

PRIORITAS PEMELIHARAAN JALAN BERBASIS *TREATMENT PRIORITY INDEX* (TPI) DI JALAN PERKERASAN ASPAL

Rendy Dwi Pangesti^{1*}, *Baiq Heny Sulistiawati*¹⁾, *Herry Ludiro Wahyono*¹⁾, *Junaidi*¹⁾,
*Garup Lambang Goro*¹⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. H. Soedarto, S.H. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275
*E-mail: rendy.dwi@polines.ac.id

ABSTRACT

The increase in the number of vehicles and economic growth in the city of Semarang puts significant pressure on road infrastructure. So it is necessary to prioritize maintenance on several road sections. This research uses the Treatment Priority Index (TPI) approach to identify road repair priorities in Tembalang District, Semarang City. Data on road conditions and daily traffic volume are variables in the TPI analysis and the data is analyzed using the Provincial District Road Management System (PKRMS). The results of the TPI analysis obtained road sections with critical conditions, especially Telumpak (TPI: 26.2) and Salak (TPI: 25.7). These sections require immediate repairs to ensure the safety and comfort of road users. This research provides a basis for information for policy makers to allocate resources efficiently, ensure sustainable road infrastructure, and support effective mobility in Semarang City, especially in Tembalang District.

Keyword: *Treatment Priority Index (TPI), Road Maintenance, asphalt pavement.*

PENDAHULUAN

Pengembangan sistem pemeliharaan jalan yang efisien dan efektif diperlukan untuk menjamin keberlanjutan infrastruktur transportasi, terutama jalan dalam perkotaan yang terus berkembang bagi penggunaannya. Penelitian oleh Wirawan (2018) menunjukkan bahwa jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Faktor seperti urbanisasi, pertumbuhan ekonomi, dan peningkatan daya beli masyarakat merupakan pendorong utama dari pertumbuhan ini. Dalam beberapa tahun terakhir, pesatnya pertumbuhan populasi dan lalu lintas kendaraan di kota-kota besar termasuk Semarang, telah memberikan tekanan yang signifikan terhadap jaringan jalan yang ada. Akibatnya, jalan-jalan tersebut semakin rusak dan memerlukan perbaikan yang tepat. Penelitian lain yang dilakukan Prasetyo dan Utomo (2017) menemukan

bahwa peningkatan jumlah kendaraan menyebabkan peningkatan kemacetan lalu lintas sehingga berdampak pada produktivitas dan kenyamanan warga kota.

Beberapa jalan di Kota Semarang rusak akibat cuaca, cuaca buruk, dan lalu lintas padat. Seiring waktu, kerusakan ini menjadi semakin serius, sehingga mempengaruhi keselamatan pengemudi dan meningkatkan biaya perbaikan. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui bagian jalan mana yang perlu diperbaiki terlebih dahulu agar anggaran perbaikan dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya. Prioritas pemeliharaan jalan berdasarkan *Treatment Priority Index* (TPI) telah menjadi pendekatan yang lebih terstruktur dan terukur dalam pengelolaan infrastruktur transportasi. Penelitian oleh Brown dkk. (2019) mengungkapkan bahwa TPI yang mencakup faktor-faktor seperti tingkat kerusakan struktural, volume lalu lintas, dan kondisi teknis

jalan, memberikan dasar yang kuat untuk menentukan urutan pemeliharaan jalan.

Pentingnya TPI tidak terbatas pada aspek teknis saja. Penelitian oleh Smith dan Brown (2020) menunjukkan bahwa infrastruktur jalan yang baik memfasilitasi perdagangan, meningkatkan investasi, dan memberikan dorongan ekonomi pada tingkat lokal, sehingga berpengaruh terhadap APBN, APBD, atau DAK. Meminimalkan kerusakan jalan dan memaksimalkan keberlanjutan infrastruktur, negara dapat menghemat biaya dalam jangka panjang, sementara dunia usaha dan masyarakat mendapatkan manfaat dari peningkatan efisiensi mobilitas, yang pada akhirnya mendorong pertumbuhan ekonomi.

Dalam penelitian ini, menggabungkan pendekatan teknis, ekonomi dan berkelanjutan. Penelitian ini memiliki tujuan prioritas pemeliharaan jalan aspal menggunakan TPI, dengan menggunakan *software* Ms. Acces PKRMS menggunakan beberapa ruas jalan aspal di Kota Semarang, *Provincial Kabupaten Road Management System* (PKRMS) merupakan pendekatan yang terintegrasi dalam pemeliharaan infrastruktur jalan. PKRMS dirancang untuk mengelola jaringan jalan di tingkat provinsi dan kabupaten, memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih efisien dan tepat waktu dalam perawatan jalan. Selain itu PKRMS membantu mengurangi biaya pemeliharaan jalan dengan mengidentifikasi prioritas perbaikan berdasarkan kondisi jalan dan volume lalu lintas. Dengan meminimalkan kerusakan jalan dan memperpanjang umur pakai jalan. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan informasi bagi para pengambil kebijakan dan praktisi dalam pengelolaan infrastruktur transportasi, mengoptimalkan penggunaan anggaran,

dan memastikan keberlanjutan operasi jaringan jalan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan pendalaman melalui kajian literatur, dimana peneliti mendalami berbagai kajian dan publikasi terkait pertumbuhan jumlah kendaraan di kota serta dampaknya terhadap infrastruktur dan mobilitas jalan. Data sekunder ini memberikan landasan teori dan pemahaman yang diperlukan untuk mengembangkan kerangka penelitian.

Penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer melalui survei lapangan langsung. Tim peneliti melakukan survei dengan fokus pada jenis kerusakan jalan. Dalam tahapan ini, peneliti dengan cermat memilih dan mencatat berbagai jenis kerusakan, seperti retakan, lubang, dan kerusakan permukaan dan lain sebagainya.

Setelah jenis kerusakan ditentukan, volume kerusakan diukur, termasuk luas dan kedalaman kerusakan untuk setiap jenis kerusakan yang dipilih. Selanjutnya, peneliti mengumpulkan data volume Lalu Lintas Harian (LHR) di lokasi yang sama. Pengukuran LHR memberikan gambaran akurat mengenai intensitas penggunaan jalan di lokasi tertentu.

Data primer yang terkumpul kemudian dimasukkan ke dalam program, yaitu *Provincial Kabupaten Road Management System* (PKRMS). Program ini digunakan untuk menganalisis dan mengolah data dengan mempertimbangkan jenis kerusakan dan LHR. Dengan menggunakan PKRMS, peneliti memperoleh hasil berupa *Treatment Priority Index* (TPI) yang memuat informasi prioritas perbaikan berdasarkan jenis kerusakan dan intensitas lalu lintas harian. Dalam program analisis untuk menghitung TPI disajikan di Persamaan 1.1.

$$TPI_i = w_1 S_1 + w_2 S_2 + \dots w_5 S_5 \dots\dots 1.1$$

dimana:

w_i = nilai bobot untuk parameter i dari MCA (*Multy-Criteria Analysis*)

S_i = nilai MCA dari parameter i

Metode penelitian ini tidak hanya mengandalkan data sekunder hasil penelitian bibliografi, namun juga memadukannya dengan data primer yang diperoleh langsung di lapangan. Dengan demikian, hasil analisis sesuai dengan kondisi lapangan sebenarnya. Hasil TPI yang diperoleh melalui metode ini akan memberikan panduan yang lebih jelas kepada pemerintah dan organisasi terkait untuk mengalokasikan sumber daya untuk perbaikan jalan yang paling mendesak dan memastikan keberlanjutan

fasilitas infrastruktur jalan Kota Semarang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat beberapa tahapan dalam mencari hasil untuk mencari TPI dalam tinjauan ruas jalan.

Ruas Jalan Tinjauan

Penelitian ini menggunakan sampel dari ruas jalan utama di Kecamatan Tembalang Kota Semarang, dimana ruas jalan tersebut diambil dengan perkerasan lunak atau aspal, sehingga analisis yang dibandingkan berupa jalan aspal saja dengan jumlah ruas 38. Ruas jalan tinjauan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan di Tabel 1.

Tabel 1.
Daftar Ruas Jalan Penelitian

No	No. Ruas	Nama Ruas	Panjang Ruas Survei (km)
1	610	Perum Diponegoro	1,0
2	631	Saputan	0,7
3	531	Amposari	0,5
4	533	Amposari Tengah	0,4
5	536	Banteng 3	0,7
6	537	Banyuputih	1,1
7	547	Dadapan	0,4
8	548	Deliksari	0,8
9	549	Durenan	0,5
10	550	Durenan Baru	0,4
11	554	Gayam Sari Selatan	0,5
12	560	Gemahsari Permai	0,4
13	564	Gondang	1,2
14	565	Jangli Gabeng	1,0
15	568	K.H. Sirajudin	0,5
16	572	Karanggawang Barat	0,6
17	573	Kedung Winong	0,9
18	577	Ketileng Indah 1	0,5
19	582	Klipang	1,2
20	586	Klipang Timur	1,4
21	592	Lembayung	0,4

No	No. Ruas	Nama Ruas	Panjang Ruas Survei (km)
22	593	Lobak	0,4
23	597	Mulawarman	0,9
24	599	Mulawarman Barat 2	0,5
25	605	Nilam	0,4
26	606	Pakuncen	0,4
27	622	Salak	0,4
28	624	Sambiroto 3	0,6
29	625	Sambiroto 4	0,6
30	626	Sambiroto 5	0,5
31	628	Sambiroto Asri Barat	0,7
32	632	Sawi	0,5
33	639	Sinar Gemah Timur	0,4
34	643	Sinar Waluyo	0,7
35	645	Sipodang	0,4
36	652	Telumpak	1,3
37	655	Tembalang baru 4	0,4
38	658	Timoho 1	0,4

Kondisi Jalan Tinjauan

Untuk menggambarkan kerusakan jalan yang menjadi fokus penelitian, peneliti menyajikan tabel kerusakan jalan

pada salah satu ruas jalan yaitu di Ruas Jalan Perum Diponegoro dengan nomor ruas jalan 610 dan dengan panjang jalan 1 km. Kondisi ruas jalan Perum Diponegoro disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2.
Kondisi Ruas Jalan Perum Diponegoro (610)

Sta Dari (m)	Sta Ke (m)	1 - IRI (m ²)	2 - Kegemukan (m ²)	3 - Agregat Lepas (m ²)	4 - Disintegrasi (m ²)	5 - Retak Turun (m ²)	6 - Tambalan (m ²)	7 - Retak Lain (m ²)	8 - Lubang (m ²)	9 - Alur (m ²)	10 - Rusak Tepi Kiri (m ²)	10 - Rusak Tepi Kanan (m ²)
0,00	100,00									9,14		
100,00	200,00											
200,00	300,00											
300,00	400,00						5,90	12,55				
400,00	500,00			6,80		24,20	16,47	18,70				
500,00	600,00						42,99	55,82				
600,00	700,00			1,62		8,90	32,36	29,63				
700,00	800,00					6,53	35,88	12,62	5,80		6,80	
800,00	900,00					26,79	119,60	35,40	25,90		3,60	
900,00	1000,00					27,66		5,00			5,86	

Tabel ini mengidentifikasi jenis kerusakan, luas area kerusakan, dan kedalaman kerusakan, memberikan gambaran detail tentang kondisi infrastruktur jalan yang akan menjadi subjek analisis dalam penelitian ini.

Data Lalu Lintas Harian (LHR)

Selain mengevaluasi kerusakan jalan, penelitian ini juga memperhatikan data Lalu Lintas Harian (LHR) pada semua ruas jalan. Data LHR Jalan tinjauan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3.
Data LHR Ruas Jalan Tinjauan

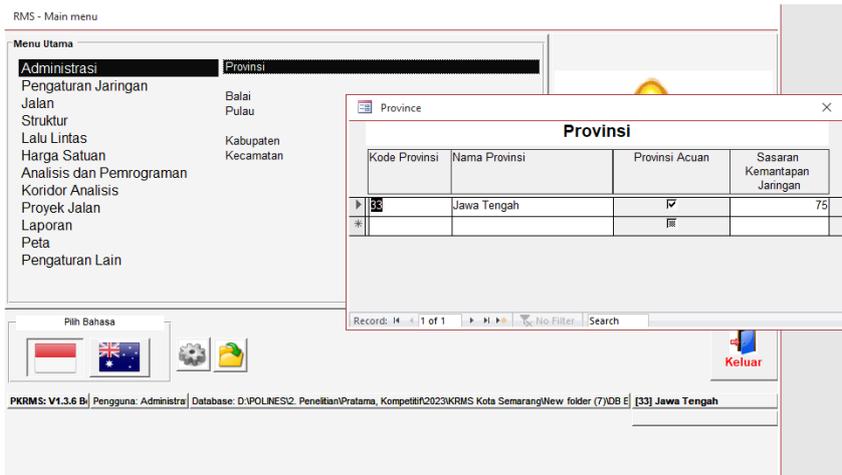
Ruas	Nama Ruas	Hari Pasar	Pencacahan Lahu Lintas	AADT Sepeda Motor	AADT Mobil	AADT Pknp	AADT Bus Kecil	AADT Bus Besar	AADT Truk Mikro	AADT Truk Kecil	AADT Truk Sedang	AADT Truk Besar	AADT Truk Trailer	AADT Truk Trailer Sedang
610	Perum Diponegoro	12-Jun		6639	877	239	29	94	279	248	85	4	0	0
631	Saputan	12-Jun		9103	1111	198	23	20	313	278	34	17	0	0
531	Amposari	12-Jun		1308	180	13	1	0	141	49	0	0	0	0
533	Amposari Tengah	12-Jun		8720	1060	83	28	0	323	134	200	5	0	0
536	Banteng 3	12-Jun		6407	957	88	32	17	375	363	23	5	0	1
537	Banyuputih	12-Jun		13641	1634	93	48	2	659	462	124	32	0	0
547	Dadapan	12-Jun		13933	1775	128	60	3	565	549	110	39	0	0
548	Deliksari	12-Jun		8240	2135	37	28	23	536	516	23	9	1	0
549	Durenan	12-Jun		9549	1268	140	1	0	405	158	7	1	0	0
550	Durenan Baru	12-Jun		7608	1214	95	18	10	282	26	21	7	6	8
554	Gayam Sari Selatan	12-Jun		6957	1168	93	15	10	265	26	12	7	7	8
560	Gemahsari Permai	12-Jun		9851	1354	112	5	0	458	187	5	2	0	0
564	Gondang	12-Jun		5889	1428	96	1	0	237	17	0	0	2	1
565	Jangli Gabeng	12-Jun		6373	1038	90	15	9	238	26	12	7	7	8
568	K.H. Sirajudin	12-Jun		10293	1724	131	24	16	378	36	19	12	11	12
572	Karangawang Barat	12-Jun		8327	950	168	5	1	632	129	0	0	0	0
573	Kedung Winong	12-Jun		8434	1463	280	52	22	441	571	68	39	5	6
577	Ketileng Indah 1	12-Jun		10092	1191	35	8	2	661	562	18	133	11	1
582	Klipang	12-Jun		6051	860	31	2	0	270	375	13	133	22	0
586	Klipang Timur	12-Jun		6766	1114	70	29	8	330	339	8	109	0	36
592	Lembayang	12-Jun		9043	1882	229	57	19	472	684	64	48	4	6
593	Lobak	12-Jun		8509	1006	35	8	2	555	474	18	126	11	1
597	Mulawarman	12-Jun		10986	1336	32	7	4	705	617	15	136	9	1
599	Mulawarman Barat 2	12-Jun		1221	13	49	6058	13	356	59	4	39	505	24
605	Nilam	12-Jun		1221	13	49	6058	13	356	59	4	39	505	24
606	Pakuncen	12-Jun		4140	1103	196	14	18	272	257	26	50	14	1
622	Salak	12-Jun		4937	818	363	37	6	21	580	56	66	7	2
624	Sambiroto 3	12-Jun		5890	634	312	0	2	0	0	0	0	0	0
625	Sambiroto 4	12-Jun		8954	1872	248	0	0	12	58	11	0	0	0
626	Sambiroto 5	12-Jun		8651	1732	235	0	1	12	32	7	0	0	0
628	Sambiroto Asn Barat	12-Jun		9203	2212	308	0	1	14	51	10	0	0	0
632	Sawi	12-Jun		16476	1706	682	1	6	91	571	14	52	4	0
639	Sinar Gemah Timur	12-Jun		16246	1154	669	6	2	141	729	63	286	196	27
643	Sinar Wahuyo	12-Jun		36033	2791	997	4	1	189	460	131	168	78	22
645	Sipodang	12-Jun		46682	9042	1400	10	7	144	210	0	4	1	0
652	Telumpak	12-Jun		24451	5136	886	6	1	79	67	4	15	0	0
655	Tembalang baru 4	12-Jun		15895	1351	703	8	5	149	875	87	245	158	25
658	Timoho 1	12-Jun		14478	1278	706	3	9	112	331	16	92	4	1

Data LHR ini mencerminkan seberapa intensif jalan tersebut digunakan oleh kendaraan setiap harinya. Dengan memahami tingkat penggunaan jalan, peneliti dapat menilai dampak kerusakan terhadap mobilitas pengguna. Selanjutnya, data LHR ini akan digunakan sebagai salah satu variabel dalam analisis *Treatment Priority Index* (TPI).

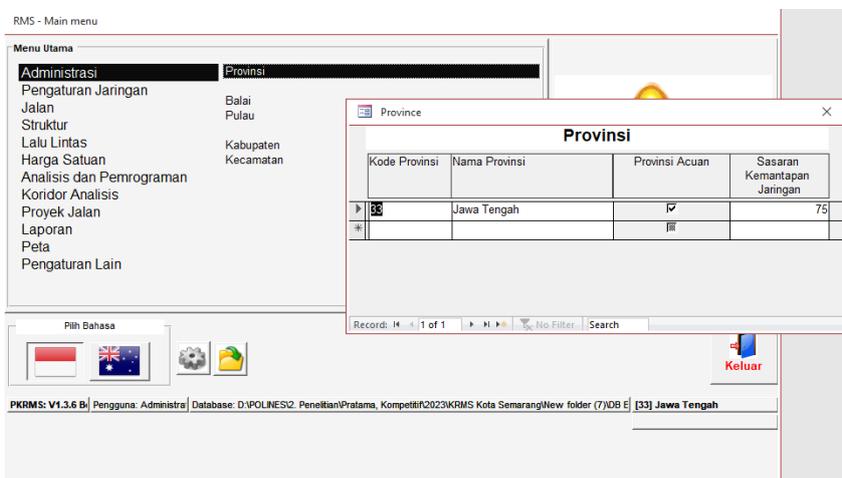
Input Data Dalam Program PKRMS

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan analisis menggunakan *Provincial Kabupaten Road Management System* (PKRMS), sebuah perangkat lunak berbasis Ms. Acces yang digunakan dalam manajemen perkerasan jalan. Data kerusakan jalan yang telah

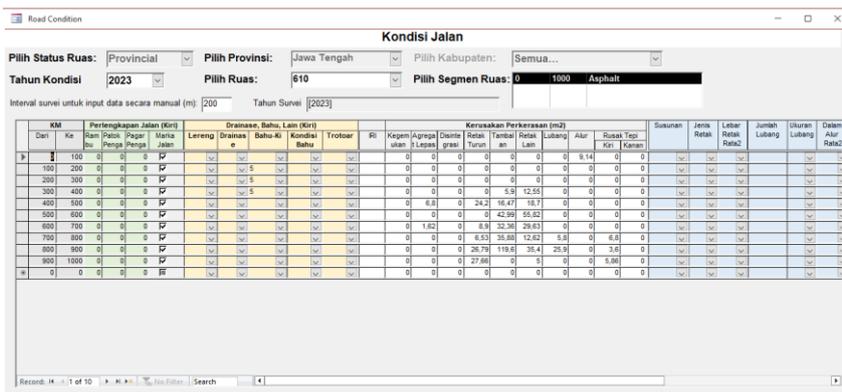
teridentifikasi dan data Lalu Lintas Harian (LHR) dari ruas jalan yang sudah disurvei, dimasukkan ke dalam PKRMS. Proses *Input* data ini bertujuan untuk menjembatani informasi antara kondisi aktual di lapangan dengan hasil analisis menggunakan program tersebut. Dengan memasukkan data ini ke dalam PKRMS, peneliti dapat menghasilkan *Treatment Priority Index* (TPI). TPI ini akan menjadi dasar bagi pemilihan prioritas perbaikan jalan, memungkinkan pengambilan keputusan yang terinformasi dan solusi yang optimal dalam upaya pemeliharaan infrastruktur jalan yang efisien dan berkelanjutan. Proses *Input* data disajikan dalam Gambar 1 sampai Gambar 4.



Gambar 1. Input Data Administrasi



Gambar 2. Input Data Ruas Jalan



Gambar 3. Input Data Kondisi Jalan

Volume Lalu Lintas

Pilih Status Ruas: Provincial

Pilih Provinsi: Jawa Tengah

Pilih Kabupaten: Semua...

Pilih Ruas: 610

Tahun Kondisi: 2023 Data Tak Ada

Survei Oleh: []

Tahun Survei: [2023]

Hari Pasar: [] Waktu Survey (min) []

Volume Lalu Lintas: 06 - 12

AADT Sepeda Motor	6639
AADT Mobil	877
AADT Pikap	239
AADT Bus Kecil	29
AADT Bus Besar	94
AADT Truk Mikro	279
AADT Truk Kecil	248
AADT Truk Sedang	85
AADT Truk Besar	4
AADT Truk Trailer	0
AADT Truk Trailer Sedang	0

Gambar 4. Input Data LHR Ruas Jalan Tinjauan

Hasil Treatment Priority Index (TPI)

Analisis TPI adalah metrik yang memungkinkan peneliti untuk mengevaluasi dan membandingkan tingkat urgensi perbaikan jalan

berdasarkan jenis kerusakan dan volume lalu lintas harian (LHR). Hasil TPI yang diperoleh dari data kerusakan jalan dan LHR pada berbagai ruas jalan di Kota Semarang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4.
Hasil TPI untuk Masing-masing Ruas Jalan

No.	Ruas Jalan	Nama Ruas	TPI
1	652	Telumpak	26,2
2	622	Salak	25,7
3	610	Perum Diponegoro	17,1
4	631	Saputan	14,8
5	586	Klipang Timur	14,6
6	582	Klipang	0,0
7	577	Ketileng Indah 1	0,0
8	573	Kedung Winong	0,0
9	568	K.H. Sirajudin	0,0
10	565	Jangli Gabeng	0,0
11	592	Lembayung	0,0
12	554	Gayam Sari Selatan	0,0
13	599	Mulawarman Barat 2	0,0

No.	Ruas Jalan	Nama Ruas	TPI
14	550	Durenan Baru	0,0
15	549	Durenan	0,0
16	548	Deliksari	0,0
17	547	Dadapan	0,0
18	537	Banyuputih	0,0
19	536	Banteng 3	0,0
20	533	Amposari Tengah	0,0
21	564	Gondang	0,0
22	626	Sambiroto 5	0,0
23	658	Timoho 1	0,0
24	655	Tembalang baru 4	0,0
25	645	Sipodang	0,0
26	643	Sinar Waluyo	0,0
27	639	Sinar Gemah Timur	0,0
28	593	Lobak	0,0
29	628	Sambiroto Asri Barat	0,0
30	531	Amposari	0,0
31	625	Sambiroto 4	0,0
32	624	Sambiroto 3	0,0
33	606	Pakuncen	0,0
34	605	Nilam	0,0
35	597	Mulawarman	0,0
36	632	Sawi	0,0
37	560	Gemahsari Permai	0,0
38	572	Karangawang Barat	0,0

TPI memberikan pandangan yang jelas tentang ruas jalan mana yang memerlukan perhatian, sehingga dapat merencanakan tindakan pemeliharaan yang efektif dan efisien. Melalui hasil TPI, peneliti dapat mengidentifikasi prioritas perbaikan jalan dengan lebih terarah, memastikan bahwa sumber daya dengan tepat, dan memastikan infrastruktur jalan di Kota Semarang tetap berkelanjutan dan dapat diandalkan dalam menghadapi tantangan mobilitas.

Pembahasan

Dari hasil analisis TPI pada sampel ruas jalan di Kecamatan Tembalang Kota Semarang dengan perkerasan lentur, dapat dilihat bahwa sejumlah ruas jalan

memiliki TPI yang signifikan, menunjukkan tingkat urgensi perbaikan yang tinggi. Ruas jalan dengan TPI tertinggi, seperti Telumpak (TPI: 26,2) dan Salak (TPI: 25,7), mendapat prioritas utama untuk perbaikan. Adanya nilai TPI yang tinggi pada ruas-ruas jalan ini menandakan bahwa kerusakan di sana sangat kritis dan membutuhkan perhatian segera untuk memastikan keamanan dan kenyamanan pengguna jalan. Disisi lain, sebagian besar ruas jalan lainnya memiliki nilai TPI yang sangat rendah, bahkan mencapai nol. Ini menunjukkan bahwa kerusakan di ruas jalan tersebut saat ini masih dalam kondisi terkendali atau mungkin belum mencapai tingkat

keparahan yang memerlukan perbaikan mendesak.

Studi oleh Li et al. (2020) menyoroti keterkaitan langsung antara tingkat kerusakan jalan dan kecelakaan lalu lintas. Ruas-ruas jalan dengan nilai TPI tinggi cenderung menjadi lokasi kecelakaan yang lebih sering terjadi. Oleh karena itu, mengatasi kerusakan pada jalan-jalan dengan nilai TPI tinggi tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna jalan tetapi juga secara langsung berkontribusi pada keselamatan lalu lintas.

PENUTUP

Simpulan

Simpulan dari hasil TPI ini adalah bahwa prioritas perbaikan jalan harus diberikan pada ruas-ruas jalan dengan TPI tinggi, yaitu Telumpak, Salak, dan Perum Diponegoro. Pendekatan pemeliharaan dalam memperbaiki kerusakan di ruas-ruas ini akan membantu meningkatkan keberlanjutan infrastruktur jalan di Kota Semarang khususnya di Kecamatan Tembalang. Namun, perlu juga terus melakukan pemantauan terhadap ruas-ruas jalan lainnya untuk mengidentifikasi perubahan kondisi secara tepat waktu dan mengambil tindakan preventif sebelum kerusakan menjadi lebih parah. Dengan mengimplementasikan strategi perbaikan yang efektif dan efisien, dapat memastikan bahwa sistem transportasi tetap berfungsi optimal untuk kepentingan masyarakat dan pertumbuhan ekonomi kota.

DAFTAR PUSTAKA

- Ditjen Bina Marga. 2017. *Manual PKRMS Bagian 1 – Panduan Teknis Penerapan PRMS untuk Perencanaan, Pemrograman, dan Penganggaran Jalan Daerah*. Jakarta
- Ditjen Bina Marga. 2017. *Manual PKRMS Bagian 2 – Panduan Teknis Penerapan*. Jakarta
- Ditjen Bina Marga. 2017. *Manual PKRMS Bagian 3 – Panduan Pengumpulan Data*. Jakarta
- Brown, A., et al. (2019). *Prioritizing Road Repairs: A Comparative Analysis of Treatment Priority Index Methods*. *Journal of Transportation Engineering, Part A: Systems*, 145(7).
- Prasetyo, B., & Utomo, R. (2017). *Analisis Dampak Peningkatan Jumlah Kendaraan Terhadap Kemacetan Lalu Lintas di Kota Semarang*. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 3(1), 45-52.
- Smith, J., & Brown, L. (2020). *Roads to Growth: The Economic Impact of Transportation Infrastructure*. *Economic Development Quarterly*, 34(4), 344-358.
- Wirawan. (2018). *Dampak Urbanisasi dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Penambahan Jumlah Kendaraan Bermotor di Kota Semarang*. *Jurnal Transportasi Kota*, 10(2), 87-95.