

PENGARUH BEBAN LALU LINTAS TERHADAP KERUSAKAN LENTUR DI JALAN TOL BERDASARKAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (Studi Kasus Ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Jalur A dan B)

A R Indra Tjahjani¹, Bayu Wiedjayantoro²

¹ Program studi Teknik Sipil Universitas Pancasila Jl Srengseng Sawah Lenteng Agung Jakarta 12640

² Program studi Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa, Jakarta Selatan

*E-mail: bayou1212@gmail.com

Abstract

Jorr toll road function as a network of roads that serves to break down the traffic that currently accumulates in the city of Jakarta, so that this toll road will facilitate the flow of traffic from bogor / Jagorawi towards Tangerang / Merak, and vice versa. With the perfect JORR, it will be one of the alternatives to Soekarno-Hatta International Airport. Jakarta W2 Utara Outer Ring Road is often crowded with traffic during certain hours. So in the field there are many locations of pavement damage where as large in the lane of heavy-laden and overloaded vehicles. Differences in traffic load can cause different levels of road damage between lanes. The extent of road damage can be evaluated by using the PCI method.

The purpose of this study is to evaluate the effect of traffic load on flexible damage based on PCI method with the level and type of damage in each lane can be identified.

PCI calculation and discussion result can be at STA 08+450 – 14+187 on line A, lane 1 rutting with a value of 46,69% (poor), weathering and raveling with value of 76,10% (satisfactory); lane 2 rutting with a value of 63,74% (satisfactory), weathering and raveling with a value of 74,92% (satisfactory); lane 3 rutting with a value of 74,00% (satisfactory), weathering and raveling with a value of 76,18% (satisfactory). While at STA 14+187 – 08+450 on line B, lane 1 rutting with a value of 44,62% (poor), weathering and raveling with a value of 62,08% (fair); lane 2 rutting with a value of 66,00% (fair), weathering and raveling with a value of 61,00% (fair); lane 3 rutting with a value of 65,00% (fair), weathering and raveling with a value of 74,10% (satisfactory). Thus the repair is immediately carried out form poor to fair with the handling of scrapping filling surface resurfacing with material that has more reinforcement, permanent patching and grouting. Fair becomes satisfactory with handling scrapping filling surface resurfacing with the material that has more reinforcement, and satisfactory becomes good with handling scrapping filling surface with material that has reinforcement.

The result of the volume of vehicles from the period January-April 2020 group 2 and group 3 vehicles through Meruya Utama 1 gate with a volume of 101.652 vehicles or 14,82% of the total 668.570 group vehicles in April, while group 3 with a volume of 43.944 out of a total of 247.218 vehicles or 17,78% on line A in April.

The result on the volume of vehicles from period January-April 2021, group 2 and group 3 contributed the largest to axle load vehicles through the Meruya Utama gate I. With a volume of 103.335 vehicles out of total of 737.651 vehicles or 14,01% on line A in March, while group 3 vehicles with a volume of 268.429 vehicles or 16,05% on line A. So that it can be seen lane 1 and lane 2 on line A load passing vehicles are group 2 and 3 vehicles, so that if there is damage to lane 1 and lane 2 immediately handled so as not to damage does not get worse.

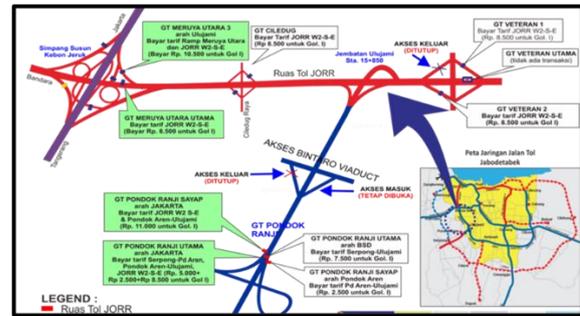
Keywords: Pavement Condition Index, differences in traffic load between lanes can cause different levels of road damage.

1. PENDAHULUAN

Jalan Tol sebagai salah satu komponen infrastruktur telah memberikan dampak positif bagi kehidupan sosial, politik, budaya, ekonomi, dan pertahanan. Jalan Tol ini akan memberikan fungsi JORR sebagai suatu jaringan jalan yang berfungsi memecah kemacetan yang semakin tidak terkendali pada tol dalam kota Jakarta.

Secara operasional jalan tol ini mengkaitkan antara Tol Jakarta-Tangerang dengan JORR ke arah Timur dan Selatan, sehingga diharapkan dapat memperlancar arus lalu lintas baik dari Bogor/Jagorawi ke arah Tangerang/Merak, maupun sebaliknya. Jalan Tol Ruas Lingkaran Luar Jakarta (JORR) W2 Utara terdiri atas Jalur A dan B dimana tiap Jalur terdiri atas 3 Lajur. Masing-masing lajur memiliki beban kendaraan yang melintas yang berbeda-beda, terutama lajur satu yang diperuntukan untuk kendaraan berat. Dilapangan terdapat banyak lokasi kerusakan perkerasan dimana sebagai besar di pada lajur kendaraan bermuatan berat.

Perbedaan beban lalu lintas dapat menyebabkan tingkat kerusakan jalan antar lajur yang berbeda



Sumber : PT. Jasamarga on twitter Rencana Pengoperasian Tol JORR W2

Gambar 1. Peta Jaringan Jalan Tol Ruas JORR

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui tingkat dan jenis kerusakan yang terjadi pada jalan Tol Ruas Lingkaran Luar Jakarta (JORR) W2 Utara lajur 1, lajur 2 dan lajur 3 pada jalur A dan jalur B.
2. Untuk mengetahui tingkat volume lalu lintas yang terdapat pada ruas jalan Tol Ruas Lingkaran Luar Jakarta (JORR) W2 Utara jalur A dan jalur B dan distribusinya pada setiap lajur.
3. Cara penanganannya pada kedua jalur tersebut terhadap tingkat dan jenis kerusakan.

2. LANDASAN TEORI

Klasifikasi jalan raya menurut bina marga tertuang dalam undang-undang nomer 38 tahun 2004 mengenai jalan, dalam UU tersebut mengelompokkan jalan berdasarkan :

- 1) Klasifikasi jalan menurut peran dan fungsi,
- 2) Klasifikasi jalan menurut wewenang,

3) Klasifikasi jalan menurut kelas atau muatan sumbu.

Tabel 1. Klasifikasi jalan

Matrik Klasifikasi Jalan (Proposed)						
SJJ	FUNGSI JALAN	KELAS JALAN (berdasarkan Dimensi & MST Kendaraan)				Tingkat Pelayanan yg diharapkan (*)
		I	II	III	IV	
PRIMER	ARTERI	Jalan Bebas Hambatan (JBB)				B
		Jalan RAYA				
		Jalan SEDANG				
	KOLEKTOR	Jalan RAYA	Jalan SEDANG			B
	LOKAL					C
	LINGK.			Jalan KECIL		C
SEKUN- DER	ARTERI	JBB				B
		Jalan RAYA				C
		Jalan SEDANG				C
	KOLEKTOR	Jalan RAYA	Jalan SEDANG			C
	LOKAL					C
	LINGK.			Jalan KECIL		D

ACUAN: - UUU No.14 tahun 1992, tentang LALU-LINTAS dan ANGKUTAN JALAN
 - UUU No.38 tahun 2004, tentang JALAN
 - RUU, Tentang LALU-LINTAS dan ANGKUTAN JALAN, 10 Oktober 2005
 - PP No.43 tahun 1993 tentang PRASARANA dan LALU LINTAS JALAN
 - PP No.44 tahun 1993, tentang KENDARAAN dan PENGEMUDI
 - PP No.34 tahun 2008, tentang JALAN
 *) - PerMenzhub. No.KM14 tahun 2006 tentang Manajemen dan Rekapaya Lalu-lintas di Jalan (ps 5)

Jenis kerusakan terbagi antara lain adalah Kerusakan perkerasan kaku dan perkerasan lentur.

Jenis Kerusakan Perkerasan Kaku

Kerusakan perkerasan kaku dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Deformasi (*deformation*)
2. Retak (*cracks*)
3. Disintegrasi (*disintegration*)

Jenis Kerusakan Perkerasan Lentur

Jenis-jenis kerusakan perkerasan jalan lentur menurut Bina Marga No. 03/MN/B/1983 tentang manual pemeliharaan jalan dapat dibedakan atas:

- 1) **Retak (Crack)**
- 2) **Distorsi**
 - a. Alur
 - b. Gelombang
 - c. Sungkur
 - d. Amblas
 - e. Jembul
- 3) **Cacat Permukaan (Disintegration)**
 - a. Butiran lepas
 - b. Pengelupasan lapisan

c. Lubang

- 4) **Pengausan (Polish Aggregate)**
- 5) **Kegemukan (Bleeding of Flushing)**
- 6) **Penurunan pada bekas penanaman utilitas**

Pavement Condition Index (PCI)

Merupakan penilaian terhadap kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan luas kerusakan yang terjadi. Metode survey dari PCI mengacu pada ASTM D6433-07. Nilai PCI ini memiliki rentang 0 perkerasan gagal/jelek sampai 100 kondisi sempurna (*Shahin 1996*).

1) Tingkat Kerusakan (*Severity level*)

Tingkat kerusakan merupakan tingkat kerusakan pada tiap-tiap jenis kerusakan. Tingkat kerusakan yang digunakan dalam perhitungan PCI adalah *low severity level* (L), *medium severity level* (M) dan *high severity level* (H). Data-data dari survey kerusakan jalan kemudian dikelompokkan berdasarkan kelas kerusakan sebagai berikut:

- a. Deformasi
- b. Retak
- c. Kerusakan di pinggir perkerasan
- d. Keruakan tekstur perkerasan
- e. Kegemukan
- f. Agregat licin

2) **Density (kadar kerusakan)**

Kadar kerusakan adalah persentase luasan dari suatu jenis kerusakan terhadap luasan suatu unit segmen

yang diukur dalam meter persegi atau meter panjang.

Rumus mencari nilai *density*:

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

$$Density = \frac{Ld}{As} \times 100 \%$$

Untuk jenis kerusakan lubang, *density* dihitung dengan rumus :

$$Density = \frac{n}{As} \times 100 \%$$

dengan:

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

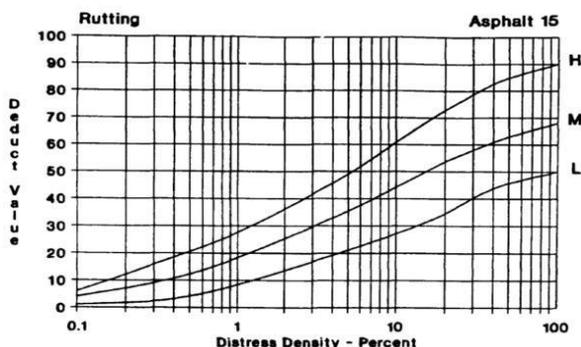
As : luas total unit segmen (m²)

Ld : panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m)

n : jumlah lubang untuk tiap tingkat kerusakan

3) Deduct value (nilai pengurangan)

Adalah nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan antara *density* dan *deduct value*.



Gambar 2. Hubungan *density* dan *deduct value* untuk jenis kerusakan alur (Rutting)

4) Total deduct value (TDV)

Adalah nilai total dari *individual deduct value* untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang ada pada suatu unit penelitian.

5) Nilai allowable maximum deduct value (m)

Sebelum ditentukan nilai TDV dan CDV nilai *deduct value* perlu di cek apakah nilai *deduct value individual* dapat digunakan dalam perhitungan selanjutnya atau tidak dengan melakukan perhitungan nilai *allowable maximum deduct value* (m).

$$m = 1 + 9/98 (100 - HDVi)$$

Dimana adalah:

m : nilai koreksi untuk *deduct value*

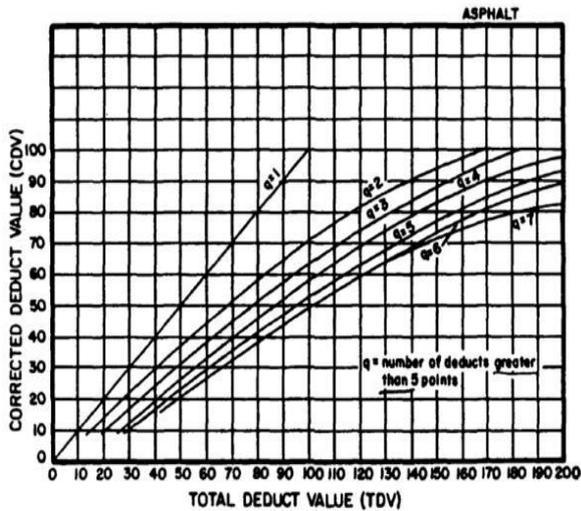
HDVi : nilai terbesar *deduct value* dalam satu sampel unit

6) Corrected deduct value (CDV)

Corrected deduct value (CDV) diperoleh dari kurva hubungan antara nilai TDV dengan nilai CDV, diurutkan dari nilai Deduct Value dari yang terbesar tiap segmen dengan langkah sebagai berikut:

1. Menjumlahkan nilai DV (TDV)
2. Mencari nilai Q (Nilai DV yang lebih dari koefisien Aspal (2))
3. Mencari hubungan antara TDV dan Q dengan grafik No. 20 lagi sampai diperoleh nilai Q = 1

Hal ini dilakukan dengan mengetahui Individual Kerusakan yang terjadi pada setiap segemen.



Gambar 3. Hubungan CDV dan TDV untuk perkerasan lentur

7) Nilai Kondisi Perkerasan (PCI)

Jikalau nilai CDV diketahui, maka nilai PCI untuk tiap unit dapat diketahui dengan rumus:

$$PCI(s) = 100 - CDV$$

Dengan

PCI(s) : nilai PCI untuk tiap unit

CDV : nilai CDV untuk tiap unit

8) Klasifikasi Kualitas Kerusakan

Dari nilai PCI masing-masing unit penelitian dapat di ketahui kualitas lapis perkerasan untuk tiap segmen berdasarkan kondisi tertentu yaitu baik (*good*), memuaskan (*satisfactory*), sedang (*fair*), jelek (*poor*), sangat jelek (*very poor*), serius (*serious*) dan gagal (*failed*). (ASTM D6433-07).

Rumus yang dipakai adalah sebagai berikut:

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

Dengan

PCI : nilai PCI keseluruhan

PCI(s) : nilai PCI untuk tiap unit

N : jumlah unit

	Standard PCI Rating Scale	Suggested Color
100	Good	Dark green
85	Satisfactory	Light green
70	Fair	Yellow
55	Poor	Red
40	Very poor	Medium red
25	Serious	Dark blue
10	Fail	Dark grey
0		

Sumber : ASTM 6433-07

Gambar 4. Rating kondisi jalan berdasarkan metode PCI

9) Jenis penanganan berdasarkan PCI

Setelah diketahui nilai kondisi perkerasan berdasarkan hasil perhitungan dengan metode PCI, maka selanjutnya dilanjutkan dengan menentukan jenis penanganan terhadap perkerasan jalan tersebut.

3. METODOLOGI

Metode survey yang digunakan dalam survey dengan cara deskriptif analisa berdasarkan metode PCI dan data Volume traffic kendaraan di kedua arah. Deskriptif berarti survey yang memusatkan pada masalah-masalah yang ada pada saat ini

(sekarang), dalam hal ini perkerasan jalan yang mengalami kerusakan yang diteliti, disusun kemudian dianalisis dengan menggunakan prinsip-prinsip analisis Metode PCI. Lokasi Kegiatan Pekerjaan Pada Ruas Jalan Tol Ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Jalur A dan Jalur B, berawal dari KM 08+330 – 16+127.

Data yang digunakan adalah **Data Primer** dan **Data Sekunder**.

1) **Data Primer**

Data primer merupakan hasil pengamatan secara langsung dilapangan dengan melakukan pengukuran terhadap kerusakan dan mengidentifikasi jenis kerusakan yang terjadi di lokasi penelitian.

Data primer yang digunakan dalam hal ini di antaranya :

- a. Data berupa foto jenis-jenis kerusakan
- b. Data dimensi (panjang, lebar, kedalaman) masing-masing jenis kerusakan
- c. Data Panjang dan lebar jalan

2) **Data Sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui sumber data yang telah ada, dari instansi terkait, buku, laporan, jurnal atau sumber lain yang relevan.

Pelaksanaan Penelitian

1) Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey visual dan terbagi menjadi dua tahap yaitu :

Tahap 1 : Survey pendahuluan, yaitu mengetahui lokasi Panjang penanganan. Hasil yang di dapat adalah mengetahui batasan area lokasi JORR W2

Tahap 2 : Survey kerusakan, yaitu untuk mengetahui jenis kerusakan, dimensi kerusakan dan mendokumentasikan segala jenis kerusakan pada masing-masing unit sampel. Hasil yang di dapat adalah

- a. Membagi segmen kerusakan menjadi beberapa unit sampel, pada penelitian ini unit sampel dibagi jarak 0-75 meter.
- b. Mencatat tiap kerusakan yang ada.
- c. Menentukan tingkat kerusakan (*severity level*).
- d. Mengukur kerusakan pada tiap unit sampel.
- e. Mencatat hasil kerusakan ke dalam form survey

2) Data tersaji di lampiran

Adapun data yang di dapat adalah:

- a. Hasil survey lapangan
- b. Hasil data traffic lalu lintas Marga Lingkar Jakarta

3) Analisis data dan perhitungan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI)

- a. Menghitung *density* (kadar kerusakan).
- b. Menentukan *nilai pengurangan* tiap jenis kerusakan.

- c. Menghitung nilai total pengurangan (TDV).
 - d. Menentukan nilai koreksi pengurangan (CDV).
 - e. Menghitung nilai PCI (Pavement Condition Index).
 - f. Pembahasan
- 4) Kesimpulan dan Saran
 - 5) Selesai

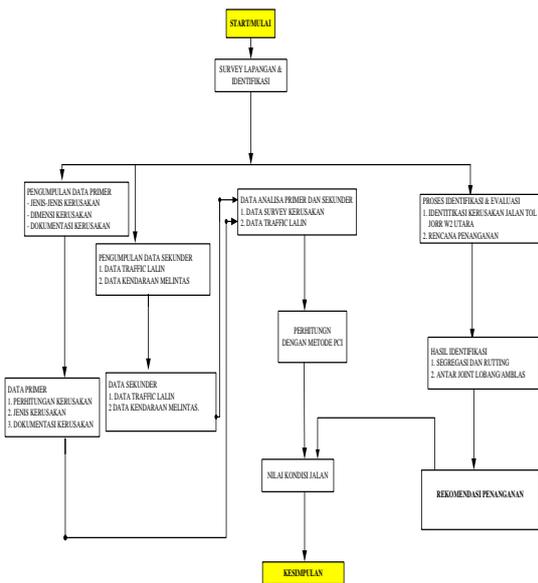


Diagram alir penelitian di sajikan gambar 5

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Hasil perhitungan pada jalur A dapat di lihat pada tabel di bawah

No.	STA	Lajur	PCI	Nilai PCI	Jenis kerusakan
1	08+450 sd 14+187	1	Poor	46,59	Alur
2	08+450 sd 14+187	2	Fair	63,74	Alur
3	08+450 sd 14+187	3	Satisfactory	74,00	Alur
4	08+450 sd 14+187	1	Satisfactory	76,10	Butiran lepas
5	08+450 sd 14+187	2	Satisfactory	74,92	Butiran lepas
6	08+450 sd 14+187	3	Satisfactory	76,18	Butiran lepas

Tabel 3. Hasil Perhitungan pada Jalur B dapat di lihat pada tabel di bawah

No.	STA	Lajur	PCI	Nilai PCI	Jenis kerusakan
1	14+187 sd 08+450	1	Poor	44,62	Alur
2	14+187 sd 08+450	2	Fair	66,00	Alur
3	14+187 sd 08+450	3	Fair	65,00	Alur
1	14+187 sd 08+450	1	Fair	62,08	Butiran lepas
2	14+187 sd 08+450	2	Fair	61,00	Butiran lepas
3	14+187 sd 08+450	3	Satisfactory	74,10	Butiran lepas



Gambar 6. Volume lalu lintas tiap gerbang tol JORR W2 Utara Bulan Januari - April 2020.

Pada periode bulan Januari – April tahun 2020, kendaraan pada golongan 2 menyumbang volume 101.752 kendaraan terbesar pada gerbang tol Meruya Utama 1 pada bulan April, dari total 668.570 kendaraan atau sebesar 14,82% pada jalur A. sedangkan kendaraan golongan 3 menyumbang volume 43.944 kendaraan terbesar pada gerbang tol Meruya Utama 1 pada April dari total 247.218 kendaraan atau sebesar 17,78% pada jalur A. Sehingga bisa di simpulkan kendaraan golongan 2 dan 3, penyumbang volume pada terbesar pada lajur 1 dan 2.



Gambar 7. Volume lalu lintas tiap gerbang tol JORR W2 Utara Bulan Januari - April 2021.

Pada periode buulan Januari – April tahun 2021, kendaraan pada golongan 2 menyumbang volume 103.335 kendaraan terbesar pada gerbang tol Meruya Utama 1 pada bulan Maret, dari total 737.651 kendaraan atau sebesar 14,01% pada jalur A. sedangkan kendaraan golongan 3 volume 43.077 kendaraan pada gerbang tol Meruya Utama 1 pada bulan April dari total 268.429 kendaraan atau sebesar 16,05% pada jalur A. Sehingga dapat di ambil kesimpulan kendaraan golongan 2 dan 3, penyumbang terbesar volume pada lajur 1 dan 2 pada jalur A.

5. KESIMPULAN

1. Dari hasil pengamatan survey dan indentifikasi lapangan yang telah dilakukan pada Ruas Lingkar Luar Jakarta (JORR) W2 Utara Jalur A dan B kemudian dilakukan perhitungan

PCI dan pembahasan dapat di simpulkan sebagai berikut:

STA 08+450 – 14+187 pada Jalur A

- a) Menggunakan metode PCI lajur 1 kerusakan alur menghasilkan nilai 46,59%, dimana nilai jalan tersebut berada dalam keadaan *poor*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *fair*. Menggunakan metode PCI lajur 1 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 76,10%, nilai jalan berada keadaan *satisfactory*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *good*.
- b) Menggunakan metode PCI lajur 2 kerusakan alur menghasilkan nilai 63,74%, nilai jalan berada dalam keadaan *fair*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *satisfactory*. Menggunakan metode PCI lajur 2 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 74,92%, nilai jalan berada keadaan *satisfactory*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *good*.

- c) Menggunakan metode PCI lajur 3 kerusakan alur menghasilkan nilai 74,00%, nilai jalan berada keadaan *satisfactory*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *good*. Menggunakan metode PCI lajur 3 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 76,18%, nilai jalan berada dalam keadaan *satisfactory*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *good*.

STA 14+187 – 08+450 pada Jalur B

- a) Menggunakan metode PCI lajur 1 kerusakan alur menghasilkan nilai 44,62%, nilai jalan berada keadaan *poor*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *fair*. Menggunakan metode PCI lajur 1 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 62,08%, nilai jalan berada keadaan *fair*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *satisfactory*.
- b) Menggunakan metode PCI lajur 2 kerusakan alur menghasilkan nilai 66,00%, nilai jalan berada dalam

keadaan *fair*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *satisfactory*. Menggunakan metode PCI lajur 2 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 61,00%, nilai jalan berada dalam keadaan *fair*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *satisfactory*.

- c) Menggunakan metode PCI lajur 3 kerusakan alur menghasilkan nilai 65,00%, nilai jalan tersebut berada dalam keadaan *fair*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *satisfactory*. Menggunakan metode PCI lajur 3 kerusakan butiran lepas menghasilkan nilai 74,10%, nilai jalan berada dalam keadaan *satisfactory*. Agar kerusakan tersebut tidak melebar, maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, menjadi kondisi *good*.

2. Pada tahun 2020 dan 2021 periode bulan Januari – April, dapat di simpulkan pada gerbang Tol Meruya Utama 1 Jalur A, golongan kendaraan 2 dan golongan kendaraan 3

menyumbang angka volume terbesar pada lajur 1 dan lajur 2.

3. Agar perkerasan tersebut tidak mengalami kerusakan yang lebih parah maka perlu segera dilaksanakan perbaikan, sehingga kerusakan dapat di minimalkan. Antara lain perbaikannya:
 - a. Jika nilai PCI *poor* di tingkatkan menjadi *fair*, diperbaiki dengan melakukan scrapping filling pelapisan ulang permukaan dengan bahan material yang memiliki tulangan lebih banyak, patching permanen dan grouting.
 - b. Jika nilai PCI *fair* di tingkatkan menjadi *satisfactory*, diperbaiki dengan melakukan scrapping filling pelapisan ulang permukaan dengan bahan material yang memiliki tulangan lebih banyak dan stabilitas marshall diatas 1000.
 - c. Jika nilai PCI *satisfactory* di tingkatkan menjadi *good*, diperbaiki dengan melakukan scrapping filling pelapisan ulang permukaan dengan bahan material yang memiliki tulangan lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kirno Sulih, 2007, **Analisa Penurunan Umur Rencana Jalan Akibat Volume Kendaraan dan Kelebihan Muatan** (Studi Kasus Ruas Jalan Sukoharjo – Wonogiri KM 23+00 – KM 29+00), **Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta**
- [2] Puguh Purnomo, **Analisa Kerusakan Perkerasan Jalan Menurut Metode Bina Marga dan PCI (Pavement Condition Index) Serta Alternatif Penanganannya (STUDI KASUS RUAS JALAN PAHLAWAN BUKIT RAYA - TENGGARONG SEBERANG, KAB. KUTAI KARTANEGARA)**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda
- [3] Intan Winarda, **Analisa Tingkat Kerusakan Jalan dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama dan Jalan Teungku Hasan DiBakoi)**, Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala
- [4] Vidya Annisah Putri, 2016, **Identifikasi Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur (Studi Kasus Jalan Soekarno – Hatta Bandar Lampung)**,

- Fakultas Teknik Universitas
Bandar Lampung
- [5] Andi Gumonggom Hutauruk, 2015, **Analisa Prediksi Kondisi Perkerasan Jalan Menggunakan Pendekatan HDM-4 Untuk Penanganan Jalan (Studi Kasus: Ruas Jalan Nasional Bts. Kota Gresik – Sadang), Program Studi Magister, Bidang Keahlian Manajemen Aset Infrastruktur**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- [6] Annisa Chandra Wulan, 2014, **Laporan ini mengulas tentang “Klasifikasi Jalan, Kendaraan, dan Keselamatan Lalu Lintas”**, Prodi Teknik Sipil, Universitas Pendidikan Indonesia.
- [7] Presentasi Usulan Teknis, 2020, PT. Sarana Multi Daya
- [8] Tri Goenawan, 2013, **Jenis-jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)**, PUTERA BANGSA
- [9] ASTM Designation D6433 (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*
- [10] Leo Sentosa, 2010, Kerusakan Jalan
- [11] Harist Febrie Ramadhan Zamzam, 2020, Jenis Konstruksi dan Macam-macam Konstruksi Peralasan Jalan (sumber <http://ppg.spada.ristekdikti.go.id>, darkspecialistd.blogspot.com)
- [12] Data lalu lintas ruas jalan tol JORR W2 Utara, PT. Marga Lingkar Jakarta