

Analisis Kerusakan Jalan Poros Lembang Bori' Ranteletok-Lempo Kabupaten Toraja Utara

Kalvyn Uda' Batti *¹, Robert Mangontan *², Wona Grace Boro *³

*¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia kalvynudabatti@gmail.com

*^{2,3} Dosen Program Studi Teknik sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar, Indonesia, robertmangontan52@gmail.com *² dan gracewona@gmail.com *³

Corresponding Author: kalvynudabatti@gmail.com

Abstrak

Perkembangan suatu daerah ditunjang oleh adanya infrastruktur, infrastruktur dibangun untuk memfasilitasi pembangunan wilayah. Keadaan jalan yang baik kelak memberi kenyamanan bagi setiap kendaraan yang melewatinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apa jenis, tingkat dan penyebab kerusakan yang terjadi pada ruas di Lembang Bori' Ranteletok Kabupaten Toraja Utara. Metode yang digunakan adalah *Pavement Condition Index*. Pengumpulan data primer di lapangan dengan mengukur dan mencatat setiap jenis kerusakan untuk dianalisis nilai *density*, *deduct value*, *total deduct value*, *pavement condition indeks* serta data sekunder berupa data curah hujan. Hasil dari penelitian ini diperoleh jenis kerusakan jalan yaitu retak kulit buaya, retak samping jalan, pelepasan butir, lubang, dan amblas. Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada 20 segmen jalan yang diteliti, didapat nilai rata-rata kondisi perkerasan jalan metode PCI adalah 46.80% sedang (*fair*), dengan nilai perkerasan terendah terjadi pada STA 1+800 s/d 1+900 dengan klasifikasi jelek (*poor*). Dari nilai PCI setiap segmen berdasarkan *decision matrix* waktu perbaikan perlu dilakukan rehabilitasi sekarang. Penyebab kerusakan jalan tersebut adalah buruknya kondisi drainase menyebabkan air akan tergenang pada beban jalan. Penanggulangan kerusakan jalan adalah dengan, Prosedur perbaikan P2, P5 yang ditentukan dalam buku pemeliharaan jalan digunakan sebagai prosedur perawatan dan perbaikan kerusakan fungsional dan dengan cara *Deep Patch*.

Kata kunci : Analisis, Kerusakan Jalan, Metode PCI

Abstract

The development of a region/region is certainly supported by the existence of infrastructure, which maintenance of road conditions needs to be carried out, where roads are an important factor in the life of the community's economic movement and other social activities. This study aims to determine what types, levels and causes of damage occurred to the segment in Lembang Bori' Ranteletok, North Toraja Regency. The method used is primary data collection in the field by measuring each type of damage to be analyzed for density, deduct value, total deduct value, and pavement condition index as well as secondary data in the form of rainfall data. The results of this study obtained types of road damage, namely crocodile skin cracks, roadside cracks, grain release, potholes, and subsidence. Based on the results of the analysis carried out on the 20 road segments studied, the average value of the PCI method pavement condition is 46.80% moderate (fair), with the lowest pavement value occurring in STA 1+800 to 1+900 with poor classification (poor). From the PCI value of each segment based on the decision matrix, the repair time needs to be rehabilitated now. The cause of the road damage is poor drainage conditions causing water to stagnate on the road load. The handling of road damage is by, the method of maintenance and repair of functional

damage is the P2, P5 Repair method which has been set in the Road Maintenance Manual and the Deep Patch Method.

Keywords : *Analysis, Road Damage, PCI Method*

PENDAHULUAN

Perkembangan suatu wilayah/daerah tentunya ditunjang oleh adanya infrastruktur yang dibangun untuk mendukung pembangunan daerah. Lingkungan jalan yang baik memberikan kenyamanan bagi semua kendaraan yang melintas, dan dimana jalan merupakan komponen penting dari kegiatan ekonomi lokal dan kegiatan sosial lainnya, maka harus dipelihara. Jalan yang rusak tidak hanya menghambat kegiatan ekonomi dan sosial, tetapi juga dapat menyebabkan kecelakaan. Ruas jalan di kabupaten Toraja Utara yang bertempat di Lembang Bori' Ranteletok banyak ditemui kerusakan yang terjadi sepanjang jalan tersebut, antara lain : pelepasan butir, lubang, retak pinggir, retak kulit buaya, amblas, hal ini menghambat terjadinya kegiatan sosial, contohnya pegawai dan mahasiswa yang akan pergi ke tempat kerja akan perlu waktu yang lama untuk sampai tujuan. Jalan Lembang Bori' Ranteletok juga merupakan jalan yang menghubungkan antar desa dengan desa lainnya dan salah satu akses jalan ke tempat pariwisata Mentirotikku, juga digunakan masyarakat setempat untuk melakukan aktivitas setiap hari.

