



Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index

Analysis of the Level of Road Damage with Flexible Pavement Using the Pavement Condition Index Method

[Studi Kasus: Jalan Line Pipa Kecamatan Nibong Kabupaten Aceh Utara]

Iskandar^{a,*}, Aris Munandar^b, Suhaimi^b

^a Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia

^b Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia

Article Info	ABSTRACT
<p>Keywords: Flexible Pavement Road Damage Road Condition Index PCI Method</p>	<p>Infrastructure that is burdened by high and repetitive traffic volumes will cause a decrease in road quality as the indicator can be seen from the condition of the road surface, both structural and functional conditions that are damaged. This study aims to determine the type and level of damage to the road surface and determine the value of the damage condition of the road pavement. The method used in this study is the PCI (Pavement Condition Index) method. PCI (Pavement Condition Index) is a road pavement condition assessment system based on the type, level and extent of damage that occurs. PCI levels are written on a scale of 0 to 100. A value of 0 indicates the pavement is in a very damaged condition and a value of 100 indicates the pavement is still in perfect condition. Based on the results of the study, it was found that the types of damage that can be found on the Line Pipa Road section, Nibong District, North Aceh Regency, namely very good conditions are at sta 0+100, sta 1200 + 1300, sta 1600 + 1700 good conditions are at sta 100 + 200, sta 200 + 300, sta 300 + 400, sta 400 + 500, sta 700 + 800, sta 800 + 900, sta 900 + 1000, sta 1100 + 1200, sta 1300 + 1400, sta 1500 + 1600, sta 1800 + 1900, sta 1900 + 2000 Fair conditions are at sta 500 + 600, sta 600 + 700, sta 1000 + 1100, sta 1700 + 1800. Based on recommendations from the PCI (Pavement Condition Index) method, the average damage condition is obtained Pipe Line Road Section, Kec. Nibong Kab. North Aceh is 62.45%. Priority for proper treatment is carried out after knowing the PCI value of 62.45%, namely repairs with periodic maintenance.</p>
Info artikel	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Perkerasan lentur Kerusakan jalan Indeks kondisi jalan Metode PCI.</p> <p>Received: 7 Januari 2023 Accepted: 14 Januari 2023 Published: 31 Januari 2023</p>	<p>Prasarana yang terbebani oleh volume lalu lintas yang tinggi dan berulang-ulang akan menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan sebagaimana indikatornya dapat diketahui dari kondisi permukaan jalan, baik kondisi structural maupun fungsionalnya yang mengalami kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis dan tingkat kerusakan pada permukaan jalan dan mengetahui nilai kondisi kerusakan perkerasan jalan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>). PCI (<i>Pavement Condition Index</i>) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi. Tingkat PCI dituliskan dalam tingkat 0 sampai 100. Nilai 0 menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat rusak dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan jenis kerusakan yang dapat ditemukan pada ruas Jalan Line Pipa Kecamatan Nibong Kabupaten Aceh Utarayaitu kondisi Sangat Baik (<i>Very good</i>) terdapat pada sta 0+100, sta 1200 + 1300, sta 1600 + 1700 kondisi Baik (<i>Good</i>) terdapat pada sta 100 + 200, sta 200 + 300, sta 300 + 400, sta 400 + 500, sta 700 + 800, sta 800 + 900, sta 900 + 1000, sta 1100 + 1200, sta 1300 + 1400, sta 1500 + 1600, sta 1800 + 1900, sta 1900 + 2000 kondisi Cukup (<i>Fair</i>) terdapat pada sta 500 + 600, sta 600 + 700, sta 1000 + 1100, sta 1700 + 1800. Berdasarkan rekomendasi dari metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>) diperoleh kondisi kerusakan rata-rata ruas Jalan Line Pipa Kec. Nibong Kab. Aceh Utara adalah sebesar 62,45%. Prioritas penanganan yang tepat dilakukan setelah mengetahui nilai PCI sebesar 62,45% yaitu perbaikan dengan pemeliharaan berkala.</p> <p>Copyright ©2023 The Authors This is an open access article under the CC-BY-SA 4.0 International License</p> 

PENDAHULUAN

Jalan line pipa Kecamatan Nibong dari simpang Point A sampai simpang Keude Krueng merupakan jalan penghubung dua Kecamatan yaitu Kecamatan Tanah Luas dengan Kecamatan Nibong. Kendaraan yang melintasi pada jalan ini didominasi oleh kendaraan dum truck pengangkut tanah timbun maupun truck pengangkut kelapa sawit serta kendaraan umum lainnya. Jalan ini merupakan jalan yang dibangun oleh perusahaan Exxon Mobil Oil pada Tahun 1980 dan sudah beberapa kali dilakukan perawatan, terakhir jalan ini dilakukan perawatan pada tahun 2014.

