



Analisis Uji Laik Kondisi Permukaan Jalan Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) Dan RCI (Road Condition Index) Pada Ruas Jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan

Patricia A. Rondonuwu^{#a}, Lucia G. J. Lalamentik^{#b}, Joice E. Waani,^{#c}

[#]Program Studi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
^aangelrondonuwu17801@gmail.com, ^blucialalamentik@yahoo.com, ^cjoicewaani@gmail.com

Abstrak

Analisis uji laik kondisi permukaan jalan merupakan faktor penting guna mengevaluasi tingkat pelayanan perkerasan jalan untuk kebutuhan preservasi dan pemilihan teknis pelayanan yang tepat. Agar tingkat pelayanan pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dapat dipertahankan untuk tetap laik maka perlu dilakukan analisis menyeluruh kondisi kerusakannya sebagai salah satu upaya pemeliharaan pada ruas jalan ini. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Metode PCI (Pavement Condition Index) dan Metode RCI (Road Condition Index). Metode ini merupakan sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi. Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam menilai kondisi perkerasan sebagaimana yang sudah ditetapkan dalam Rencana Strategis Preservasi Jalan Jembatan 2020. Karena keterbatasan alat, maka pada penelitian ini menggunakan data yang telah ada kemudian dioleh hingga didapati hasil perhitungan PCI dan RCI. Dalam hal ini, data sekunder berupa jenis, tingkat dan luasan kerusakan, volume lalu lintas harian dan data IRI diperoleh melalui instansi terkait dalam hal ini Balai Pelaksanaan Jalan Nasional Provinsi Sulawesi Utara. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai PCI pada Ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan 53,3% berada pada rating sempurna (excellent), 14,16% pada rating sangat baik (very good), 16,6% pada rating baik (good), 11,9% pada rating sedang (fair), 2,74% pada rating jelek (poor), 0,9% pada rating sangat jelek (very poor), dan 0,4% pada rating gagal (failed) dengan didominasi kerusakan tambalan (patching). Kemudian rata-rata nilai RCI sebesar 7.73 pada lajur kiri (L) dan 7.63 pada lajur kanan (R) yang menunjukkan kondisi kerataan jalan sangat baik. Program penanganan kondisi jalan untuk ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa-Minahasa Selatan berdasarkan Permen PU No.13 Tahun 2011 yaitu perlu dilakukan pemeliharaan rutin/berkala.

Kata kunci: kerusakan jalan, perkerasan, PCI, RCI, IRI

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Menyadari akan pentingnya peranan prasarana jalan raya dalam pembangunan nasional, termasuk juga dalam pembangunan regional khususnya di Provinsi Sulawesi Utara. Maka tahapan kegiatan perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharaan jalan raya sudah seharusnya ditangani dengan baik agar kemampuan pelayanan jalan dapat memenuhi harapan dan layak bagi para pengguna jalan.

Analisis kondisi perkerasan jalan merupakan hal yang sangat penting dalam mengevaluasi tingkat pelayanan perkerasan jalan untuk kebutuhan preservasi dan pemilihan teknik penanganan yang tepat. Mengingat bahwa pertumbuhan suatu daerah tidak terlepas dari kegiatan pengembangan jaringan jalan, maka prasarana transportasi darat sangat diperlukan guna menunjang laju perkembangan tersebut. Sebagaimana yang sudah tertuang dalam Rencana Strategis Direktorat Preservasi Jalan dan Jembatan 2020-2024 (Bina Marga, 2020) yaitu untuk meningkatkan standar pelayanan jalan nasional serta efektivitas pelaksanaan kegiatan teknis

dalam program penyelenggaraan jalan nasional di Lingkungan Direktorat Preservasi Jalan dengan sasaran kegiatannya yang memiliki parameter rating kondisi jalan.

Ruas jalan Kawangkoan batas kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan merupakan jalan nasional yang menghubungkan kabupaten Minahasa dan Kabupaten Minahasa Selatan sepanjang 7,32km. Pada ruas jalan Kawangkoan batas kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan setiap tahunnya mengalami pertumbuhan lalu lintas yang menyebabkan konstruksi perkerasan jalan mengalami kerusakan. Kondisi jalan yang terbebani volume lalu lintas yang tinggi secara terus menerus akan mempengaruhi struktur jalan dan menyebabkan penurunan kualitas jalan baik secara struktural maupun fungsional jalan seperti retak, permukaan jalan bergelombang dan penurunan permukaan jalan yang menjadi hambatan bagi para pengguna jalan seperti meningkatnya angka kecelakaan dan membuat kendaraan menjadi cepat rusak. Hal ini membuat para pengguna jalan menjadi tidak aman dan 2 nyaman saat berkendara pada ruas jalan ini. Juga berdampak negatif terhadap pertumbuhan daerah sekitarnya.