Ruas jalan Lembang Bori' Ranteletok sudah dalam kondisi yang rusak sehingga setiap pengguna jalan yang melaluinya sudah tidak aman dan nyaman, ruas jalan sering kali juga terjadi kecelakaan untuk itu perlu mendapatkan perhatian lebih dari pemerintah setempat maupun daerah, untuk memperlancar kegiatan social. Sehubungan dengan permasalahan diatas Penulis tertarik pada penelitian jenis-jenis kecelakaan lalu lintas dan pencegahan kecelakaan lalu lintas dalam bentuk penelitian yang berjudul "Analisis Kerusakan Jalan Poros Lembang Bori' Ranteletok-Lempo Kabupaten Toraja Utara".

Tujuan dari penelitian ini mengetahui jenis, tingkat dan penyebab kerusakan yang ada pada ruas di Lembang Bori' Ranteletok Kabupaten Toraja Utara dan mengetahui cara penanggulangan kerusakan jalan tersebut.

Metode *Pavement Condition Index* (PCI) digunakan penilaian kondisi jalan menggunakan sistem klasifikasi yang menunjukkan kondisi aktual perkerasan dengan informasi yang dapat diandalkan dan obyektif. Metode PCI dikembangkan oleh Korps Insinyur Angkatan Darat AS untuk perkerasan bandara, jalan raya, dan tempat parkir karena percobaan ini memberikan data taksiran kondisi yang teliti seperti keadaan di lapangan. Level PCI ditulis sebagai level 0 – 100 dan jenis kerusakan terbagi menjadi 19 kerusakan.

Tabel 1. Nilai PCI dan Kondisi Perkerasan Jalan

Kondisi	Nilai <i>PCI</i>
Sempurna (<i>Exelent</i>)	86 – 100
Sangat baik (<i>Very good</i>)	71 – 85
Baik (<i>Good</i>)	56 – 70
Sedang (<i>Fair</i>)	41 – 55
Buruk (<i>Poor</i>)	26 – 40
Sangat Buruk (<i>Very Poor</i>)	11 – 25

Gagal (*Failed*)

0 – 10

Kondisi jalan di atas digunakan untuk semua jenis kerusakan dan dibagi menjadi tiga (3) tingkat kerusakan sebagai berikut :

Medium (M) = Rusak Sedang

Low (L) = Rusak Ringan

High (H) = Rusak Parah

Setelah data primer diperoleh, langkah selanjutnya menghitung luas dan presentase kerusakan yang ada sesuai tingkat serta jenis kerusakan dan menjumlahkan nilai PCI untuk setiap sampel unit dari ruas jalan.

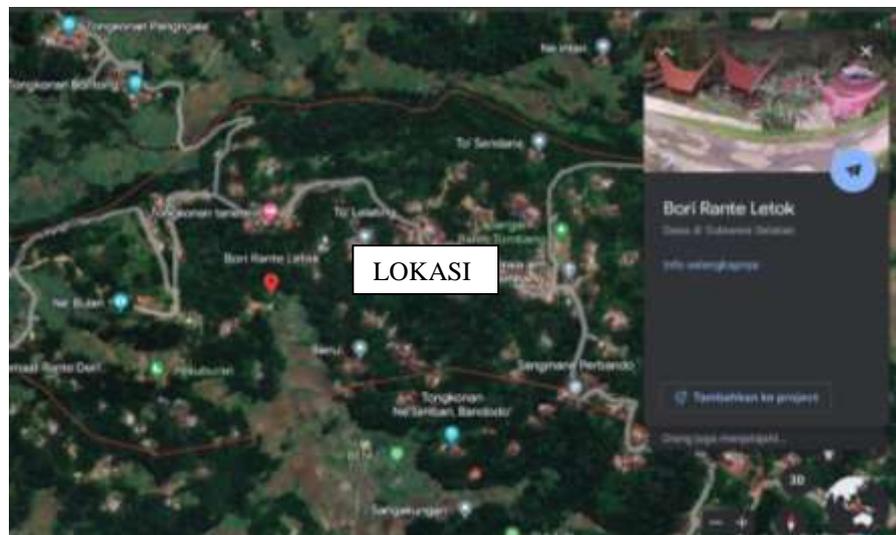
Sebelum penelitian ini dilakukan, telah banyak dilakukan penelitian yang serupa yaitu: Munanda dkk. (2015) melakukan studi untuk menganalisis kerusakan jalan permukaan (Studi kasus ; Jalan Adi Sucipto, Sungai Raya Kubu). Dengan adanya jalan tol sangat dibutuhkan untuk menunjang kecepatan pertumbuhan ekonomi, pertanian dan lain-lainya. Bidang konstruksi jalan dan pemeliharaan jalan merupakan bidang fokus penelitian dan pengembangan dalam perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan karena keunggulannya yang besar. Ruas Sungai Raya Kubu Raya sepanjang 3,80 km, jalan provinsi Adi Sucipto, mengalami kerusakan parah, baik ringan, maupun berat. Tujuan dari penelitian ini, untuk mengkaji jenis dan tingkat kerusakan jalan dan menyarankan metode perbaikan 7 kerusakan jalan, tergantung pada level keparahan dan jenis kerusakan. [1]. Hasil survey yang didapat pada kerusakan jalan di W.J. Ruas Jalan Lalamentik dan Flobamora Gor yaitu retakan membujur, retakan melintang, retakan kulit buaya, retakan tepi, retakan siksaan, retakan balok, bergelombang, gemuk, pelebaran, lubang, bintik, penghilangan butir dan bayonet. [2]. Studi prioritas pemeliharaan jalan di kawasan perkotaan Tanjung Redeb Kabupaten Berau. Penelitian ini menggunakan metode PCI untuk menentukan keadaan jalan dan metode proses hirarki analitis. Urutan prioritas perawatan jalan. Penyelesaian penelitian diketahui tujuh jenis kerusakan yaitu retak membujur dan, retak kulit buaya, melintang, butiran dan pelapukan, filler, pit, grease dan hole. Dari 9 ruas jalan yang disurvei, kerusakan terbanyak terdapat pada Jalan Pangeran Antasari yang memiliki *Pavement Condition Index* sebesar 50,20 [3]. Kerusakan Jalan Pemuda Timur, Kabupaten Bojonegoro berdampak pada aspek keamanan, aspek kenyamanan dan aspek biaya bagi pengguna jalan dan lingkungan masyarakat sekitar [4]. Jenis kerusakan jalan pada ruas jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang adalah retak memanjang, retak melintang, retak kulit buaya, retak pinggir, retak berkelok-kelok, retak blok, bergelombang, kegemukan, pengelusan, lubang, tambalan, pelepasan butiran, dan sungkur. Faktor-faktor penyebab kerusakan secara umum adalah peningkatan beban volume lalu lintas, sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang sangat tipis, proses pelaksanaan pekerjaan yang kurang sesuai dengan spesifikasi [5]. Semakin tinggi tingkat kerusakan, semakin rendah nilai PCI maka akan berpengaruh terhadap lambatnya kecepatan kendaraan. Sebaliknya, semakin besar nilai PCI maka akan mempercepat laju kendaraan [6]. Jenis kerusakan jalan pada ruas jalan Raya Semarang Boja KM 38 – 42 antara lain: retak memanjang, retak kotak – kotak, retak kulit buaya, alur, lubang, ambblas dan kerusakan pada sisi jalan. Dari sekian banyak jenis kerusakan yang terjadi, jenis kerusakan retak yang paling banyak terjadi di ruas jalan tersebut [7]. Di ruas Jl. Sisingamangaraja, Jl. Cemara dan Jl. Krakatau. Terdapat hubungan antara volume jenis kendaraan dengan nilai kerusakan jalan. Dengan hasil $R^2 = 0,985$ menunjukkan Kerusakan jalan yang di pengaruhi volume jenis kendaraan ringan dan sepeda motor memiliki presentase sebesar 98,1 %. Dengan hasil persamaan antara kendaraan berat (X1), kendaraan ringan (X2) dan nilai kerusakan jalan (Y) yaitu $Y = 0,001 X1 + 0,008 X2 + 64,646$ [8]. Alternatif penanganan kerusakan jalan di jalan Jendral Sudirman. Segmen 1 Alternatif penanganan kerusakan jalan pada segmen I di buat dalam modifikasi desain atau

saluran resapan menggunakan *paving block*. Segmen 2 perlu adanya perbaikan secara berkala untuk penanganan jalan yang rusak akibat genangan air [9]. Nilai Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) Ruas jalan Raya Bogor dari Gandaria (batas Jakarta Timur) sampai dengan Cilodong (bts. Depok) adalah 97,025%. Dengan nilai IKP >85 maka jenis penanganan jalan yang digunakan adalah Pemeliharaan Rutin [10].

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini berlokasi di Lembang Bori' Ranteletok Kabupaten Toraja Utara, daerah tersebut berjarak 11 km dari kota Rantepao Toraja Utara, Panjang ruas jalan di Kelurahan Bori' Ranteletok Kabupaten Toraja Utara yang menjadi objek penelitian sepanjang 2 km di Kelurahan Bori' Ranteletok dengan lebar 4m.



Gambar 1. Lokasi penelitian

2. Metode Survei

Saat memeriksa penyebab kerusakan dan perbaikan jalan di Lembang Bori' Ranteletok Kabupaten Toraja Utara yaitu :

a. Data Primer

Merupakan data utama yang didapat secara langsung dari lapangan meliputi jenis, kondisi, dan penyebab kerusakan jalan,. Pengumpulan data kerusakan pada ruas jalan Lembang Bori' Ranteletok, dengan panjang 2 km dan lebar jalan 4m dilalukukan survei kondisi permukaan jalan. Studi dilakukan secara visual menggunakan perangkat sederhana yang membagi jalan menjadi beberapa segmen. Untuk mengetahui keadaan kerusakan jalan dengan menggunakan metode PCI, penelitian dilakukan pada survei yaitu :

- 1) Mengidentifikasi ruas jalan yang hendak diperiksa
- 2) Menentukan anjang jalan
- 3) Mengukur setiap jenis kerusakan

Tabel 2. Formulir Survei *Pavement Condition Index* (PCI)

AIRFIELD ASPHALT PAVEMENT SKETCH : CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT	SKETCH : 100 M
---	----------------

1. R.Buaya	(m ²)	9. Pinggir Jalan Turun Vertikal	(m)	17. Patah Slip	(m ²)
2. Kegemukan	(m ²)	10. R. Memanjang/Melintang	(m)	18. Mengembang	
3. Retak Kotak	(m ²)	11. Tambalan	(m)	Jembul	(m ²)
4. Cekungan	(m)	12. Pengausan Agregat	(m)	19. Pelepasan Butir	(m ²)
5. Keriting	(m ²)	13. Lubang	(count)		
6. Amblas	(m ²)	14. Perpotongan Rel	(m ²)		
7. R. Pinggir	(m)	15. Alur	(m ²)		
8. R. Sambung	(m)	16. Sungkur	(m ²)		
Distress				Total	Deduct
Severity		Quantity (M/M2)		Density	Value
Total Deduct Value					

Data kerusakan jalan metode PCI, Informasi diperoleh dengan mengidentifikasi masalah kerusakan jalan untuk menentukan jenis perawatan pada setiap ruas jalan. Kegiatan ini dilakukan dengan melakukan kajian secara detail terhadap kondisi permukaan jalan dan berdiskusi dengan pihak berwenang setempat untuk mendapatkan informasi yang diperlukan mengenai kerusakan jalan tersebut, yaitu:

- 1) Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)
 - 2) Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)
 - 3) Pelepasan Butiran (*Weathering and Raveling*)
 - 4) Lubang (*Potholes*)
 - 5) Amblas (*Despression*)
- b. Data Sekunder

Merupakan Informasi dari pihak-pihak yang terkait dengan penelitian. Data sekunder yaitu curah hujan yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Toraja Utara.

3. Analisa Nilai PCI

Langkah-langkah penilaian kondisi jalan, (*density*) kadar kerusakan, menghitung (*deduct value*) nilai pengurangan, menghitung *tdv* (*total deduct value*), menentukan nilai *q*, menghitung *cdv*, klafikasi kualitas perkerasan PCI, dan analisis hasil keputusan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Nilai Luasan Kerusakan

Nilai luasan kerusakan dari pencatatan kondisi serta hasil pengukuran ke dalam formular survei bisa dilihat, Tabel 3. Contohnya pada STA 0+000 s/d 0+100, formular survei yang diisi yaitu :

Tabel 3. Formulir Survei (PCI)

AIRFIELD ASPHALT PAVEMENT SKETCH : CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT	SKETCH : 100 M
---	-------------------

1. R. buaya (m2)	9. Pinggir Jalan Turun Vertikal (m)	17. Patah Slip (m2)
2. Kegemukan (m2)	10. R. Memanjang/Melintang (m)	18. Mengembang Jembul (m ²)
3. Retak Kotak" (m2)	11. Tambalan (m)	19. Pelepasan Butir (m2)
4. Cekungan (m)	12. Pengausan Agregat (m)	
5. Keriting (m ²)	13. Lubang (count)	
6. Amblas (m ²)	14. Perpotongan Rel (m2)	
7. R. Pinggir (m)	15. Alur (m ²)	
8. Retak Sambung (m)	16. Sungkur (m ²)	
Distress Severity	Quantity (M/M2)	Total Density Deduct Value
1M 7.10		7.10
19M 11.50		11.50
6M 0.55		0.55
<i>Total Deduct Value</i>		

2. Menentukan Nilai Pengurang (*deduct value*)

- a. Jumlahkan tipe kerusakan di setiap tingkat keparahan.

Contoh di STA 0+000 sampai dengan 0+100 :

Retak Kulit Buaya = 7m x 1m = 7.10 m²

Pelepasan Butiran = 5 m x 2.3 m = 11.50 m²

Lubang = 1.1m x 0.5m = 0.55 m²

- b. Menghitung densitas

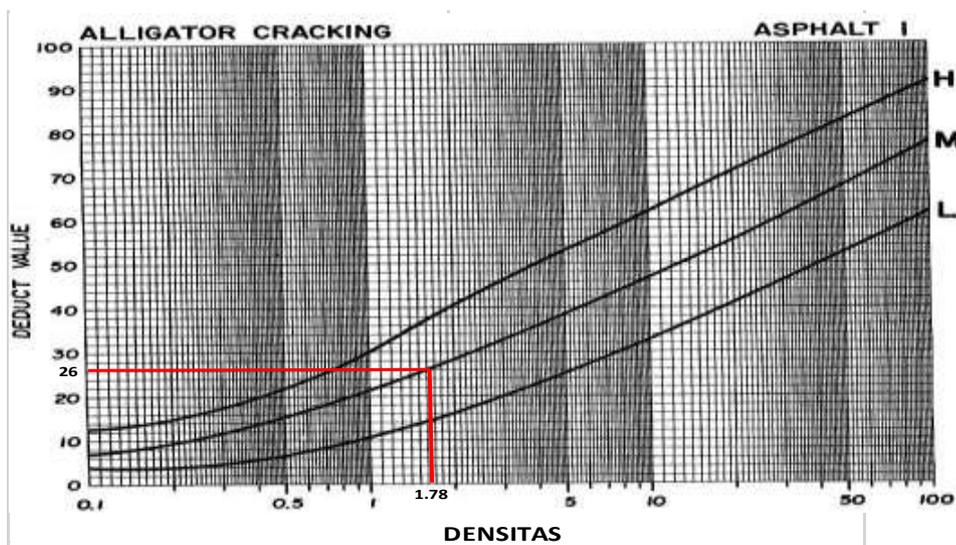
Densitas (%) = (Luas atau Panjang Kerusakan/Luas Perkerasan x 100%)

Retak Kulit Buaya = $\frac{7.10}{4 \times 100} \times 100 = 1.78 \%$

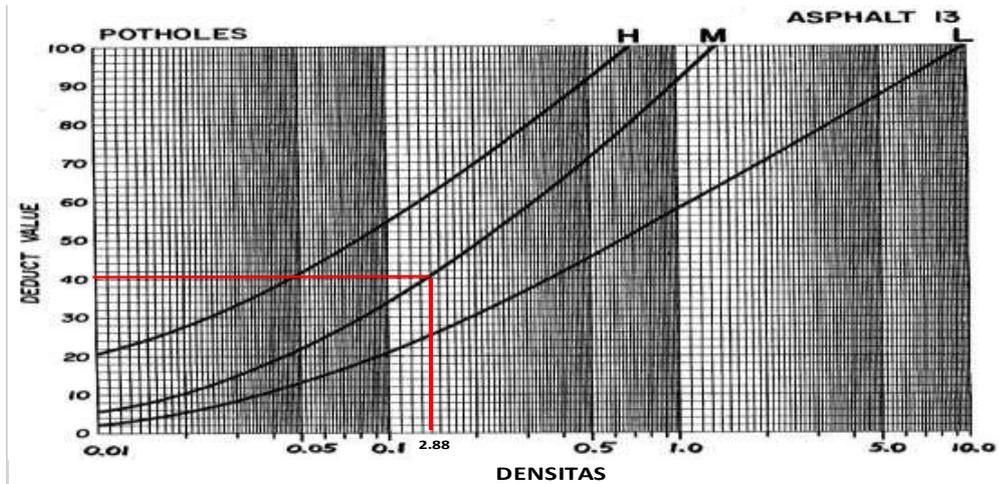
Pelepasan Butir = $\frac{11.50}{4 \times 100} \times 100 = 2.88 \%$

Lubang = $\frac{0.55}{4 \times 100} \times 100 = 0.14 \%$

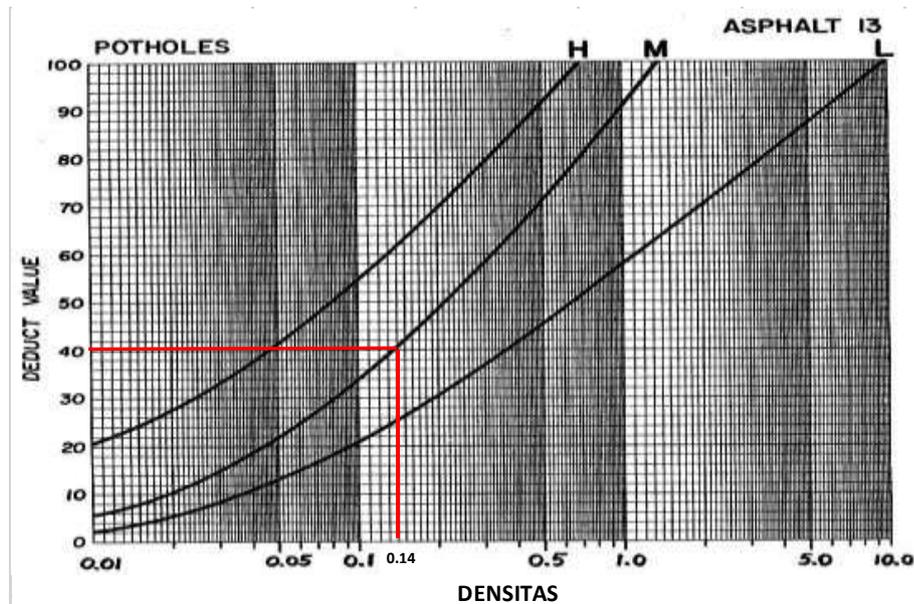
- c. Hitung Hasil Pengurangan DV dari tabel grafik nilai pengurangan untuk PCI, Contoh: sta 0+000 sampai dengan 0+100



Gambar 2. *Deduct Value* Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Gambar 3. Deduct Value Pelepasan Butir (Weathering and Raveling)



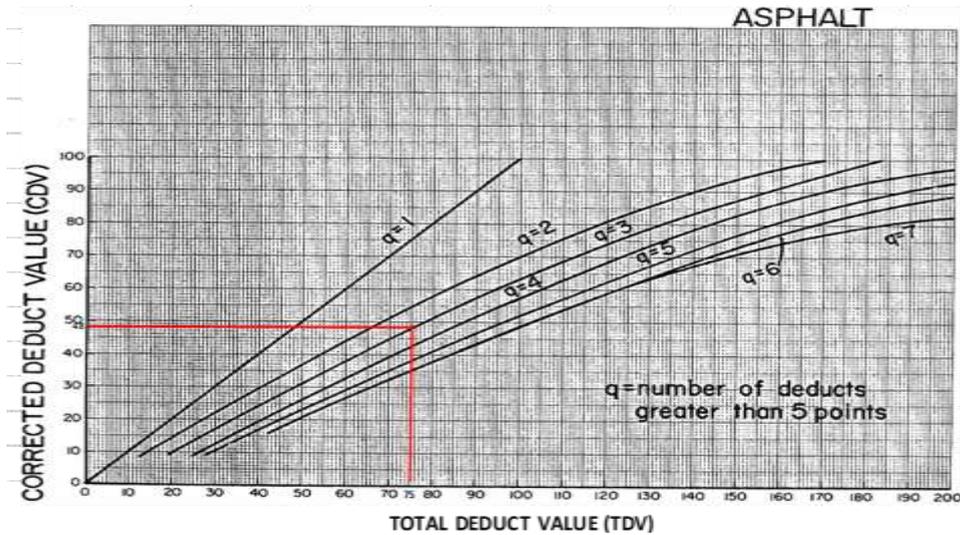
Gambar 4. Deduct Value Lubang (Potholes)

d. Mencari nilai (CDV)

Dapatkan nilai CDV serta memasukkan nilai TDV, Ini pada grafik CDV yaitu menggambar garis vertikal ke hasil CDV sampai melewati garis q dan menggambar garis horizontal. Nilai q yaitu DV lebih besar dari 5. Misalnya untuk ruas Km. 0+000 sampai dengan 0+100 adalah 3 nilai reduksi, tetapi jika nilai reduksi lebih besar dari 5 adalah 3, maka q yang digunakan yaitu q=3, sehingga plot CDV pada Gambar 28. Nilai CDV = 48 Contoh diberikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan (CDV)

STA		DEDUCT VALUE		Total	Q	CDV
0+000 s/d 0+100	26	9	40	75	3	48



Gambar 5. CDV STA 0 – 100 sampai dengan 0 – 100

Dari grafik 5, diperoleh nilai pengurang koreksi maksimum (CDV) sta 0+000 sampai dengan 100 yaitu 48.

e. Menghitung PCI

Nilai PCI = 100 – CDV

Perhitungan PCI menggunakan CDV sta 0 – 000 s/d, 0 – 100 sebagai berikut :

$$PCI = 100 - 48 = 52 \text{ (FAIR)}$$

Dengan parameter PCI, nilai yang didapat bisa menilai keadaan perkerasan jalan ruas yang ditinjau.

3. Nilai PCI Tiap Segmen

Berdasarkan hasil analisis di atas, diperoleh nilai rata-rata kondisi jalan untuk masing-masing 20 ruas yang diperiksa sesuai dengan tabel nilai PCI setiap ruas dan rata-rata nilai PCI pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai PCI tiap segmen dan nilai PCI rata-rata

NO	STA	LUAS SEGMENT (m ²)	CDV MAX (%)	PCI	TINGKATAN
1	0+000 S/D 0+100	400	48	52	FAIR
2	0+100 S/D 0+200	400	57	43	FAIR
3	0+200 S/D 0+300	400	65	35	POOR
4	0+300 S/D 0+400	400	59	41	FAIR
5	0+400 S/D 0+500	400	64	36	POOR
6	0+500 S/D 0+600	400	65	35	POOR
7	0+600 S/D 0+700	400	58	42	FAIR
8	0+700 S/D 0+800	400	60	40	POOR
9	0+800 S/D 0+900	400	49	51	FAIR
10	0+900 S/D 1+000	400	67	33	POOR
11	1+000 S/D 1+100	400	34	66	GOOD

12	1+100 S/D 1+200	400	59	41	<i>FAIR</i>
13	1+200 S/D 1+300	400	52	48	<i>FAIR</i>
14	1+300 S/D 1+400	400	44	56	<i>GOOD</i>
15	1+400 S/D 1+500	400	46	54	<i>FAIR</i>
16	1+500 S/D 1+600	400	36	64	<i>GOOD</i>
18	1+700 S/D 1+800	400	53	47	<i>FAIR</i>
19	1+800 S/D 1+900	400	68	32	<i>POOR</i>
20	1+900 S/D 2+000	400	57	43	<i>FAIR</i>
	Σ	8000	1064	936/ 93.6	

Rata-rata Nilai PCI pada ruas jalan Lembang Bori' Ranteletok adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 &= \Sigma \text{ PCI} / \text{Jumlah segmen} \\
 &= \frac{936}{20} \\
 &= 46.80 \% \text{ Sedang (Fair)}
 \end{aligned}$$

Kemudian nilai jalan pada ruas jalan tersebut dapat disimpulkan Lembang Bori' Ranteletok adalah Sedang (Fair), dengan nilai perkerasan terendah terjadi pada STA 1+800 s/d 1+900 dengan klafikasi jelek (Poor). Dari nilai PCI tiap ruas survei dapat diketahui rata-rata kualitas lapisan perkerasan Lembang Bori' Ranteletok adalah 46.80 % berada pada level sedang (Fair), Jenis serta nilai persentase kerusakan di ruas Jalan Bori' Ranteletok, yaitu amblas (6,742%), pelepasan butir (26,459%), retak kulit buaya (23,216%), lubang (8,133%), dan retak samping jalan (21,356%).

KESIMPULAN

Jenis kerusakan Lembang Bori' Ranteletok tersebut, antara lain : amblas, pelepasan butir, retak kulit buaya, lubang, retak samping jalan. Tingkat nilai indeks kondisi perkerasan (PCI) rata-rata luas di jalam Lembang Bori' Ranteletok, yaitu 46.80 % termasuk di kategori sedang (Fair), serta penyebab kerusakan jalan tersebut adalah buruknya kondisi drainase menyebabkan air akan tergenang pada beban jalan. Cara penanggulangan kerusakan jalan adalah dengan, Metode perawatan serta perbaikan kerusakan metode P2, P5 yang sudah ditetapkan pada Manual perawatan jalan dan dengan cara *Deep Patch*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ariyanto, D. Rachmanto, dan M. Nilamsari, Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga 1990. *DISPROTEK*, vol.12, no.1, hlm. 41-48, 2020.
- [2] R. D. Azhari, H. Hermansyah, and E. Kurniati, Analisa Kerusakan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Jalan Dusun Batu Alang, Sumbawa), *J. Tek. Sipil*, vol. 5, no. 1, hlm. 38-46, 2020.
- [3] R. B. A. Sirait, S. A. S, dan E. Sulandari, Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Raya pada Lapisan Permukaan, *J. Mhs. Tek. Sipil Univ. Tanjungpura*, vol. 4, no. 4, 2017.
- [4] N. Riwiwono, M. M. Afan, dan O. D. Wijaya, Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Pengguna dan Lingkungan Jalan Pemuda Timur Bojonegoro, *SEBATIK*, vol. 26, no.2, hlm. 428-438, 2022.
- [5] S. E. Priyana, Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang), *Rang Teknik Journal*, vol. 1, no.1, hlm. 86-89, 2018.

- [6] C. I. Yusra, M. Isya, dan R. Angraeni, Analisis Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Kecepatan Perjalanan. *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan*, vol. 1, no.3, hlm. 46-55, 2018.
- [7] A. Wardani, A. Kristiawan, dan N. Samsudin. Analisis Kerusakan Jalan Akibat Volume Kendaraan Studi Kasus Jalan Raya Semarang Boja Km. 38-42, *GIRATORY*, vol.1, no.1, hlm. 1-9.
- [8] I. T. Lubis, Analisis Kapasitas Kendaraan Mengenai Tingkat Kerusakan Jalan pada Jalan Rigid Pavement di Kota Medan. *J. Ilmiah Mahasiswa Teknik*, vol. 1, no.3. 2021.
- [9] Irman, Asriadi, dan M. Angga, Studi Pemetaan Tingkat Kerusakan Jalan Akibat Air Genangan pada Ruas di Jalan Jenderal Sudirman. *J. Ilmiah Teknik Sipil*, vol.2, no.1, hlm. 30-36, 2023.
- [10] I. Kusmaryono dan C. R. D. Sepinggan. Analisis Kondisi Kerusakan Permukaan Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Pedoman Penentuan Indeks Kondisi Perkerasan dan Penanganannya pada Jalan Raya Bogor di Kota Depok. *Jurnal Teknik Sipil*. vol. X, no.1, hlm. 25-33, 2020.