Seringkali kondisi jalan sudah mengalami kerusakan sebelum masa layan jalan itu habis, sehingga mempengaruhi faktor pertumbuhan lalu lintas. Hal tersebut dipengaruhi oleh beban lalu lintas yang melampaui batas (*overloading*), kondisi tanah dasar yang buruk, tidak sesuai material yang digunakan dan faktor-faktor lain

* Corresponding authors | Iskandar | Prodi Teknik Sipil Universitas Almuslim, Matanglumpangdua, Bireuen, Indonesia.

Alamat e-mail | iskandar@yahoo.co.id



<https://doi.org/10.51179/rkt.v7i1.1830>



<http://www.journal.umuslim.ac.id/index.php/rkt>

Iskandar, I., Munandar, A., Suhaimi, S. (2023). Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index. *Jurnal Rekayasa Teknik dan Teknologi (Rekatek)*, 7(1), 18-25.

serta faktor pelaksanaan yang tidak sesuai dengan perencanaan. Terdapat berbagai jenis kerusakan yang dapat terjadi pada perkerasan lentur, oleh sebab itu dibutuhkan penelitian untuk mengetahui kondisi permukaan jalan dengan melakukan pengamatan secara visual. Jenis-jenis Kerusakan yang ada pada ruas Jalan ini yaitu Kerusakan Lubang (*Pothole*), Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*), Alur (*Rutting*), Retak Memanjang (*Longitudinal Cracks*), Pelepasan Butir (*Raveling*), dan Ambblas (*Depression*). Dari sepanjang jalan yang di teliti 2 KM jenis kerusakan yang paling banyak di jumpai yaitu jenis kerusakan Retak kulit Buaya (*Alligator Cracking*),

Oleh sebab itu, dibutuhkan penelitian untuk mengetahui kondisi permukaan jalan dengan melakukan pengamatan secara visual. Berdasarkan latar belakang di atas, Penelitian terhadap kondisi permukaan jalan ini difokuskan pada penilaian jenis dan tingkat kerusakan perkerasan jalan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI). Metode Pavement Condition Index (PCI) dipilih untuk menjadi pedoman/acuan dalam menentukan kondisi perkerasan serta menentukan metode perbaikan tindakan yang akan di ambil pada jalan yang di tinjau. PCI adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai PCI ini memiliki rentang 0 sampai 100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*).

METODE PENELITIAN

Proses perencanaan dalam melakukan penelitian perlu dilakukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Analisis yang baik memerlukan data atau informasi yang lengkap dan akurat disertai dengan teori atau konsep dasar yang relevan ruas jalan ini sekitar 2 km, KM 0 + 000 s/d 2 + 000 KM. Untuk mengukur tingkat kerusakan jalan pengumpulan data dilakukan dengan mengukur di lapangan dan melihat atau mengamati pada tiap jenis kerusakan. Setiap kerusakan diukur dengan meteran dan dikelompokkan pada jenis masing - masing kerusakan. Dengan demikian dapat ketahu kategori jenis dan tingkat kerusakan perstasioning yang terjadi pada ruas jalan serta dikelompokkan kedalam ratingnya masing-masing.

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Data primer yang digunakan dalam penelitian meliputi data berupa gambar jenis-jenis kerusakan dan data dimensi (panjang, lebar, kedalaman) masing-masing jenis kerusakannya. Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui sumber data yang telah ada, dari instansi terkait, buku, laporan, jurnal atau sumber lain yang relevan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian meliputi data panjang dan lebar jalan dan data struktur perkerasan jalan