Pemilihan bentuk penanganan jalan dapat dilakukan dengan melakukan penilaian terhadap suatu kondisi permukaan jalan secara visual. Ada beberapa parameter pendekatan yang dapat digunakan dalam melakukan penilaian kondisi jalan, namun yang digunakan dalam penelitian ini yaitu PCI (*Pavement Condition Index*) dan RCI (*Road Condition Index*). Dimana PCI merupakan sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi, sedangkan RCI digunakan untuk mengevaluasi skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang diperoleh dari pengukuran dengan alat *roughometer* yang merupakan parameter kerataan perkerasan jalan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana uji laik kondisi jalan pada ruas jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) ?
2. Bagaimana uji laik kondisi jalan pada ruas jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dengan menggunakan metode RCI (*Road Condition Index*) ?
3. berdasarkan hasil dari penelitian menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan metode RCI (*Road Condition Index*) ?

1.3. Batasan Masalah

Untuk mempermudah analisa dalam penelitian ini maka dibutuhkan batasan – batasan masalah sebagai berikut :

1. Pengambilan data untuk penelitian ini dilakukan pada ruas jalan nomor 009 batas Kabupaten Minahasa dan Minahasa Selatan dari simpang empat jalan Kawangkoan sampai perbatasan Kabupaten Minahasa dan Minahasa Selatan sepanjang 7,32km dengan menggunakan metode pembagian segmen.
2. Penelitian ini akan memfokuskan pada penggunaan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan metode RCI (*Road Condition Index*) dalam mengukur dan mengevaluasi kondisi permukaan jalan.
3. Penelitian ini akan membatasi analisis pada parameter-parameter yang digunakan dalam metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan RCI (*Road Condition Index*) untuk menilai kondisi permukaan jalan, seperti keretakan, lubang, deformasi, dan lainnya.
4. Penentuan program penanganan yang tepat berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.13 Tahun 2011.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kelaikan dari ruas jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dengan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*) dan metode RCI (*Road Condition Index*).
2. Dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan dalam perbaikan dan perawatan ruas

jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan yang lebih efektif.
3. Serta alokasi sumber daya yang lebih bijak.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini untuk mendapatkan hasil dari kelaikan fungsi ruas jalan Kawangkoan Batas kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan apakah laik atau tidak, serta memberikan referensi bagi perencana, instansi atau pihak-pihak terkait dalam pengambilan keputusan untuk menangani, meningkatkan dan memelihara kondisi jalan tersebut.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Provinsi Sulawesi Utara, tepatnya di ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dari simpang empat jalan Kawangkoan sampai perbatasan jalan Kabupaten Minahasa dan Kabupaten Minahasa Selatan sepanjang 7,32 km.

2.2. Bagan Alir Penelitian

Untuk sistematika penelitian digambarkan pada bagan alir berikut ini:



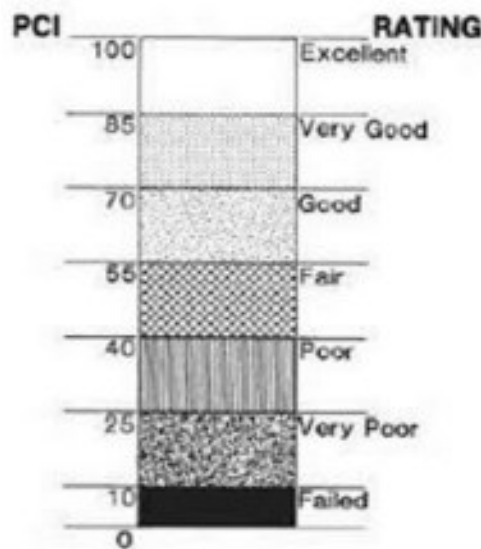
Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3. Kajian Literatur

3.1. PCI (Pavement Condition Index)

PCI (Pavement Condition Index) adalah indikator kuantitatif (numerik) kondisi perkerasan yang mempunyai rentang nilai mulai dari 0 sampai 100, dimana nilai 0 menyatakan kondisi

perkerasan paling jelek yang mungkin terjadi dan nilai 100 menyatakan kondisi perkerasan terbaik yang mungkin dicapai, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Nilai PCI (Shahin, 1994)

3.2. IRI (*International Roughness Index*)

International Roughness Index (IRI) adalah parameter ketidakrataan yang dihitung dari jumlah komulatif naik turunnya permukaan arah profil memanjang dibagi dengan jarak/panjang. Dengan menggunakan alat roughmeter maka akan diperoleh nilai IRI (*International Roughness Index*) yang dapat digunakan untuk menilai kinerja perkerasan jalan. Tujuan pengujian ini untuk mendapatkan keseragaman dan untuk mendapatkan tingkat kerataan permukaan jalan, jika nilai IRI kecil maka keadaan permukaan perkerasan semakin baik. Jika nilai IRI menunjukkan angka di bawah 4 artinya jalan masih dalam tahap pemeliharaan rutin. Jika nilai IRI berkisar antara 4 sampai 8 maka dikategorikan pada kondisi sedang, sehingga jalan sudah perlu dilakukan pemeliharaan berkala (*periodic maintenance*) yakni bisa dengan dilakukan pekerjaan pelapisan ulang atau *overlay*. Sedangkan jika IRI berkisar antara 8 sampai 12, artinya jalan sudah perlu dipertimbangkan untuk dilakukan pekerjaan peningkatan. Sementara jika IRI menunjukkan angka 12 berarti jalan sudah tidak dapat dipertahankan, sehingga langkah terbaik yang harus dilakukan adalah rekonstruksi.

3.3. RCI (*Road Condition Index*)

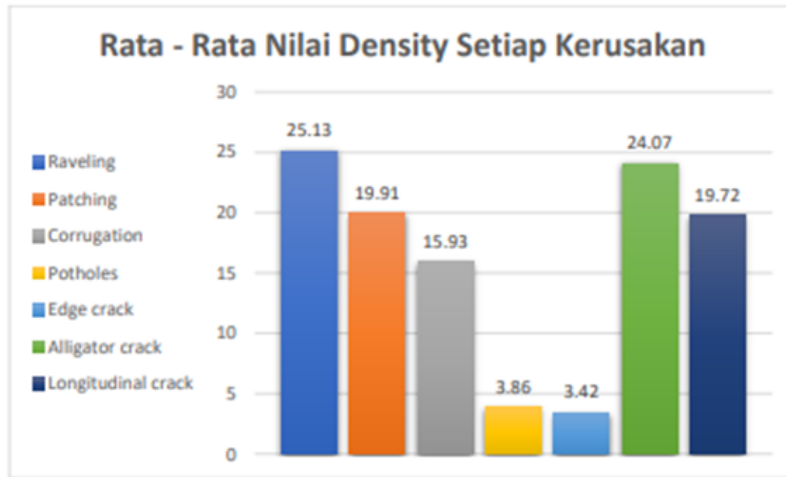
Road Condition Index (RCI) adalah skala tingkat kenyamanan atau kinerja jalan yang dapat diperoleh dari pengukuran dengan alat roughmeter maupun secara visual. Jika penelitian dilakukan dengan menggunakan alat roughometer maka akan diperoleh nilai *International Roughness Index* (IRI), untuk Indonesia dipergunakan korelasi antara nilai IRI dan nilai RCI. Sukirman (1999) menyarankan korelasi kedua parameter tersebut seperti dinyatakan pada Persamaan berikut : $RCI = 10 * EXP (- 0,0501 * IRI^{1,220920})$.

