan tekan vertikal di atas lapisan dasar.

Jumlah repetisi beban yang menghasilkan kerusakan berupa *deformation* dapat dihitung dengan Persamaan 7.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\mathcal{E}c)^{-4,47} \tag{7}$$

dengan $\mathcal{E}c$: regangan tekan vertikal di atas lapisan dasar.

Sisa Umur Perkerasan

Faktor umur rencana dapat ditentukan menggunakan Persamaan 8.

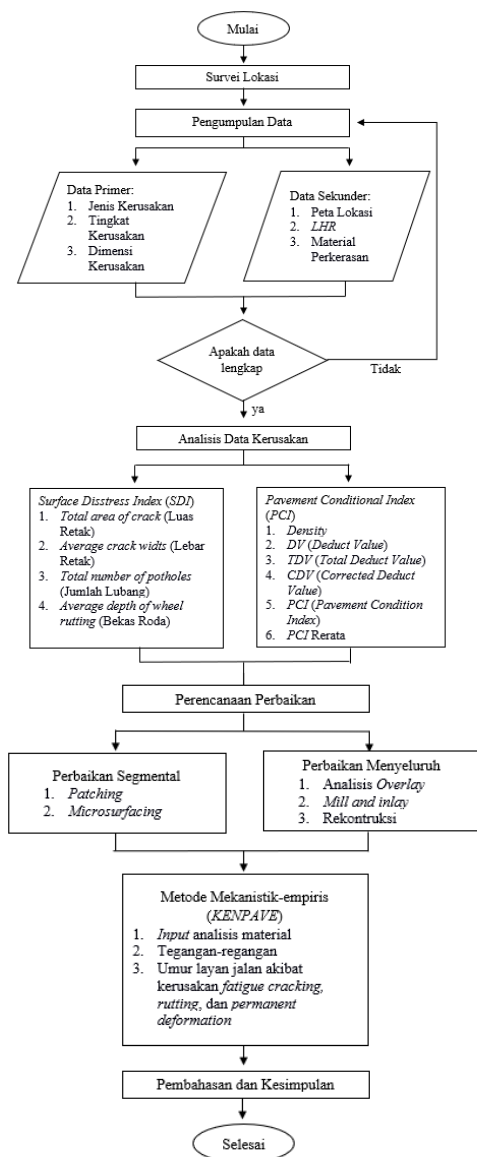
$$RL = 100 \left[1 - \left(\frac{NP}{N_{1,5}} \right) \right] \tag{8}$$

dengan: *RL* = *Remaining Life* (%), *NP* = Total

Traffic yang telah melewati perkerasan (ESAL), dan $N_{1,5}$ = total traffic pada kondisi perkerasan berakhir (*failure*) (ESAL).

Metode Penelitian

Lokasi penelitian terletak di ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu, Kabupaten Bogor, dari stasiun 082+400 hingga stasiun 083+900, dengan panjang total 1,5 km. Proses alur penelitian secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Kondisi Perkerasan dengan Metode PCI

Tabel 4 dan 5 berikut menyajikan rekapitulasi hasil perhitungan nilai *Pavement Condition Index (PCI)* untuk setiap unit segmen pada Jalan arah Cariu–Jagatamu.

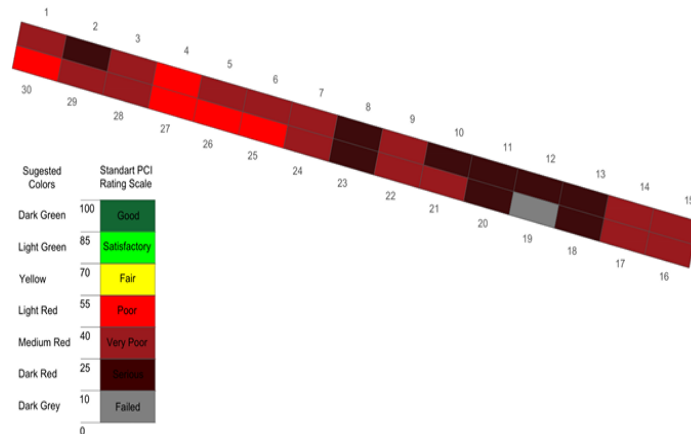
Berdasar Tabel 4 dan 5 dapat dilihat bahwa nilai *PCI* terendah pada arah Cariu-Jagatamu sebesar 11 (*serious*), sedangkan nilai tertinggi sebesar 39 (*very poor*), dengan rerata nilai *PCI* sebesar 29%. Berdasarkan standar penilaian *PCI*, nilai ini dikategorikan sebagai rating sangat buruk (*very poor*). Ini menunjukkan bahwa kondisi permukaan jalan tersebut cukup buruk dan memerlukan perhatian serta perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya. Gambar 6 menunjukkan visualisasi tingkat kerusakan jalan yang diukur menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)*.

Tabel 4. Hasil Rekapitulasi Nilai *PCI* Arah Cariu-Jagatamu

NO	Station	Station	PCI	Rating
1	082+300	082+400	34	Very Poor
2	082+400	082+500	14	Serious
3	082+500	082+600	39	Very Poor
4	082+600	082+700	46	Poor
5	082+700	082+800	32	Very Poor
6	082+900	083+000	37	Very Poor
7	083+000	083+100	38	Very Poor
8	083+100	083+200	11	Serious
9	083+200	083+300	38	Very Poor
10	083+300	083+400	19	Serious
11	083+400	083+500	26	Serious
12	083+500	083+600	18	Serious
13	083+600	083+700	13	Serious
14	083+700	083+800	26	Very Poor
15	083+800	083+900	30	Very Poor

Tabel 5. Hasil Rekapitulasi Nilai *PCI* Arah Jagatamu-Cariu

NO	Station	Station	PCI	Rating	NO
1	082+300	082+400	46	Poor	
2	082+400	082+500	28	Very Poor	
3	082+500	082+600	32	Very Poor	
4	082+600	082+700	44	Poor	
5	082+700	082+800	45	Poor	
6	082+900	083+000	45	Poor	
7	083+000	083+100	28	Very Poor	
8	083+100	083+200	24	Serious	
9	083+200	083+300	28	Very Poor	
10	083+300	083+400	22	Very Poor	
11	083+400	083+500	18	Serious	
12	083+500	083+600	8	Failed	
13	083+600	083+700	16	Serious	
14	083+700	083+800	34	Very Poor	
15	083+800	083+900	32	Very Poor	

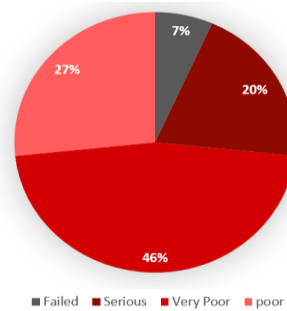


Gambar 6. Visualisasi Tingkat Kerusakan Jalan Metode PCI

Persentase rating PCI untuk semua segmen Jalan Raya Cariu-Jagatamu terdapat di Tabel 6 dan Gambar 7 yang menunjukkan kondisi permukaan jalan di masing-masing segmen.

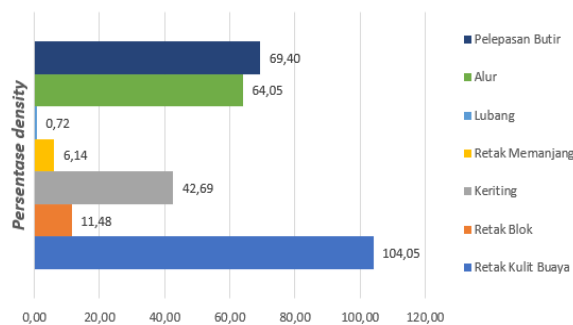
Tabel 6. Persentase Rating Nilai PCI

Rating	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Arah Cariu-Jagatamu		
Failed	0	0
Serious	6	40
Very Poor	8	53,33
Poor	1	6,67
Fair	0	0
Satisfactory	0	0
Good	0	0
Jumlah Total	15	100
Arah Jagatamu-Cariu		
Failed	1	6,67
Serious	3	20
Very Poor	7	46,67
Poor	4	26,67
Fair	0	0
Satisfactory	0	0
Good	0	0
Jumlah Total	15	100

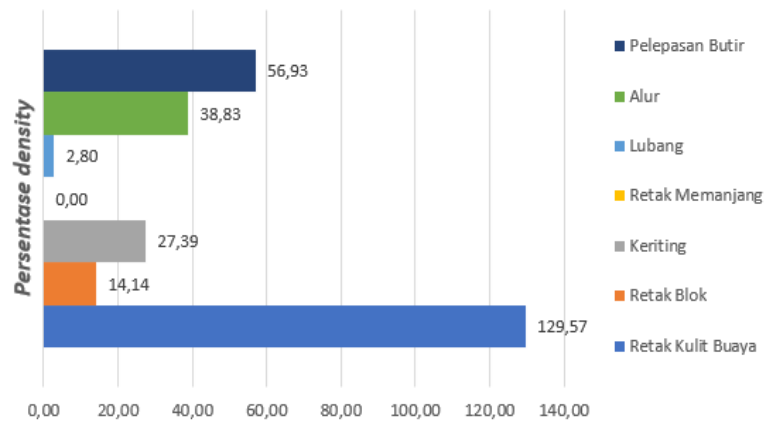


Gambar 7. Diagram Persentase Rating Nilai PCI Arah Jagatamu-Cariu

Berdasarkan Tabel 6 dan Gambar 7, dapat diketahui bahwa kategori kerusakan tertinggi pada Ruas Jalan Cariu-Jagatamu adalah kategori *failed*, dengan jumlah 1 segmen atau 6,67%. Kategori berikutnya adalah *serious* dengan 3 segmen atau 20%, *very poor* dengan 7 segmen atau 46,67%, dan *poor* dengan 4 segmen atau 26,67%. Adapun diagram rekapitulasi perhitungan nilai *density* dan jenis kerusakan dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 berikut.



Gambar 8. Diagram Jenis Kerusakan Arah Cariu-Jagatamu



Gambar 9. Diagram Jenis Kerusakan Arah Jagatamu-Cariu

Berdasar Gambar 8 dan Gambar 9 dapat diketahui kerusakan dominan pada seluruh segmen berdasarkan nilai *density* adalah kerusakan retak buaya dengan nilai *density* sebesar 6,94% untuk arah Cariu-Jagatamu dan 8,64% untuk arah Jagatamu-Cariu, kemudian pelepasan butir dengan nilai *density* sebesar 4,63% untuk arah Cariu-Jagatamu dan 4,38% untuk arah Jagatamu-Cariu, sedangkan kerusakan paling sedikit yaitu retak memanjang dengan rerata *density* sebesar 6,14%.

Berdasarkan nilai *PCI*, dapat disimpulkan bahwa nilai kondisi jalan yang berada di bawah 30%, dengan rerata 29%, menunjukkan bahwa jalan berada dalam kondisi sangat buruk. Dalam hal ini, rekonstruksi adalah tindakan yang diperlukan untuk mengembalikan fungsi jalan secara efektif. Tindakan pemeliharaan normal atau pelapisan tambahan tidak lagi memadai untuk memperbaiki kerusakan yang ada.

Penanganan berupa rekonstruksi perlu segera dilakukan guna memastikan keselamatan pengguna jalan, memperpanjang umur jalan, serta mendukung kelancaran arus lalu lintas.

Kondisi Kerusakan Jalan berdasar Nilai SDI

Hasil rekapitulasi nilai *SDI* ruas Jalan Cariu-Jagatamu disajikan pada Tabel 7. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan nilai *Surface Distress Index (SDI)*, diperoleh nilai *SDI* terendah sebesar 87,5 (kondisi sedang) terjadi

pada segmen 1, dan nilai *SDI* tertinggi sebesar 275 (rusak berat pada segmen 5. Adapun rata-rata nilai *SDI* seluruh segmen Cariu-Jagatamu sebesar 151,83, termasuk dalam kategori kondisi rusak berat. Jika di lihat secara lebih rinci hanya ada 2 segmen dalam kondisi sedang, sedangkan Sebagian besar, yaitu 9 segmen perkerasan pada kondisi rusak ringan, dan 4 segmen pada kondisi rusak berat.

Penanganan jalan berdasar nilai *PCI* didasarkan pada Gambar 3 yang menunjukkan bahwa untuk nilai *PCI* kurang dari 40 berupa rekonstruksi jalan. Jika dilihat pada semua segmen yang dinilai untuk semua arah, dari 30 segmen jalan memiliki nilai *PCI* kurang dari 40, hanya segmen 1, 4, 5 dan 6 pada arah Jagatamu-Cariu memiliki nilai *PCI* tertinggi 46. Dengan melihat efektifitas penanganan maka berdasar metode *PCI* penanganan yang diusulkan adalah berupa rekonstruksi jalan. Adapun penanganan yang diperlukan tiap segmen berdasar nilai *SDI* disajikan pada Tabel 8.

Berdasarkan Tabel 8 jenis penanganan yang dibutuhkan untuk setiap jalan berupa pemeliharaan berkala, rehabilitasi jalan, dan rekonstruksi jalan. Segmen 1 dan segmen 4 memiliki kondisi terbaik, dibandingkan dengan segmen lain, berupa rusak ringan, sehingga hanya membutuhkan pemeliharaan

berkala, sedangkan 4 segmen membutuhkan rekonstruksi dan Sebagian besar, yaitu 9 segmen memerlukan pemeliharaan berkala. Mengingat efektifitas pemeliharaan dan

berdasar rerata kondisi jalan, maka diusulkan penanganan yang bisa mengakomodasi semua segmen, sehingga penanganan berupa rekonstruksi untuk seluruh segmen diusulkan.

Tabel 7. Hasil Nilai *Surface Distress Index (SDI)* Jalan Cariu–Jagatamu

Segmen	Stationing		SDI				SDI Per Segmen	Kondisi Jalan
	Dari	Sampai	Retak Luas	Retak Lebar	Jumlah Lubang	Bekas Roda		
1	082+300	082+400	5	10	85	87,5	87,5	Sedang
2	082+400	082+500	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
3	082+500	082+600	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
4	082+600	082+700	5	10	85	95	95	Sedang
5	082+700	082+800	20	40	265	275	275	Rusak Berat
6	082+900	083+000	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
7	083+000	083+100	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
8	083+100	083+200	5	10	235	245	245	Rusak Berat
9	083+200	083+300	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
10	083+300	083+400	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
11	083+400	083+500	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
12	083+500	083+600	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
13	083+600	083+700	20	40	265	285	285	Rusak Berat
14	083+700	083+800	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
15	083+800	083+900	40	80	155	165	165	Rusak Berat

Tabel 8. Penanganan Jalan Berdasarkan Nilai *SDI* Jalan Cariu–Jagatamu

NO	SDI Per Segmen	Kondisi Jalan	Jenis Penanganan
1	87,5	Sedang	Pemeliharaan Berkala
2	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
3	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
4	95	Sedang	Pemeliharaan Berkala
5	275	Rusak Berat	Rekonstruksi
6	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
7	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
8	245	Rusak Berat	Rekonstruksi
9	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
10	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
11	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
12	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
13	285	Rusak Berat	Rekonstruksi
14	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
15	165	Rusak Berat	Rekonstruksi

2	Sangat Buruk	21	Rusak Ringan	125
3	Buruk	35,5	Rusak Ringan	125
4	Sedang	45	Sedang	95
5	Buruk	38,5	Rusak Berat	275
6	Sedang	41	Rusak Ringan	125
7	Buruk	33	Rusak Ringan	125
8	Sangat Buruk	17,5	Rusak Berat	245
9	Buruk	33	Rusak Ringan	125
10	Sangat Buruk	20,5	Rusak Ringan	125
11	Sangat Buruk	22	Rusak Ringan	125
12	Sangat Buruk	13	Rusak Ringan	125
13	Sangat Buruk	145	Rusak Berat	285
14	Buruk	30	Rusak Ringan	125
15	Buruk	31	Rusak Berat	165

Kesesuaian Kondisi Perkerasan Berdasar Nilai PCI dan SDI

Tabel 9 menyajikan tingkat kerusakan pada tiap segmen dengan tinjauan kedua metode untuk mengetahui kesesuaian hasil penilaian antara metode *PCI* dengan *SDI*.

Tabel 9. Kesesuaian Nilai *PCI* dan *SDI*

NO	Tingkat Kerusakan PCI	Nilai PCI	Tingkat Kerusakan SDI	Nilai SDI
1	Buruk	40	Sedang	87,5

Kedua metode ini memberikan gambaran tentang kondisi dan tingkat kerusakan jalan, tetapi dengan pendekatan yang berbeda.

Sandyna dkk. (2022) juga mengkaji dan mengevaluasi perbandingan tingkat kerusakan perkerasan lentur menggunakan metode *PCI* dan *SDI*, dan menemukan bahwa hasil akhir kondisi perkerasan berdasar nilai *PCI* tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua metode tersebut, sehingga bentuk penanganan yang sama direkomendasikan baik dengan metode *PCI* maupun *SDI*.

Rancangan Rekonstruksi

Untuk menentukan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode manual desain tahun 2017, dilakukan perhitungan kumulatif beban sumbu standar (CESA). Hasil perhitungan beban sumbu standar yang dilakukan dengan menggunakan VDF4 (Vehicle Damage Factor 4) atau ESA4 (Equivalent Single Axle Load 4), serta VDF5 atau ESA5, disajikan secara rinci dalam Tabel 10.

Penentuan jenis perkerasan didasarkan atas nilai CESA4, yaitu sebesar 2.700.478,092 ESAL, menggunakan bagan desain 3B (Bina Marga, 2017), sesuai untuk kategori FFF2. Struktur perkerasan ini terdiri dari lapisan aspal, yaitu 4 cm untuk Wearing Course, 6 cm untuk Binder Course, dan 8 cm untuk Base Course, serta dilengkapi dengan LPA Kelas A yang memiliki ketebalan 30 cm di bawah lapisan aspal.

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan CESA

Gol	Kendaraan	LHR 2022	LHR 2024	VDF 4 Normal	VDF 4 Normal	ESA4 (2024-2044)	ESA5 (2024-2044)
1	Motor	6785	7023	-	-	-	-
2	Sedan, Jeep, Station Wagon	826	855	-	-	-	-
3	Pick-up	55	57	-	-	-	-
4	Pick Up, Mobil Hantaran	405	420	-	-	-	-
5a	Bus Kecil	8	9	-	-	-	-
5b	Bus Besar	6	7	1	1	25635,13242	25635,13242
6a	Truk 2 Sumbu (4 roda)	132	137	0,55	0,5	275943,8897	250858,0815
6b	Truck 2 as (6 roda)	102	106	4	5,1	1552756,592	1979764,655
7a	Truk 3 Sumbu	12	13	4,3	5,6	204714,8432	266605,3772
7c	Truk Semi Taller	4	5	7,4	9,7	135499,9856	177614,846
						2194550,443	2700478,092
CESA 2024-2044						2,194550443 x 10 ⁶	2,700478092 x 10 ⁶

Analisis Mekanistik-Empiris Perkerasan Eksisting

Hasil analisis perkerasan eksisting dari program KENLAYER akan menghasilkan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada struktur lapis perkerasan sesuai dengan titik koordinat yang telah dimasukkan. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai Vertical Strain dan Tangential Strain

No. Koordinat	Horizontal Strain	Vertical Strain	Vertical Strain
1	0,0006214	0,0009669	0,0008825
2	0,0005377	0,0006207	0,0009566
3	0,0004536	0,0003765	0,0009698
Maksimum	0,0006214	0,0009669	0,0009698

Analisis beban lalu lintas yang dihasilkan dari evaluasi kondisi perkerasan ruas Jalan Cariu-Jagatamu dengan menggunakan program KENPAVE dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Analisa Beban Lalu Lintas Perkerasan Eksisting

CESA20/L HR (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)	Analisis Beban
1,346E+05	Nf	5,536E+04 Nf < Nr (no)
1,346E+05	Nd rutting	4,281E+04 Nd < Nr (no)
1,346E+05	Nd deformation	4,224E+04 Nd < Nr (no)

Dari hasil perhitungan yang tercantum dalam Tabel 12, dapat dilihat bahwa kondisi perkerasan jalan pada segmen yang dianalisis sudah tidak mampu mengakomodasi beban repetisi dengan nilai sebagai berikut: sebesar 4,224E+04 Equivalent Single Axle Load (ESAL) sebelum mengalami kerusakan akibat deformasi 4,281E+04 ESAL sebelum mengalami kerusakan rutting, dan 5,536E+04 ESAL sebelum mengalami kerusakan fatigue cracking.

Analisis Prediksi Sisa Umur Layan Perkerasan

Program *KENPAVE* digunakan untuk menghitung tingkat kerusakan yang dialami perkerasan setelah menerima beban. Selanjutnya, perhitungan dapat dilakukan untuk menentukan nilai sisa umur struktur perkerasan dengan menggunakan Persamaan 8. Hasil perhitungan sisa umur layanan perkerasan dapat dilihat pada Tabel 13.

Beban gandar maksimum yang dapat ditahan oleh jalan sebelum mengalami

kerusakan *fatigue cracking* adalah 88.596,47 *ESAL* dengan sisa umur 8 bulan. Untuk kerusakan *rutting* dan deformasi permanen, beban maksimum adalah 33.194,62 *ESAL* dengan sisa umur 3 bulan. Prediksi sisa umur jalan akibat kerusakan *fatigue* pada bulan kedelapan menunjukkan nilai tersisa 0,58%, menandakan jalan tidak dapat menahan beban lebih lanjut. Sisa umur untuk deformasi dan kerusakan *rutting* masing-masing sebesar 22,47% dan 21,42%, mengindikasikan perlunya perbaikan segera.

Tabel 13. Hasil Perhitungan Sisa Umur Layanan Perkerasan

Bulan ke	NP (CESA5)	N _{1,5}			Persentase Sisa Umur Layanan		
		Fatigue	Rutting	Deformation	Fatigue (%)	Rutting (%)	Deformation (%)
1	11.061,00	55.355,692	42.813,369	42.243,173	87,59	74,16	73,82
2	22.125,87				75,17	48,32	47,62
3	33.194,62				62,75	22,47	21,42
4	44.267,23				50,32	-3,40	-4,79
5	55.343,73				37,89	-29,27	-31,01
6	66.424,10				25,46	-55,15	-57,24
7	77.508,35				13,02	-81,04	-83,48
8	88.596,47				0,58	-106,94	-109,73
9	99.688,48				-11,87	-132,84	-135,99

Analisis Mekanistik-Empiris Perkerasan Rekonstruksi dengan Program KENPAVE

Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 14. Berdasar Tabel 14, dilakukan analisis berdasar kerusakan *fatigue craking*, *rutting* dan *permanent deformation*.

Hasil perhitungan disajikan pada Tabel 15. Berdasar Tabel 15, dapat dilihat bahwa kondisi perkerasan rekonstruksi memiliki kapasitas dalam menahan beban masih terbatas. Kemampuan maksimum untuk menahan 0,313E+06 *ESAL* sebelum *fatigue cracking* dan 1,137E+06 *ESAL* untuk *permanent deformation* tidak memenuhi umur layan yang direncanakan. Perkerasan ini hanya mampu menahan 6,326E+06 *ESAL* untuk kerusakan *rutting*, sehingga rentan terhadap kerusakan. Berdasar kondisi ini maka diusulkan alternatif desain rekonstruksi. Sebaliknya, desain alternatif perkerasan rekonstruksi baru menunjukkan kapasitas yang signifikan lebih besar, yaitu mampu mengakomodasi hingga 2,844E+06 *ESAL* untuk *fatigue cracking*, 17,778E+06

ESAL untuk *rutting*, dan 2,743E+06 *ESAL* untuk *permanent deformation*.

Kesimpulan

Berdasar metode *PCI* kondisi perkerasan Jalan Cariu-Jagatamu sangat buruk, dengan nilai rerata *PCI* 29,03. Analisis dengan *Surface Distress Index (SDI)* menghasilkan rata-rata 151,83, menunjukkan kondisi jalan rusak berat. Berdasar kedua metode bentuk penanganan berupa rekonstruksi struktur perkerasan lentur dengan rancangan beban lalu lintas 2.700.478,092 *ESAL*. Ketebalan lapisan terdiri dari 4 cm *Wearing Course*, 6 cm *Binder Course*, dan 8 cm *Base Course*, serta LPA Kelas A 30 cm. Berdasar metode mekanistik empirik rancangan ini mampu mengakomodasi beban hingga 2,844E+06 *ESAL* sampai terjadi *fatigue cracking*, 17,778E +06 *ESAL* sampai terjadi *rutting*, dan 2,743E+06 *ESAL* terjadi *permanent deformation*.

Tabel 14. Nilai Tegangan Regangan Perkerasan Rekonstruksi

No. Koordinat	Horizontal Strain	Vertical Strain	Vertical Strain
1	0,0006214	0,0009669	0,0008825
2	0,0005377	0,0006207	0,0009566
3	0,0004536	0,0003765	0,0009698
Maksimum	0,0006214	0,0009669	0,0009698
Nilai Tegangan Regangan Desain Alternatif Rekonstruksi			
1	0,0001089	0,0002515	0,0003522
2	0,0001172	0,0002345	0,0003772
3	0,0001364	0,0002205	0,0003818
Maksimum	0,0001364	0,0002515	0,0003818

Tabel 15. Analisis Beban Lalu Lintas Rekonstruksi Perkerasan Baru

CESA20/L HR (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)	Analisis Beban	
2,70E+06	Nf	0,313E+06	Nf < Nr (no)
2,70E+06	Nd rutting	6,362E+06	Nd < Nr (yes)
2,70E+06	Nd deformation	1,137E+06	Nd < Nr (no)
Alternatif desain Perkerasan Rekonstruksi Baru			
2,70E+06	Nf	2,844E+06	Nf < Nr (yes)
2,70E+06	Nd rutting	17,77E+06	Nd < Nr (yes)
2,70E+06	Nd deformation	2,743E+06	Nd < Nr (yes)

Daftar Pustaka

American Society for Testing Materials. (2018). *Standars Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. ASTM Designation: D6433 – 18. West Conshohocken. US.

Fadhlan, K., & Muis, Z. A. (2013). Evaluasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B dengan Menggunakan Program KENPAVE. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(2).

Hadi, M. A., & Fauziah, M. (2022). Studi komparasi prediksi umur pelayanan antara campuran Superpave dan AC-WC menggunakan permodelan viskoelastik dan elastik. *Teknisia*, 27(2), 71-82.

Hermawan, R., & Tajudin, A. N. (2021). Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI Dan SDI (Studi Kasus: Jalan Jatisari, Karawang). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(4), 845–854.

Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*, 2nd ed. Pearson Education. United States of America. USA.

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/Bm/2017*.

Pambudi, R., & Fauziah, M. (2021). Evaluasi Perancangan Struktur Perkerasaan Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program Kenpave Menggunakan Pendekatan Elastik Dan Viskoelastik. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*. 303–314.

Widodo, A. D., & Fauziah, M. (2018). *Evaluasi Kondisi Perkerasan dan Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur dengan Metode Pavement Condition Index, Bina Marga dan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program KENPAVE*. *Jurnal Teknik*

Sandyna, A. N., Elfichra, A., Aqilla, A., Novaldi, K., & Adiman, E. Y. (2022). Analisis Perbandingan Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI Dan Metode SDI (Studi Kasus: Jalan As-Shofa Pekanbaru). *Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, 2(2), 95–105.

Sembiring, N. I., Siahaan, R., & Naibaho, P. D. R. (2022). Analisis Kondisi Kerusakan Jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo, Dengan Metode PCI Dan SDI. *JURNAL MARITIM*, 3(2).

Setiawan, D., & Sekaryadi, Y. (2021). Perencanaan Perbaikan Perkerasan Jalan Cileungsi – Cibeeb Kabupaten Bogor Km 96 Sta 96+900 – Sta 97+020 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan. *Jurnal Momen Teknik Sipil*, 4(2), 72.

Sumarsono, A., & Fauziah, M. (2022). Evaluasi Kondisi Perkerasan, Penanganan Dan Nilai Sisa Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Binamarga 2013 Dan Metode Mekanistik Empirik (Studi Kasus: Jalan Jogja-Solo Km 14+800 – 16+800). *TEKNIKA: Jurnal Teknik*, Volume 9 No. 1, 10–27.

Tolab, L. Z., & Fauziah, M. (2024). Prediction of Damage and Remaining Life of Yogyakarta-Bawen Toll Road Pavement with Elastic and Viscoelastic Approaches. *Rekayasa Sipil*, 18(02), 150-158.

Tolab, L. Z., Hadi, M., & Fauziah, M. (2022). Analisis Perbandingan Perkerasan AC-WC Berbahan Ikut Starbit E-55 dengan Pen 60/70 Menggunakan Metode Elastik Linear. *Prosidingthe 3rd CE Reform, Jurusan Teknik Sipil UII*.

Yulianto, D., & Fauziah, M. (2019). Analisis Nilai Sisa Perkerasan Lentur Akibat Beban Berlebih

Kendaraan (Overloading) dengan Metode Empirik dan Metode Mekanistik–Empirik dengan Program KENPAVE pada Ruas Jalan Purworejo-Jogja. *Konferensi Nasional Inovasi Lingkungan Terbangun (ILT) Ke-5*.