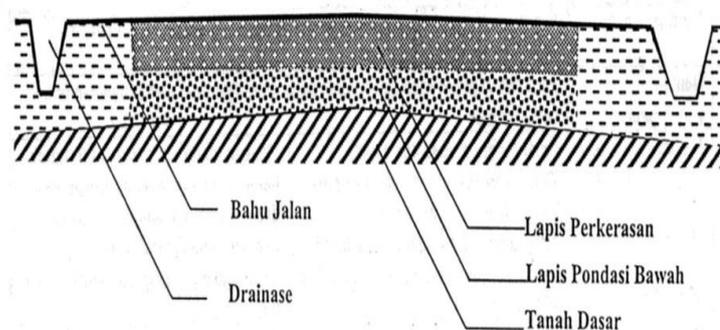
Tinjauan Umum

Survey kondisi perkerasan perlu dilakukan secara periodik baik struktural maupun nonstruktural untuk mengetahui tingkat pelayanan jalan yang ada. Pemeriksaan nonstruktural (fungsional) antara lain bertujuan untuk memeriksa kerataan (*roughness*), kekasaran (*texture*), dan kekesatan (*skid resistance*). Pengukuran sifat kerataan lapis permukaan jalan akan bermanfaat di dalam usaha menentukan program rehabilitasi dan pemeliharaan jalan. Di Indonesia pengukuran dan evaluasi tingkat kerataan jalan belum banyak dilakukan salah satunya dikarenakan keterbatasan peralatan. Karena kerataan jalan berpengaruh pada keamanan dan kenyamanan pengguna jalan maka perlu dilakukan pemeriksaan kerataan secara rutin sehingga dapat diketahui kerusakan yang harus diperbaiki. (Suwardo & Sugiharto, 2004).

Lapisan Perkerasan

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Menurut konstruksi jalan terdiri dari tiga bagian yang penting, yaitu:

1. Lapisan penutup atau lapisan aus.
2. Lapisan perkerasan.
3. Tanah dasar.



Lapisan konstruksi perkerasan secara umum yang biasa digunakan di Indonesia menurut Sukirman (1999) terdiri dari :

1. Lapisan permukaan (*surface course*).
2. Lapisan pondasi atas (*base course*).
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*).
4. Lapisan tanah bawah (*subgrade*). Selanjutnya bagian perkerasan jalan dapat dilihat pada gambar

Kerusakan Perkerasan Jalan

Air, yang dapat berasal dari air hujan, sistem drainase jalan yang tidak baik, naiknya air akibat sifat kapilaritas. Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik. Iklim, Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi, yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh sistem pelaksanaan yang kurang baik, atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang jelek. Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik. Dalam mengevaluasi kerusakan jalan perlu ditentukan :

- a. Jenis kerusakan (*distress type*) dan penyebabnya
- b. Tingkat kerusakan (*distress severity*)
- c. Jumlah kerusakan (*distress quantity*)

Khusus untuk keperluan dalam perhitungan nilai kondisi jalan menggunakan metode *Pavement circumstance Index (PCI)*, jenis-jenis kerusakan pada perkerasan lentur diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Retak kulit buaya (*Alligator Cracking*)



Retak kulit buaya adalah serangkaian retak memanjang paralel yang membentuk banyak sisi menyerupai kulit buaya.

2. Kegemukan (*Bleeding*)



Kegemukan adalah hasil dari aspal pengikat yang berlebihan, yang bermigrasi ke atas permukaan perkerasan. Kelebihan kadar aspal atau terlalu rendahnya kadar udara dalam campuran, dapat mengakibatkan kegemukan.

3. Retak blok (*block cracking*)



Retak blok ini berbentuk blok-blok besar yang saling bersambungan, dengan ukuran sisi blok 0,3 sampai 3 m dan dapat membentuk sudut atau pojok yang tajam.

4. Amblas (*depressions*)

Amblas adalah penurunan perkerasan yang terjadi pada location terbatas yang mungkin dapat diikuti dengan retakan.

5. Retak tepi (*aspect cracking*)



Retak tepi biasanya terjadi sejajar dengan tepi perkerasan dan berjarak sekitar zero,3-0 ,five m dari tepi luar.

6. Tambalan dan galian utilitas (*patching and utility reduce patching*) Tambalan adalah penutupan bagian perkerasan yang mengalami perbaikan.

7. Lubang (*potholes*)



Lubang adalah lekukan permukaan perkerasan akibat hilangnya lapisan aus dan lapis pondasi. Kerusakan berbentuk lubang kecil berbentuk mangkuk yang dapat berhubungan atau tidak berhubungan dengan permukaan lainnya. Lubang biasanya terjadi akibat galian utilitas atau tambalan di area perkerasan yang telah ada.

8. Alur (*rutting*)

Alur adalah deformasi permukaan perkerasan aspal dalam bentuk turunnya perkerasan ke arah memanjang pada lintasan roda kendaraan.