4. Hasil dan Pembahasan

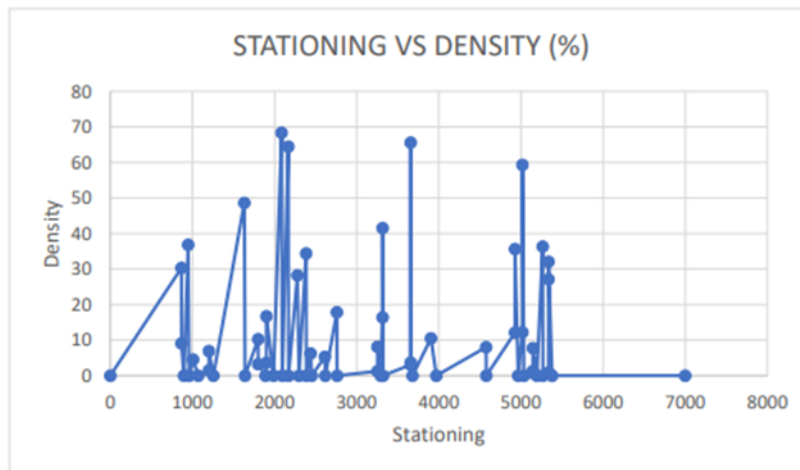
4.1. Data Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode PCI

Dari data survei yang telah dilaksanakan, ditemukan beberapa titik kerusakan di tiap segmennya pada lajur kiri dan kanan (*Left / Right*). Berikut disajikan grafik pada Gambar 3. yang menunjukkan rata-rata nilai density pada setiap kerusakan yang ada pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan. Pada grafik di atas, dapat dilihat bahwa kerusakan yang paling banyak terjadi adalah kerusakan pelepasan butiran (*raveling*) dengan nilai density rata-rata sebesar 25,13. Sedangkan yang paling sedikit adalah kerusakan retak pinggir (*edge crack*) dengan nilai density rata-rata 3,42. Adapun disajikan grafik stationing VS density (%) dan

garfik stationing VS deduct value berikut.

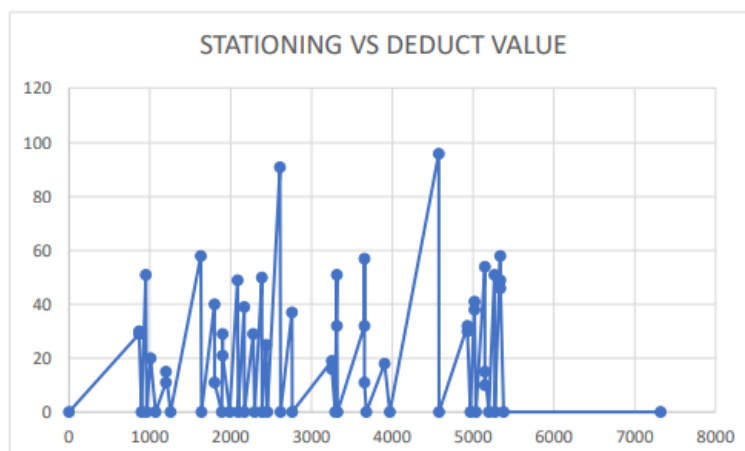


Gambar 3. Grafik Rata-Rata Nilai Density Pada Setiap Kerusakan



Gambar 4. Grafik Stationing VS Density Pada Lajur Kiri (L)

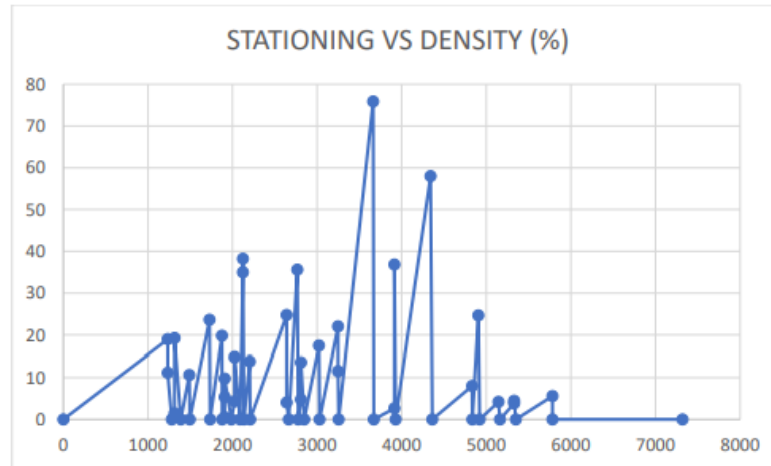
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa nilai density tertinggi terdapat pada STA 2+086 – 2+094 lajur kiri (L) dengan nilai density sebesar 68,35 %. hal ini disebabkan karena adanya kerusakan pelepasan butiran (Raveling) sepanjang 8m dengan lebar 1.7 m.



Gambar 5. Grafik Stationing VS Deduct Value Pada Lajur Kiri (L)

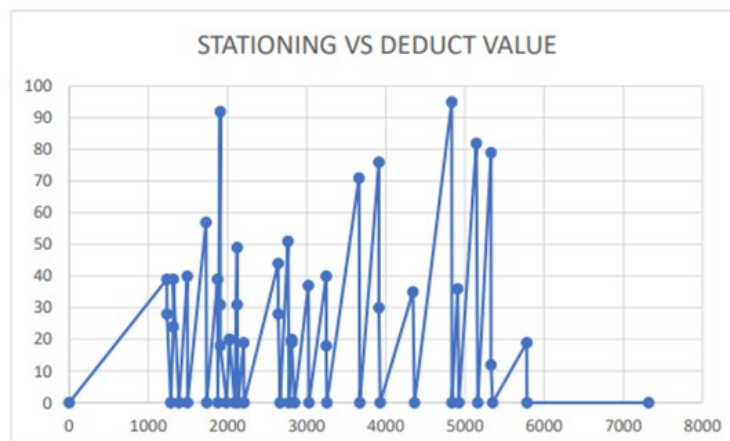
Pada grafik ini dapat dilihat bahwa nilai deduct value tertinggi terdapat pada STA 4+575 –

4+577 lajur kiri (L) dengan nilai 96. Hal ini disebabkan karena pada segmen yang memiliki panjang 2m ini terdapat kerusakan lubang (pothole) dengan luas kerusakan 0.4m². Nilai deduct value dengan 1 kerusakan, berbanding terbalik dengan hasil nilai PCI, maka dari itu pada segmen ini di dapati nilai PCI 4 dengan rating gagal (failed).



Gambar 6. Grafik Stationing VS Density Pada Lajur Kanan (R)

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa nilai density tertinggi terdapat pada STA 3+662 – 3+670 lajur kanan (R) dengan nilai density sebesar 75,861%. Hal ini disebabkan karena adanya kerusakan retak kulit buaya (Alligator Cracking) sepanjang 8m dengan lebar 1,89 m.



Gambar 7. Grafik Stationing VS Deduct Value Pada Lajur Kanan (R)

Pada grafik ini dapat dilihat bahwa nilai deduct value tertinggi terdapat pada STA 4+833 – 4+835 lajur kanan (R) dengan nilai 95. Hal ini disebabkan karena pada segmen yang memiliki panjang 2m ini terdapat kerusakan lubang (pothole) dengan luas kerusakan 0.4 m².

4.2. Rekapitulasi Nilai PCI Ruas Jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan

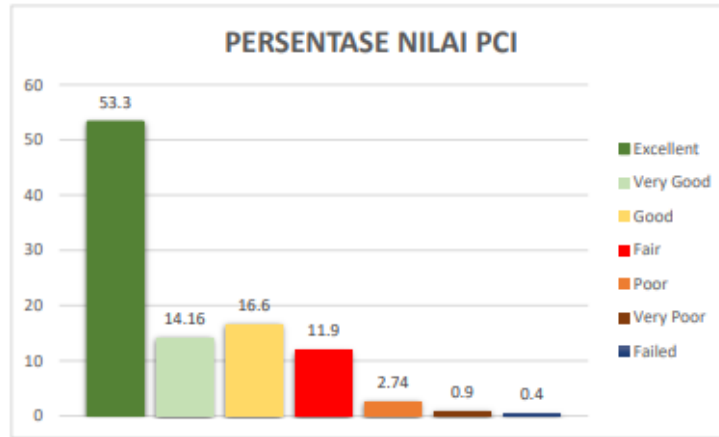
Persentase nilai rating PCI pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan yang ditunjukkan pada Gambar 8.

4.3. Analisis Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode RCI

Analisis perhitungan nilai RCI menggunakan persamaan dari Sukirman (1999). Dari hasil perhitungan nilai RCI di dapat rata-rata nilai RCI pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan di lajur kiri (L) yaitu 7.73 dengan kondisi Sangat Baik, Umumnya Rata. dan di lajur kanan (R) 7.63 dengan kondisi Sangat Baik, Umumnya Rata.

4.4. Analisis Penanganan Kondisi Permukaan Jalan Berdasarkan PERMEN PU Nomor 13/PRT/M/2011

Untuk penanganan kondisi jalan setiap segmen dianalisis dari nilai IRI yang dikonversi menjadi RCI dengan lalu lintas harian rata-rata tahunan (smp/hari) menurut Permen PU No 13/PRT/M/2011. Berikut tabel persentase penanganan kondisi ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan pada lajur kiri (L) dan kanan (R).



Gambar 8. Persentase Rating PCI Pada Ruas Jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan

Tabel 1. Persentase Penanganan Kondisi Jalan Menurut Permen PU No : 13/PRT/M/2011 Pada Lajur Kiri (L)

Kondisi Jalan	Persentase (%)	Program Penanganan
Baik (B)	50	Pemeliharaan Rutin
Sedang (S)	50	Pemeliharaan Rutin / Berkala, Pemeliharaan Rehabilitas
Jumlah	100	

Dari hasil tabel diatas diketahui kondisi ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan pada lajur kiri (L) kondisi jalan dengan kategori Baik dan Sedang memiliki persentase yang sama besar yaitu 50% di masing-masing kategori.

Tabel 2. Persentase Penanganan Kondisi Jalan Menurut Permen PU No : 13/PRT/M/2011 Pada Lajur Kanan (R)

Kondisi Jalan	Persentase (%)	Program Penanganan
Baik (B)	44.59	Pemeliharaan Rutin
Sedang (S)	51.35	Pemeliharaan Rutin / Berkala, Pemeliharaan Rehabilitas
Rusak Ringan (RR)	4.06	Pemeliharaan Rutin / Berkala, Pemeliharaan Rehabilitas
Jumlah	100	

Dari hasil tabel di atas diketahui kondisi ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan pada lajur kanan (R) ini didominasi kondisi jalan dengan kategori Sedang 51,35%, sedangkan dengan kondisi Baik sebesar 44,59%, dan Rusak Ringan sebesar 4,06%. Dari hasil tersebut kemudian dilakukan program penanganan jalan dengan pemeliharaan rutin untuk kondisi jalan dengan kategori baik. Pemeliharaan rutin / berkala, pemeliharaan rehabilitas pada kondisi jalan dengan kategori sedang dan kategori rusak ringan.

4.5. Saran Perbaikan Untuk PCI Berdasarkan Shahin 1994

Berikut saran perbaikan untuk setiap jenis kerusakan menurut Shahin (1994) dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Saran Perbaikan Menurut Shahin (1994) Pada Ruas Jalan Kawangkoan Batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan

No.	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	No. Segmen	Pilihan Teknologi Preventif
1.	Alligator Cracking (Retak Kulit Buaya)	M	Kiri : 32, 34. Kanan : 4, 8, 30.	Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan dan rekonstruksi
2.	Corrugation (Keriting)	M	Kiri : 12, 14, 34, 42. Kanan : 6, 12, 20.	Rekonstruksi
3.	Longitudinal Crack (Retak Memanjang)	M	Kiri : - Kanan : 26, 28.	Pengisi retakan (Seal Cracks)
4.	Pothole (Lubang)	L	Kiri : 26, 38, 44, 48 Kanan : 12, 32, 42	Belum perlu diperbaiki, penambalan parsial atau diseluruh kedalaman
5.	Raveling (Pelepasan Butiran)	M	Kiri : 2, 8, 12, 14, 16, 18, 20, 30, 32, 34, 36, 40, 42, 44, 48. Kanan : 2, 12, 14, 16, 18, 24, 28, 32, 38, 42.	Perawatan Surface Seal atau lapisan tambahan
6.	Edge Crack (Retak Tepi)	M	Kiri : 30 Kanan : 44	Pengisi retakan (Seal Cracks) atau penambalan parsial
7.	Patching (Tambalan)	M	Kiri : 2, 4, 6, 8, 10, 22, 24, 28, 40, 44, 46, 48. Kanan : 2, 4, 10, 14, 16, 20, 22, 24.	Belum perlu diperbaiki atau tambalan dibongkar

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di lapangan serta pembahasan terhadap hasil-hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kondisi perkerasan pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan secara keseluruhan dapat dikategorikan sangat baik (very good) dengan nilai rata-rata PCI sebesar 76,63. Kerusakan yang paling dominan yaitu tambalan (patching). Selain itu ada juga retak kulit buaya (alligator cracking), pelepasan butir (raveling), lubang (pothole), keriting (corrugation), retak pinggir (edge crack), dan retak memanjang (longitudinal crack).
2. Tingkat kenyamanan dan kerataan jalan (RCI) pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan dapat dikategorikan sangat baik dilihat dari nilai RCI rata-rata sebesar 7.73 pada lajur kiri dan 7.63 pada lajur kanan.
3. Usulan untuk penanganan kondisi pada ruas jalan Kawangkoan batas Kabupaten Minahasa – Minahasa Selatan secara keseluruhan untuk metode RCI sesuai Permen PU No. 13/PRT/M/2011 adalah program penanganan rutin/berkala. Dan usulan perbaikan menurut Shahin (1994) untuk metode PCI yaitu penambalan parsial atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan dan rekonstruksi untuk kerusakan retak kulit buaya (alligator cracking) dengan severity level medium, rekonstruksi untuk kerusakan jalan keriting (corrugation) dengan severity level medium, Pengisi retakan (seal cracks) untuk kerusakan retak memanjang (longitudinal crack) dengan severity level medium, belum perlu diperbaiki, penambalan parsial atau diseluruh kedalaman untuk kerusakan lubang (pothole) dengan severity level low, perawatan surface seal atau lapisan tambahan untuk kerusakan pelepasan butiran (raveling) dengan severity level medium, Pengisi retakan (seal crack) atau penambalan parsial untuk kerusakan retak tepi (edge crack) 134 dengan severity level medium, Belum perlu diperbaiki atau tambalan dibongkar (patching) dengan severity level medium.

Referensi

- AASHTO. (2012). *Pavement Management Guide*. 444 North Capitol Street NW, Suite 249.
- AUSTROADS. (1992). *Pavement Design : A Guide to The Structural Design of Road Pavement*. Sydney, Australia: Austroads.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Pemilihan Teknologi Pemeliharaan Preventif Perkerasan Jalan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2003). *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Pedoman Konstruksi Bangunan*. Pd.T-14-2003. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Sukirman, S. (1994). *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*. Bandung: Nova.
- Shahin, M. Y., & Walther, J. A. (1994). *Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using the PAVER System*. US Army Corps of Engineer. New York: 282 pp.
- Shahin, M. Y. (1994). *Pavement Management for Airport, Roads, and Parking Lots*. New York: Chapman and Hall.
- Direktorat jenderal Bina Marga Kementerian pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2020). *Rencana Strategis Direktorat Preservasi Jalan dan Jembatan Wilayah I tahun 2020-2024*. Jakarta.
- Sasuwuk, G., Waani, J., & Rumayar, A (2019). *Analisa Kinerja Perkerasan Jalan Ditinjau Dari Besarnya Volume Kumulatif Lalu Lintas Dan Faktor Lingkungan*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.1, 93-102
- Birasungi, C., Waani, J., & Manoppo, M., (2019). *Evaluasi Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2013 (Studi Kasus : Ruas Jalan Yos Sudarso Manado)*. Jurnal Sipil Statik Vol 7 No.1, 137-146.
- Pasiak, I.S., Waani, J., & Sendow, T.K., (2020). *Evaluasi Struktur Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Ruas Jalan Airmadidi-Kairagi) STA 8+193,64-STA 11+193,64*. Jurnal Sipil Statik, 545-554.
- Lasarus, R., Lalamentik, L.G., & Waani, J.E., (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)*. Jurnal Sipil Statik, 645-654.
- Hveem, F. N., & Carmany, R.M., (1948). *The Factors Underlying The Rational Design of Pavements*. Highway Research Board Proceedings.
- Buttlar, W., & Islam, S. (2014). *Transportation Research Record*. National Academy of Sciences, 30-38
- Kalengkongan, L.O., Waani, J.E., & Rompis, S.Y. (2021). *Model hubungan Antara Ketidakrataan Permukaan Jalan Dengan Nilai Kerusakan Permukaan Jalan Pada Ruas Jalan Nasional Di Kota Manado (Studi Kasus : Ruas Jalan Batas Kota Manado – Tomohon Dan Jalan Monginsidi)*. Jurnal Ilmiah Media Engineering, 135-144.
- Headquartes Department of The Army. (1982). *Pavement Maintenance Management*. Washington, DC : Department of The Army.
- Hendarsin, S. (2000). *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung.