PERKIRAAN PERUBAHAN POLA PERGERAKAN LALU LINTAS DAN TINGKAT POLUSI UDARA KOTA MADIUN AKIBAT BEROPERASINYA PINTU KELUAR-MASUK TOL MADIUN

DINGGA ARGA ADIJAYA

Taruna Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD.

Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520
dinggaadjaya@gmail.com

EFENDHI PRIH RAHARJO

Dosen Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD

Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520
efendhi.prih@ptdisttd.ac.id
efendhisttd@gmail.com

SUGITA

Dosen Program Studi Sarjana
Terapan Transportasi Darat
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD

Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung,
Bekasi, Jawa Barat 17520

ABSTRACT

The entrance of Madiun Toll Road is located to the north of Madiun City. After operation there are differences in movement patterns before operation and after the operation of the Madiun Toll Exit, there is also a change in traffic performance, and changes in air pollution levels in each affected section.

Therefore, there needs to be a study on the estimated change in madiun traffic movement patterns due to the entrance of Madiun Toll Road. The purpose of this study is to analyze madiun city traffic movement patterns in conditions before, after operating in 2019, and after the operation of madiun toll entrance in the year of the 2024 plan. The analysis used in the form of comparing traffic performance before operation, after operating 2019 and after the operation of madiun toll entrance in the year of the 2024 plan by modeling it using PTV Vissum application and limiting the level of air pollution affected by the Hobbs Method in each condition and compared to the threshold value. From the analysis, there were 24 segments affected from the comparison before and after the operation of madiun toll road, there were 13 segments that experienced a decrease in the performance of the segments and 11 segments that experienced improved segment performance. With the segments that need handling in the 2024 plan year, namely Basuki Rahmad 3 with V/C Ratio 0.94 and Section S Parman 1 with V/C Ratio 0.83. After the handling of the section, there was an improvement in the performance of Basuki Rahmad 3 with a V/C ratio of 0.53 and s parman 1 with a V/C ratio of 0.58. For pollution levels in the 2024 plan year there are 11 segments above the air pollution threshold. After handling, the number of segments that exceed the air pollution threshold is dropped to 7 segments.

Keywords: *Traffic Movement Pattern, Traffic Performance, Environmental Impact, Visum Application.*

ABSTRAKSI

Pintu keluar-masuk Tol Madiun terletak di sebelah utara Kota Madiun. Setelah pengoperasiannya terdapat perbedaan pola pergerakan sebelum beroperasi dan setelah beroperasinya pintu keluar-masuk Tol Madiun, terjadi pula perubahan kinerja lalu lintas, dan perubahan tingkat polusi udara di tiap ruas terdampak.

Maka perlu adanya suatu kajian mengenai perkiraan perubahan pola pergerakan lalu lintas Kota Madiun akibat pintu keluar-masuk Tol Madiun. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pola pergerakan lalu lintas Kota Madiun pada kondisi sebelum, setelah beroperasi 2019, dan setelah beroperasinya pintu keluar-masuk Tol Madiun di tahun rencana 2024. Analisis yang digunakan berupa membandingkan kinerja lalu lintas sebelum beroperasi, setelah beroperasi 2019 dan setelah beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun di tahun rencana 2024 dengan

memodelkannya menggunakan aplikasi PTV Vissum serta menghitung tingkat polusi udara ruas terdampak dengan Metode Hobbs pada tiap kondisi dan di bandingkan dengan nilai ambang batas. Dari hasil analisis, terdapat 24 ruas terdampak dari perbandingan sebelum dan sesudah pengoperasian pintu Tol Madiun, terdapat 13 ruas yang mengalami penurunan kinerja ruas dan 11 ruas yang mengalami peningkatan kinerja ruas. Dengan ruas yang perlu penanganan pada tahun rencana 2024 yaitu ruas Basuki Rahmad 3 dengan V/C Ratio 0,94 dan Ruas S Parman 1 dengan V/C Ratio 0,83. Setelah dilakukan penanganan pada ruas tersebut, terjadi peningkatan kinerja ruas Basuki Rahmad 3 dengan V/C ratio 0,53 dan ruas S Parman 1 dengan V/C ratio 0,58. Untuk tingkat polusi di tahun rencana 2024 terdapat 11 ruas diatas nilai ambang batas polusi udara. Setelah dilakukan penanganan, jumlah ruas yang melebihi nilai ambang batas polusi udara turun menjadi 7 ruas.

Kata kunci : Pola Pergerakan Lalu Lintas, Kinerja Lalu Lintas, Dampak Lingkungan , Aplikasi Visum.

PENDAHULUAN

Jalan tol Transjawa merupakan proyek pemerintah untuk menghubungkan kota-kota di pulau Jawa. Pintu tol Madiun mulai beroperasi pada tahun 2018. Pintu tol Madiun merupakan pintu tol terdekat dari Kota Madiun, tak lantas kendaraan yang biasanya menempuh perjalanan melewati Jalan Lintas Selatan ataupun dari Kota Madiun, Ponorogo, Kab.Madiun, Magetan dan sekitarnya yang akan melakukan perjalanan ke arah Jakarta atau Surabaya yang menggunakan jalan non-tol beralih menggunakan jalan tol untuk mempersingkat perjalanan melalui pintu tol Madiun. Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Madiun, untuk ruas jalan yang sebelumnya digunakan untuk melintas dari Selatan menuju Barat yaitu ruas jalan Urip Sumoharjo 1 memiliki V/C= 0,36. Semenantara itu terdapat beberapa ruas jalan yang memiliki V/C ratio yang tinggi, dan jalan tersebut merupakan jalan yang menjadi rute kendaraan untuk melanjutkan perjalanan ke pintu tol untuk kendaraan dari Selatan ke Utara yaitu ruas Jalan Basuki Rahmad 3 dengan V/C= 0,71. Terjadinya perubahan rute kendaraan menuju pintu keluar-masuk tol Madiun juga mempengaruhi tingkat polusi udara pada ruas jalan, baik ruas jalan yang mengalami penurunan volume kendaraan yang melintas maupun ruas jalan yang mengalami peningkatan volume kendaraan yang melintas.

TINJAUAN PUSTAKA

Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan merupakan kemampuan ruas jalan untuk menampung volume lalu lintas per satuan waktu.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Keterangan

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Sumber: MKJI, 1997

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan merupakan metode untuk memberikan batasan ukuran untuk dapat memberikan nilai kondisi suatu ruas jalan yang di lalui dengan volume lalu lintas maksimum saat ini dan peningkatannya di masa mendatang.

Tabel 1. Tingkat Pelayanan

No Pelayanan	Karakteristik	V/C Ratio
1 A	Kondisi arus bebas dengan kecepatan yang tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan	0,0 s/d 0,19
2 B	Arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0,20 s/d 0,44
3 C	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan dikendalikan. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0,45 s/d 0,69
4 D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan, V/C Rasio masih dapat ditolerir	0,70 s/d 0,84
5 E	Volume lalu lintas mendekati berada pada kapasitas. Arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti.	0,85 s/d 1
6 F	Arus yang dipaksakan atau macet, kecepatan rendah, volume dibawah kapasitas. Antrian yang panjang dan terjadi hambatan – hambatan yang besar.	>1

Sumber: MKJI, 1997

Tingkat Polusi Udara

Tahapan analisis polusi dilakukan dengan pendekatan pemodelan Regresi Polusi Udara (Hobbs, 1979). Pemodelan ini digunakan untuk menghitung polusi udara yang dikeluarkan pada setiap kendaraan pada wilayah kajian.

Tabel 2. Rumus Regresi Polutan

No	Jenis Polutan	Rumus Regresi	Keterangan
1	Konsentrasi CO (ppm)	$C = 2.96 + 0.00032V + 0.0000005V^2$	V = Volume kendaraan selama 3 jam
2	Konsentrasi Nox (m3)	$N = 46.9 - 0.036T + 0.00004T^2$	T = Volume Kendaraan
3	Tingkat Asap (m3)	$S = 9.49 + 0.022 V$	selama 1 Jam

Sumber : PP No. 41 Tahun 1999

Baku Mutu Kualitas Udara Ambien

Emisi gas buang merupakan pancaran gas yang berasal dari sisa pembakaran minyak bumi seperti bensin dan solar ke udara dari kendaraan bermotor.

Tabel 3. Baku Mutu Kualitas Udara Ambien

No	Parameter	Baku Mutu	Satuan
1	CO	10.000 atau 25	$\mu\text{g}/\text{m}^3$ atau ppm
2	NO2	150	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
3	SO2	365	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
4	HC	160	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
5	H2S	42	$\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sumber : Model Regresi Hobbs, 1979

METODOLOGI PENELITIAN

Alur pikir penelitian yaitu dengan mengamati wilayah studi dan menentukan permasalahan transportasi yang muncul di wilayah studi. Kemudian merumuskan masalah, dilanjutkan dengan menentukan tujuan penelitian. Kemudian melengkapi penelitian dengan kajian pustaka terkait landasan teori dan landasan hukum yang mendukung penelitian.

Setelah pengumpulan data, kemudian data diolah dan dianalisis, yang nantinya hasil dari analisis diharapkan dapat menjadi pemecah masalah dari permasalahan transportasi yang ada pada wilayah

kajian. Tahapan yang terakhir adalah menarik kesimpulan dan dilengkapi dengan saran dari hasil analisis.

ANALISA DAN PEMECAHAN MASALAH

1. Perbandingan Kinerja Lalu Lintas Kota Madiun Sebelum Beroperasi, Sesudah Beroperasi Tahun 2019, dan Sesudah Pengoperasian Pintu Keluar-Masuk Tol di Tahun 2024

Tabel 4. Kinerja Jaringan Jalan Kota Madiun Pada Tiap Kondisi

Indikator Kinerja Jaringan	Sebelum Pengoperasian	Sesudah Pengoperasian	Sesudah Pengoperasian Tahun 2024
Kecepatan Rata-Rata (Km/Jam)	33,99	33,91	32,73
Jarak Tempuh (Kend.Km)	98835,51	100319,94	137902,86
Waktu Perjalanan (Kend.Jam)	2559,74	2845,26	4233,37

Sumber: Hasil Analisis

2. Perbandingan Kinerja Lalu Lintas Kota Madiun Akibat Pengoperasian Pintu Keluar Masuk Tol Madiun

Perbandingan volume tiap ruas jalan dilakukan untuk mengetahui ruas mana saja yang terdampak akibat pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun dengan asumsi ruas yang terdampak memiliki kenaikan atau penurunan volume lalu lintas dan vc ratio sebesar 2.5%.

Tabel 5. Perbandingan Data Volume Lalu Lintas Sebelum Pengoperasian dan Sesudah Pengoperasian Pintu Keluar Masuk Tol Tahun 2019

No	Nama Jalan	Sebelum		Setelah Pengoperasian 2019		%	Keterangan
		Volume	V/C Ratio	Volume	V/C Ratio		
1	Basuki Rahmad 1	1652	0,33	1699	0,34	2,84	Terdampak
2	Basuki Rahmad 2	1690	0,37	1737	0,38	2,78	Terdampak
3	Basuki Rahmad 3	1648	0,69	1694	0,71	2,85	Terdampak
4	Di Pandjaitan 1	1121	0,36	1169	0,38	4,29	Terdampak
5	Di Pandjaitan 2	1447	0,32	1496	0,33	3,36	Terdampak
6	Mayjen Sungkono 1	1207	0,39	1177	0,38	-2,52	Terdampak
7	MT Haryono 1	1542	0,5	1590	0,51	3,14	Terdampak
8	MT Haryono 2	1446	0,47	1490	0,48	3,04	Terdampak
9	MT Haryono 3	1468	0,47	1506	0,49	2,6	Terdampak
10	Ringroad 1	1080	0,19	1129	0,2	4,58	Terdampak
11	Ringroad 2	829	0,15	871	0,15	5,11	Terdampak
12	S Parman 1	1784	0,58	1833	0,59	2,72	Terdampak
13	S Parman 2	1784	0,3	1833	0,31	2,72	Terdampak
14	S Parman 3	1667	0,53	1722	0,56	3,27	Terdampak
15	Soekarno Hatta 1	1155	0,19	1120	0,19	-3	Terdampak
16	Soekarno Hatta 2	1107	0,2	1174	0,2	-2,67	Terdampak
17	Trunojoyo 1	1249	0,23	1199	0,22	-3,99	Terdampak
18	Trunojoyo 2	1341	0,25	1303	0,24	-2,87	Terdampak
19	Trunojoyo 3	1605	0,29	1566	0,29	-2,4	Terdampak
20	Urip Sumoharjo 1	1864	0,37	1804	0,36	-3,2	Terdampak
21	Urip Sumoharjo 2	1387	0,26	1292	0,25	-6,81	Terdampak
22	Urip Sumoharjo 3	1387	0,26	1292	0,25	-6,81	Terdampak
23	Hayam Wuruk 1	1215	0,44	1159	0,42	-4,55	Terdampak
24	Hayam Wuruk 2	916	0,3	850	0,27	-7,18	Terdampak

Sumber: Hasil Analisis

Perubahan Pola Pergerakan Lalu Lintas Setelah beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun ditunjukkan dengan peningkatan/ penurunan volume dan penurunan/ peningkatan kinerja ruas terdampak dibanding dengan kinerja sebelum beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun, yaitu ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, Di Pandjaitan 1, Di Pandjaitan 2, Mt Haryono 1, Mt Haryono 2, Mt Haryono 3, S Parman 1, S Parman 2, S Parman 3, Ringroad 1, Ringroad 2. Mayjen Sungkono 1, Soekarno Hatta 1, Soekarno Hatta 2,

Trunojoyo 1, Trunojoyo 2, Trunojoyo 3, Urip Sumoharjo 1, Urip Sumoharjo 2, Urip Sumoharjo 3, Hayam Wuruk 1, Hayam Wuruk 2.

Tabel 6. Perbandingan Kinerja Ruas Terdampak Sebelum Pengoperasian dan Sesudah Pengoperasian Tahun 2019, dan Sesudah Pengoperasian Pintu Keluar Masuk Tol Tahun 2024

No	Nama Jalan	Sebelum		Sesudah		Sesudah	
		Pengoperasian V/C Ratio	LOS	Pengoperasian 2019 V/C Ratio	LOS	Pengoperasian 2024 V/C Ratio	LOS
1	Basuki Rahmad 1	0,33	B	0,34	B	0,48	C
2	Basuki Rahmad 2	0,37	B	0,38	B	0,50	C
3	Basuki Rahmad 3	0,69	C	0,71	D	0,94	E
4	Di Pandjaitan 1	0,36	B	0,38	B	0,53	C
5	Di Pandjaitan 2	0,32	B	0,33	B	0,44	B
6	Mayjen Sungkono 1	0,39	B	0,38	B	0,51	C
7	MT Haryono 1	0,50	C	0,51	C	0,65	C
8	MT Haryono 2	0,47	C	0,48	C	0,66	C
9	MT Haryono 3	0,47	C	0,49	C	0,58	C
10	Ringroad 1	0,19	A	0,20	A	0,30	B
11	Ringroad 2	0,15	A	0,15	A	0,25	B
12	S Parman 1	0,58	C	0,59	C	0,83	D
13	S Parman 2	0,30	B	0,31	B	0,44	B
14	S Parman 3	0,53	C	0,56	C	0,77	D
15	Soekarno Hatta 1	0,19	A	0,19	A	0,28	B
16	Soekarno Hatta 2	0,20	B	0,20	A	0,28	B
17	Trunojoyo 1	0,23	B	0,22	B	0,30	B
18	Trunojoyo 2	0,25	B	0,24	B	0,31	B
19	Trunojoyo 3	0,29	B	0,29	B	0,37	B
20	Urip Sumoharjo 1	0,37	B	0,36	B	0,49	C
21	Urip Sumoharjo 2	0,26	B	0,25	B	0,34	B
22	Urip Sumoharjo 3	0,26	B	0,25	B	0,34	B
23	Hayam Wuruk 1	0,44	B	0,42	B	0,60	C
24	Hayam Wuruk 2	0,30	B	0,27	B	0,42	B

Sumber: Hasil Analisis

Pada kondisi sebelum pengoperasian pintu tol, VC ratio tertinggi yaitu pada ruas jalan Basuki Rahmad 3 sebesar 0,69 dengan tingkat pelayanan ruas C. Pada kondisi setelah pengoperasian pintu tol tahun 2019, V/C ratio tertinggi yaitu pada jalan Basuki Rahmad sebesar 0,71 dengan tingkat pelayanan ruas D. Pada kondisi setelah pengoperasian tahun 2024 V/C ratio tertinggi pada ruas Basuki Rahmad 3 sebesar 0,94 dengan tingkat pelayanan E.

3. Rekomendasi

Dari data hasil analisis ruas terdampak, maka perlu adanya usulan penanganan/ rekomendasi yang harus dilakukan sesuai dengan permasalahan pada tahun 2024. Untuk meningkatkan kinerja ruas terdampak yang perlu adanya penanganan, dapat dilakukan dengan metode:

a. Pembatasan Jam Operasi Kendaraan Berat

Dari hasil pembebanan lalu lintas diatas, didapatkan kinerja ruas terdampak yang memerlukan penanganan sebagai berikut:

Tabel 7. Kinerja Ruas Setelah Pembatasan Jam Operasi Kendaraan Berat

No	Nama Jalan	Sebelum Penanganan		Setelah Penanganan	
		V/C Ratio	Kecepatan	V/C Ratio	Kecepatan
1	Basuki Rahmad 3	0,94	22,75	0,83	22,86
2	S Parman 1	0,83	24,5	0,75	25,17

Sumber: Hasil Analisis

b. Peningkatan Kapasitas Ruas Jalan

Dari data hasil analisis ruas terdampak, maka perlu adanya usulan penanganan/ rekomendasi yang harus dilakukan sesuai dengan permasalahan pada tahun 2024. Berikut merupakan table usulan rekomendasi pemecahan masalah pada tahun 2024.

Tabel 8. Usulan Peningkatan Kapasitas Ruas Terdampak

No	Ruas Bermasalah	V/C Ratio	Kecepatan	Usulan Rekomendasi
1	Basuki Rahmad 3	0,94	22,75	Pelebaran Jalan dari 2/2 UD menjadi 4/2 D dengan lebar jalan efektif 12m
2	S Parman 1	0,83	24,5	2 D dengan lebar jalan efektif 12m Pelebaran Jalan dari 2/2 UD menjadi 4

Sumber: Hasil Analisis

Dari table penanganan ruas terdampak kemudian dilakukan pembebanan di aplikasi Visum, sehingga didapatkan kinerja ruas sebagai berikut:

Tabel 9. Kinerja Ruas Setelah dilakukan Peningkatan Kapasitas

No	Nama Jalan	Sebelum Penanganan		Setelah Penanganan	
		V/C Ratio	Kecepatan	V/C Ratio	Kecepatan
1	Basuki Rahmad 3	0,94	22,75	0,53	28,72
2	S Parman 1	0,83	24,5	0,58	28,12

Sumber: Hasil Analisis

4. Analisis Polusi Udara

Tingkat polusi udara pada ruas terdampak pengoperasian pintu keluar masuk Tol Madiun dihitung menggunakan perhitungan regresi Hobbs (1979) untuk memperoleh konsentrasi CO, Nox dan Asap.

a. Nilai Polusi Udara Setelah Beroperasinya Pintu Tol Madiun Terhadap NAB

Dari perhitungan nilai ambang batas, bahwa pada kondisi ruas terdampak setelah pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun sebagian besar kondisi ruas di Kota Madiun pada kondisi aman.

b. Nilai Polusi Udara Sebelum Beroperasinya Pintu Tol Madiun Terhadap NAB

Dari perhitungan nilai ambang batas, bahwa pada kondisi sebelum pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun sebagian besar kondisi ruas di Kota Madiun pada kondisi aman.

c. Nilai Polusi Udara Setelah Beroperasinya Pintu Tol Madiun tahun 2024 Terhadap NAB

Tabel 10. Nilai Polusi Udara Setelah Beroperasinya Pintu Tol Madiun 2024 Terhadap NAB

No	Nama Jalan	NAB CO =25	NAB NOx = 150	NAB Tingkat Asap 1095
1	Basuki Rahmad 1	Aman	Berbahaya	Berbahaya
2	Basuki Rahmad 2	Aman	Berbahaya	Berbahaya
3	Basuki Rahmad 3	Aman	Berbahaya	Berbahaya
4	Di Pandjaitan 1	Aman	Aman	Aman
5	Di Pandjaitan 2	Aman	Aman	Berbahaya
6	Mayjen Sungkono 1	Aman	Aman	Aman
7	MT Haryono 1	Aman	Aman	Berbahaya
8	MT Haryono 2	Aman	Aman	Berbahaya
9	MT Haryono 3	Aman	Aman	Aman
10	Ringroad 1	Aman	Aman	Aman
11	Ringroad 2	Aman	Aman	Aman
12	S Parman 1	Berbahaya	Berbahaya	Berbahaya
13	S Parman 2	Berbahaya	Berbahaya	Berbahaya
14	S Parman 3	Aman	Berbahaya	Berbahaya
15	Soekarno Hatta 1	Aman	Aman	Aman
16	Soekarno Hatta 2	Aman	Aman	Aman
17	Trunojoyo 1	Aman	Aman	Aman
18	Trunojoyo 2	Aman	Aman	Aman
19	Trunojoyo 3	Aman	Aman	Berbahaya
20	Urip Sumoharjo 1	Aman	Berbahaya	Berbahaya
21	Urip Sumoharjo 2	Aman	Aman	Aman
22	Urip Sumoharjo 3	Aman	Aman	Aman
23	Hayam Wuruk 1	Aman	Aman	Aman
24	Hayam Wuruk 2	Aman	Aman	Aman

Sumber: Hasil Analisis

Terdapat beberapa ruas jalan yang sudah melebihi ambang batas dan dalam kondisi berbahaya seperti ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, DI Pandjaitan 2, MT Haryono 1, MT Haryono 2, S.Parman 1, S. Parman 2, S. Parman 3, Trunojoyo 3, Urip Sumoharjo 1.

- d. Perbandingan Tingkat Polusi Udara Pada Kondisi Sebelum Pengoperasian, Setelah Pengoperasian dan Setelah pengoperasian Pintu Keluar Masuk Tol Madiun di Tahun 2024 pada ruas terdampak.

Tabel 11. Perbandingan Tingkat Polusi Pada Jaringan Jalan Kota Madiun

No	Kondisi	CO (ppm)	NOX (m3)	Tingkat Asap (m3)
1	Sebelum Pengoperasian	251,23	1875,12	18745,85
2	Sesudah Pengoperasian	252,32	1887,34	18766,37
3	Sesudah pengoperasian Tahun 2024	395,07	3139,64	25604,48
4	Pembatasan Jam Operasi Kendaraan Berat 2024	340,60	2638,65	23271,09

Sumber: Hasil Analisis

- e. Rekomendasi Penanganan

Dari hasil perhitungan tingkat polusi dengan metode Hobbs, kemudian di bandingkan dengan nilai ambang batas pada ruas terdampak pengoperasian pintu keluar masuk Tol Madiun pada tahun 2024, terdapat ruas dengan tingkat polusi melebihi nilai ambang batas. Kemudian dilakukan penanganan pembatasan jam operasi kendaraan berat, didapatkan tingkat polusi sebagai berikut:

Tabel 12. Nilai Polusi Udara Setelah Beroperasinya Pintu Tol Madiun tahun 2024 Setelah Dilakukan Pembatasan Jam Operasi Kendaraan Berat Terhadap NAB

No	Nama Jalan	NAB CO =25	NAB NOx = 150	NAB Tingkat Asap 1095
1	Basuki Rahmad 1	Aman	Aman	Berbahaya
2	Basuki Rahmad 2	Aman	Aman	Berbahaya
3	Basuki Rahmad 3	Aman	Aman	Berbahaya
4	Di Pandjaitan 1	Aman	Aman	Aman
5	Di Pandjaitan 2	Aman	Aman	Aman
6	Mayjen Sungkono 1	Aman	Aman	Aman
7	MT Haryono 1	Aman	Aman	Aman
8	MT Haryono 2	Aman	Aman	Aman
9	MT Haryono 3	Aman	Aman	Aman
10	Ringroad 1	Aman	Aman	Aman
11	Ringroad 2	Aman	Aman	Aman
12	S Parman 1	Aman	Berbahaya	Berbahaya
13	S Parman 2	Aman	Berbahaya	Berbahaya
14	S Parman 3	Aman	Berbahaya	Berbahaya
15	Soekarno Hatta 1	Aman	Aman	Aman
16	Soekarno Hatta 2	Aman	Aman	Aman
17	Trunojoyo 1	Aman	Aman	Aman
18	Trunojoyo 2	Aman	Aman	Aman
19	Trunojoyo 3	Aman	Aman	Aman
20	Urip Sumoharjo 1	Aman	Berbahaya	Berbahaya
21	Urip Sumoharjo 2	Aman	Aman	Aman
22	Urip Sumoharjo 3	Aman	Aman	Aman
23	Hayam Wuruk 1	Aman	Aman	Aman
24	Hayam Wuruk 2	Aman	Aman	Aman

Sumber: Hasil Analisis

Dari perbandingan nilai ambang batas, bahwa pada kondisi ruas terdampak setelah pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun di tahun rencana 2024 setelah dilakukan penanganan pembatasan jam operasi kendaraan berat, jumlah ruas jalan yang melebihi ambang batas dan dalam kondisi berbahaya berkurang, seperti ruas DI Pandjaitan 2, MT Haryono 1, MT Haryono 2, Trunojoyo 3. Sementara ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, S.Parman 1, S. Parman 2, S. Parman 3, Urip Sumoharjo 1 masih melebihi nilai ambang batas.

KESIMPULAN

1. Kinerja jaringan jalan pada tahun 2019 setelah beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun memiliki kecepatan rata-rata perjalanan 33, 91 km/jam, jarak tempuh perjalanan 100.319,9 kend.km, dan nilai waktu perjalanan 2.845,26 kend.jam. Untuk kinerja jalan pada tahun 2024 setelah beroperasinya pintu keluar masuk tol Madiun memiliki kecepatan rata-rata perjalanan 32,73 km/jam, jarak tempuh perjalanan 137.902,86 kend.km, dan nilai waktu perjalanan 4.233,37 kend.jam. Perubahan Pola Pergerakan Lalu Lintas Setelah beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun ditunjukkan dengan peningkatan volume dan penurunan kinerja ruas terdampak dibanding dengan kinerja sebelum beroperasinya pintu keluar masuk Tol Madiun, yaitu ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, Di Pandjaitan 1, Di Pandjaitan 2, , Mt Haryono 1, Mt Haryono 2, Mt Haryono 3, S Parman 1, S Parman 2, S Parman 3, Ringroad 1, Ringroad 2.
2. Kinerja jaringan jalan pada tahun 2019 sebelum beroperasinya tol memiliki kecepatan rata-rata perjalanan 33, 99 km/jam, jarak tempuh perjalanan 98.835,51 kend.km, dan nilai waktu perjalanan 2.559,74 kend.jam. Perubahan pola pergerakan lalu lintas sebelum beroperasinya

- pintu keluar masuk Tol Madiun ditunjukkan dengan peningkatan kinerja ruas terdampak dengan kinerja setelah beroperasinya pintu keluar masuk tol Madiun, yaitu ruas Mayjen Sungkono 1, Soekarno Hatta 1, Soekarno Hatta 2, Trunojoyo 1, Trunojoyo 2, Trunojoyo 3, Urip Sumoharjo 1, Urip Sumoharjo 2, Urip Sumoharjo 3, Hayam Wuruk 1, Hayam Wuruk 2.
3. Rekomendasi pemecahan masalah pada tahun 2024 dilakukan pada ruas terdampak yang mengalami permasalahan ($V/C \text{ Ratio} \geq 0,80$) yaitu ruas Basuki Rahmad 3, S Parman 1, dengan melakukan penanganan dengan peningkatan kapasitas.
 4. Tingkat Karbon Monoksida (CO) pada kondisi setelah beroperasinya pintu keluar masuk tol tahun 2019 pada ruas terdampak adalah 252,32 ppm, Kadar Nitrit Oksida (NO_x) adalah 1887,34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan Tingkat Asap (S) adalah 18.766,37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tingkat polusi udara setelah pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun masih dibawah nilai ambang batas (NAB) dan kondisi ruas terdampak pada kondisi aman.
 5. Tingkat Karbon Monoksida (CO) pada kondisi sebelum beroperasinya pintu keluar masuk tol pada ruas terdampak adalah 251,226 ppm, kadar Nitrit Oksida (NO_x) 1875,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan Tingkat Asap (S) adalah 18745,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tingkat polusi udara sebelum pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun pada ruas terdampak masih dibawah nilai ambang batas (NAB) sehingga kondisi ruas di pada kondisi aman.
 6. Tingkat Karbon Monoksida (CO) pada kondisi setelah pengoperasian exit tol pada tahun 2024 adalah 395,066 ppm, Kadar Nitrit Oksida (NO_x) adalah 3.139,64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan tingkat asap (S) adalah 25.604,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tingkat Polusi Udara setelah pengoperasian pintu keluar masuk tol Madiun di tahun rencana 2024 sesuai dengan nilai ambang batas (NAB) ada beberapa ruas jalan yang sudah melebihi ambang batas dan dalam kondisi berbahaya seperti ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, DI Pandjaitan 2, MT Haryono 1, MT Haryono 2, S.Parman 1, S. Parman 2, S. Parman 3, Trunojoyo 3, Urip Sumoharjo1, Urip Sumoharjo 5.
 7. Tingkat Karbon Monoksida (CO) pada kondisi setelah pengoperasian exit tol pada tahun 2024 setelah penanganan berupa pembatasan jam operasi kendaraan berat adalah 340,60 ppm, Kadar Nitrit Oksida (NO_x) adalah 2.638,65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan tingkat asap (S) adalah 2.3271,09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dengan ruas terdampak dengan tingkat polusi udara melebihi nilai ambang batas yaitu Ruas Basuki Rahmad 1, Basuki Rahmad 2, Basuki Rahmad 3, S.Parman 1, S. Parman 2, S. Parman 3, Urip Sumoharjo 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Aden, Setiabudi Thomas. 1996. Dampak Transportasi Terhadap Lingkungan. Majalah Teknik Jalan dan Transportasi No.087 Juni. Ditjen Bina Marga. Jakarta.
- Hobbs F.D. 1979. *Traffic Planning and Engineering Second Edition*. Pergamon Press. British.
- Hobbs F.D, Totomiharjo S, Waldijono. 1995. Perencanaan Teknik Lalu Lintas Edisi Kedua. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- Kep.Walikota Madiun no 621-401.110/38/2019. Tentang Penetapan Ruas Jalan Sebagai Jalan Kota Madiun. Kota Madiun.
- Madiun Dalam Angka 2019. Kota Madiun: Badan Pusat Statistik Kota Madiun.
- Malkhamah, S. 2001. Perencanaan Lingkungan Transportasi. MSTT-UGM. Yogyakarta.
- Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI). 1997. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Pedoman PKL D IV-Tansportasi darat. 2019. Jurusan D IV Transportasi Darat. Bekasi.

- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 30 Tahun 2017 Tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Pemerintah No. 15 tahun 2005 Tentang Jalan Tol. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Jakarta.
- Pola Umum Transportasi Darat Wilayah Kota Madiun. 2019. Laporan Umum Tim PKL Kota Madiun Angk.XXXVIII.STTD, Bekasi.
- Rencana Tata Ruang Tata Wilayah Kota Madiun 2010-2030. 2020. Kota Madiun .
- Safitri, Mey Diana. 2019. Perubahan Pola Pergerakan Wilayah Terdampak Beroperasinya Overpass Manahan Kota Surakarta. Skripsi: Sekolah Tinggi Transportasi Darat.
- Safitri, Revy. 2015. Analisis Pola Pergerakan Berdasarkan Estimasi Matriks Asal Tujuan Menggunakan Data Telepon Seluler (Studi Kasus Provinsi Bali). Jurnal Propil. 3 (2).
- Setiawan, Dedy Arif. 2016. Pengaruh Pola Pergerakan Kendaraan Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Slamet Riyadi, Surakarta. Jurnal: UnIVersitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tamin, Offyar Z. 2000. Perencanaan, Pemodelan dan Rekayasa Transportasi. Bandung: Institut Teknik Bandung.
- Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009. Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Departemen Perhubungan, Jakarta.
- Wicaksono, Y.I, Indriastuti, Amelia Kusuma, dan Riyanto, Bambang. 2017. Perubahan Pola Pergerakan pada Simpang Kalibanteng Akibat Penerapan Manajemen Dua Arah pada Flyover. Jurnal: Universitas Diponegoro. Vol. 23, No. 1, 2017, 48-58.
- Wijayanto, Wahyu. 2011. Analisis Perubahan Pola Pergerakan Akibat Adanya Pembangunan Pusat Pemerintahan Provinsi Kepulauan Riau di Kota Tanjung Pinang. Skripsi: Sekolah Tinggi Transportasi Darat.
- Yanti, Eva. 2019. Analisis Pola Pergerakan Lalu Lintas Akibat Pengoperasian Tol Kota Baru di Kota Bandar Lampung. Skripsi: Sekolah Tinggi Transportasi Darat.