9. Sungkur (*shoving*)

Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas.

Pavement Condition Index (PCI)

Penilaian kondisi kerusakan perkerasan ini dikembangkan oleh *U.S. Army Corp of Engineer* (Shahin, 1994) dinyatakan dalam Indeks Kondisi Perkerasan (*Pavement Condition Index*, PCI). Penggunaan PCI untuk perkerasan bandara, jalan dan tempat parkir telah dipakai secara luas di Amerika. Metode survei dari PCI mengacu pada ASTM D6433 (*Popular Practice For Roads And Parking Lots Pavement Circumstance Surveys*). *Pavement Condition Index* (PCI) adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Nilai PCI ini memiliki rentang 0 sampai 100 dengan kriteria sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*) dan gagal (*failed*).

Density (Kadar Kerusakan)

Yani (2006), *Density* atau kadar kerusakan adalah persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen yang diukur dalam meter panjang. Nilai *density* suatu jenis kerusakan dibedakan juga berdasarkan tingkat kerusakannya. Rumus untuk mencari nilai *density* yaitu:

$$Density = \frac{A_d}{A_s} \times 100\%$$

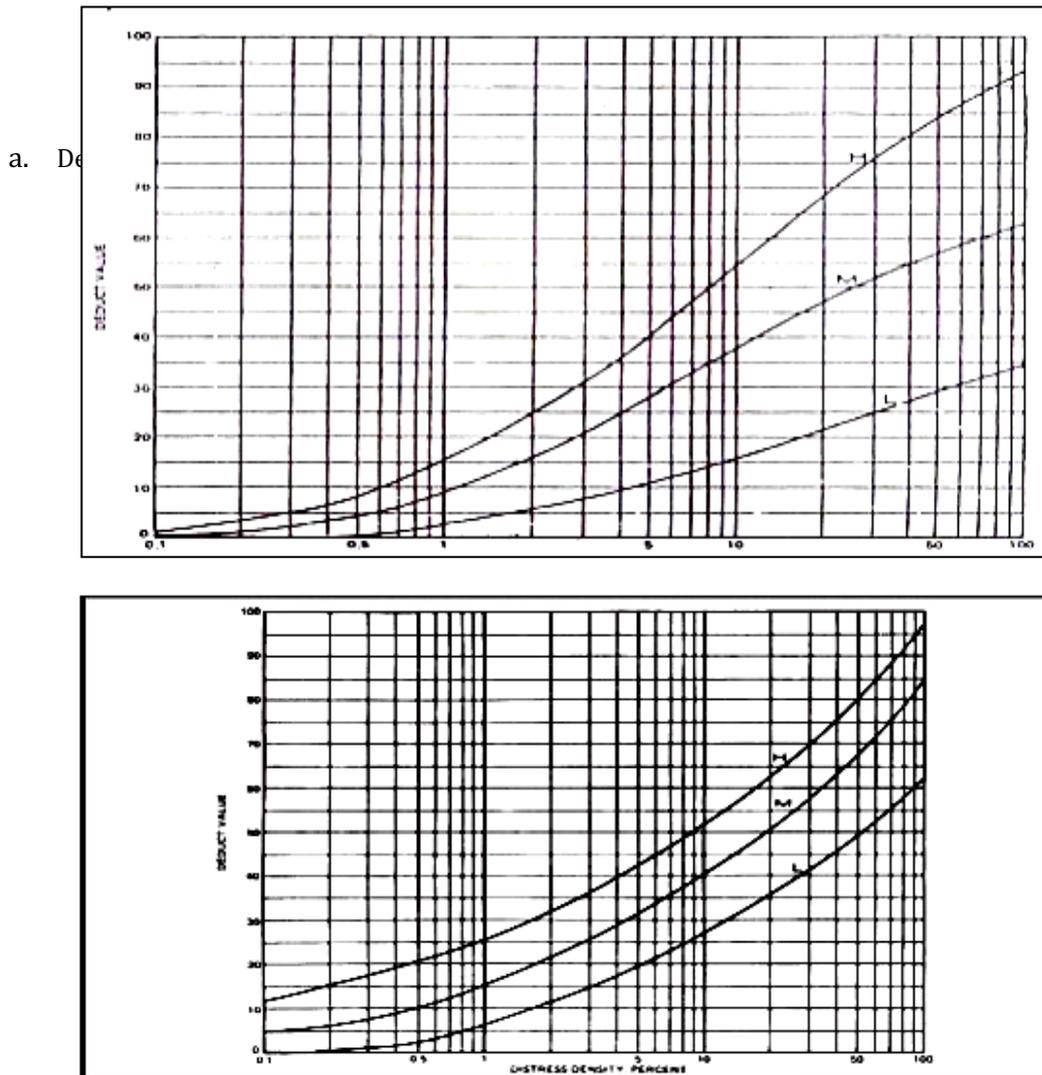
Dimana:

A_d = luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m^2)

A_s = luas total unit segmen (m^2)

2.9 Deduct Value (Nilai Pengurangan)

Deduct Value Reflection Crack



Klasifikasi kualitas perkerasan

Yuni (2006), Jika nilai CDV telah diketahui, maka nilai PCI untuk tiap unit dapat diketahui dengan rumus: $PCI_s = (100 - CDV)$

Dimana $PCI(s)$ adalah *Pavement Condition Index* untuk tiap unit dan CDV adalah *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit. PCI Untuk nilai secara keseluruhan:

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

Dimana PCI adalah Nilai PCI perkerasan keseluruhan dan N adalah Jumlah unit. Dari nilai PCI untuk masing-masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapisan perkerasan unit segmen berdasarkan kondisi tertentu yaitu sempurna (*excellent*), sangat baik (*very good*), baik (*good*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), dan gagal (*failed*) (Yani, 2006). Hardiyatmo (2007), setelah diketahui nilai kondisiperkerasan berdasarkan hasil dari perhitungan nilai PCI , maka selanjutnya dapat dilanjutkan dengan menentukan jenis pemeliharaan atau perawatan terhadap perkerasan jalan tersebut. Dapat dilihat pada tabel berikut.

Kelebihan dan kekurangan Metode PCI

Metode *Pavement Condition Index* (PCI) memiliki kelebihan dan kekurangan, Metode PCI memiliki keunggulan yaitu biaya pengoperasian yang murah karena tidak menggunakan alat survei, metode survei dapat dilakukan secara *visual* atau dapat secara langsung di lapangan, datanya akurat dan jenis kerusakan jalan yang spesifik. Sedangkan kekurangan dari metode PCI yaitu survey yang membutuhkan waktu yang lama, diperlukan ketelitian pada saat survey dan perlu analisa untuk mengetahui nilai PCI .

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) Studi Kasus : Jalan Line Pipa Kecamatan Nibong Kabupaten Aceh Utara dapat dilihat pada bagian berikut ini.

Penilaian didapat dari penjumlahan tiap tipe kerusakan pada tiap ruas jalan. Penilaian ini berdasarkan penaksiran subyektif dengan menggunakan ketentuan yang ada pada Tabel Penilai Bahu Jalan dan Kemiringan Jalan. Untuk penilaian tipe kerusakan jalan diperoleh dari persentase pada perhitungan persentase segmen, dan didasarkan pada Tabel 4.2 Kerusakan Permukaan Perkerasan beraspal.

PENILAIAN KONDISI	RATING	NILAI
86s/d100	<i>Excellent</i>	3
71s/d85	<i>VeryGood</i>	4
56s/d70	<i>Good</i>	5
41s/d55	<i>Fair</i>	6
26s/d40	<i>Poor</i>	7
11s/d 25	<i>VeryPoor</i>	8
0s/s10	<i>Faild</i>	9

Contoh Perhitungan :

Luas tipe kerusakan pada ruas jalan ini segmen 0-100 m ada 6 tipe kerusakan yaitu :

Retak Kulit Buaya : 32,4 m²

Luas Segmen : 100 x 6
= 600 m²

$$\text{Retak Kulit Buaya} = \frac{\text{LuasSegmenKerusakan}}{\text{LuasSegmen}} \times 100 \% \\ = \frac{32,4\text{m}^2}{600} \times 100 \% = 5,4 \%$$

Menentukan Kerapatan Density

Kerapatan atau density merupakan persentase luas atau panjang total dari suatu jenis kerusakan jalan. Density terjadi pada kerusakan jalan kulit buaya (alligator cracking), kegemukan (bleeding), ambles (depression), tambalan pada galian utilitas (patching and utility cut patching), jembul (shoving) dan pelepasan butir (wheatering/ravelling).

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

Dimana: Ad = luas total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m²)

As = luas total unit segmen (m²)

$$\text{Density Retak Kulit Buaya} = \frac{14,60 \%}{2.000} \times 100\% = 0.7 \%$$

Nilai Pengurang Deduct Value

No	Segmen	%Luas Kerusakan
1	0-100	27.75
2	100-200	29.35
3	200-300	17.60
4	300-400	23.16
5	400-500	41.50
6	500-600	23.13
7	600-700	17.63
8	700-800	32.68
9	800-900	28.27
10	900-1000	57.60
11	1000-1100	19.17
12	1100-1200	13.18
13	1200-1300	21.50
14	1300-1400	22.27
15	1400-1500	8.10
16	1500-1600	23.65
17	1600-1700	6.97
18	1700-1800	23.63
19	1800-1900	37.55
20	1900-2000	19.17
Rata-rata		24.69

Nilai Kondisi Perkerasan (PCI)

Nilai Kondisi Perkerasan (PCI) Nilai PCI dapat dihitung setelah mengetahui nilai corrected deductt value (CDV) seperti pada persamaan (2.2)

$$PCI_s = (100 - CDV)$$

Dimana PCI (s) adalah *Pavement Condition Index* untuk tiap unit dan CDV adalah *Corrected Deduct Value* untuk tiap unit atau nilai pengurangan terkoreksi diperoleh dari kurva hubungan nilai pengurangan total (TDV). PCI Untuk nilaisecarakeseluruhan:

$$\begin{aligned} PCI_s &= (100 - CDV) \\ &= (100 - 82) \\ &= 18 \end{aligned}$$

Pada segmen 1 Sta 0 – 100 m nilai PCI pada ruas jalan BTS Lhokseumawe – Aceh Utara yaitu 18 (Sangat Jelek / *Very Poor*). Tingkat kerusakan yang digunakan dalam perhitungan PCI adalah *Low Severity Level* (L), *Medium Severity Level* (M), dan *High Severity Level* (H).

Penanganan Kerusakan

Melihat kondisi perkerasan yang telah mengalami kerusakan sebaiknya segera dilakukan perbaikan. Metode perbaikan yang digunakan harus disesuaikan diharapkan dapat meningkatkan kondisi perkerasan jalan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil survei dan Analisa dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Jenis kerusakan yang dapat ditemukan pada ruas Jalan Line Pipa Kec. Nibong Kab. Aceh Utara yaitu kerusakan lubang (*Pothole*), Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*), Alur (*Rutting*), Retak Memanjang (*Longitudinal Cracks*), Pelepasan Butir (*Raveling*), dan Ambblas (*Depression*).
2. Berdasarkan rekomendasi dari metode PCI (*Pavement Condition Index*) diperoleh kondisi kerusakan rata-rata ruas Jalan Line Pipa Kec. Nibong Kab. Aceh Utara adalah sebesar 62,45%. Prioritas penanganan yang tepat dilakukan setelah mengetahui nilai PCI sebesar 62,45%. yaitu perbaikan dengan pemeliharaan berkala.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap kondisi tanah dasarnya dan struktur perkerasan pada lokasi kerusakan yang banyak terjadi ambblas. Meskipun kerusakan yang paling dominan adalah ambblas (*Grade Depression*) namun jenis kerusakan *alligator cracking* juga memegang peranan yang cukup signifikan, dimana salah satu penyebabnya adalah karena beban lalu lintas yang berulang-ulang. Untuk itu peran serta pengawasan angkutan barang perlu mendapatkan perhatian yang serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga (1990). *Tata Cara Penyusunan Program Pemeliharaan Jalan Kota*, No. 018/T/BNK/1990
- Fikri, 2016. *Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus Ruas Jalan Poros Lamasi-Walenrang Kabupaten Luwu*. Universitas Andi Djemma Palopo.
- Gemo AS, (2019) "Evaluasi Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Pada Ruas Jalan Ki Hajar Dewantara Kota Borong" Program Studi Teknik Sipil ITN Malang.
- Lasarus R, (2020). *Analisa Kerusakan Jalan Dan Penanganannya Dengan Metode Pci (Pavement Condition Index) (Studi Kasus: Ruas Jalan Kauditan (By Pass) – Airmadidi ; Sta 0+770 – Sta 3+770)* "Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Mubarak, 2016 "Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci) Studi Kasus : Jalan Soekarno Hatta Sta. 11 + 150 s.d 12 + 150. Universitas Abdurrab, Pekanbaru, Indonesia .
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*. Chapman & Hall. New York
- Sukirman. S (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta