(e)ISSN 2615-1847 (p)ISSN 2615-1839
Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas – Vol. 10, No. 4, Oktober 2026

Perencanaan Jalan Lingkar Timur (Ring Road) untuk Evaluasi Kinerja Jaringan Jalan di Kabupaten Ponorogo

Planning of the East Ring Road for Evaluation Road Network Performance in Ponorogo Regency

Larasanda Hapsari Supraba[1,a)], Dessy Angga Afrianti[1,b)] & Edy Kurniawan[1,c)]

[1)]*Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan, Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD, Jl. Raya Setu No. 89, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520*

Koresponden : [a)]larasandahapsari@gmail.com, [b)]dessy.angga@ptdisttd.ac.id & [c)]edy.kurniawan@ptdisttd.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan kendaraan bermotor di Kabupaten Ponorogo sebesar 4,13% per tahun meningkatkan mobilitas sekaligus beban lalu lintas pada ruas jalan utama, terutama di kawasan pusat kota. Kondisi tersebut ditandai dengan penurunan kecepatan perjalanan dari 57 km/jam menjadi 43 km/jam serta peningkatan derajat kejenuhan (*V/C Ratio*) dari 0,41 menjadi 0,61. Penelitian ini bertujuan menganalisis pola distribusi perjalanan berdasarkan Matriks Asal Tujuan, mengevaluasi kinerja jaringan jalan pada kondisi eksisting tahun 2026 dan tahun rencana 2031, serta mengkaji pengaruh pembangunan Jalan Lingkar Timur terhadap kinerja jaringan jalan. Analisis dilakukan menggunakan model transportasi empat tahap yang meliputi bangkitan, distribusi, pemilihan moda, dan pembebanan perjalanan dengan bantuan perangkat lunak PTV Visum, kemudian divalidasi menggunakan uji GEH. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada skenario *Do-Nothing* tahun 2031 diperoleh kecepatan rata-rata jaringan sebesar 48,3 km/jam, waktu tempuh total 143,8 smp-jam, dan jarak tempuh total 6.944,1 smp-km. Pada skenario *Do-Something*, waktu tempuh jaringan menurun menjadi 111,7 smp-jam dan jarak tempuh menjadi 5.326,4 smp-km, meskipun kecepatan rata-rata sedikit menurun menjadi 47,7 km/jam akibat redistribusi arus lalu lintas. Pembangunan Jalan Lingkar Timur mampu mengalihkan perjalanan regional dari pusat kota ke koridor lingkar, sehingga beban lalu lintas lebih merata dan mendukung peningkatan aksesibilitas sesuai RTRW Kabupaten Ponorogo Tahun 2024–2044.

Kata Kunci : Manajemen Infrastruktur, Jalan Lingkar Timur, Kinerja Jaringan Jalan, PTV Visum, Matriks Asal Tujuan

PENDAHULUAN

Dalam Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan merupakan prasarana transportasi darat yang memiliki peranan penting dalam mendukung perkembangan nasional, pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, serta peningkatan kesejahteraan masyarakat. Jalan sebagai bagian dari sistem transportasi nasional harus mampu memberikan pelayanan secara optimal dengan memperhatikan aspek manfaat, keamanan, keselamatan, kenyamanan, efisiensi, dan keterpaduan antarmoda (UU NO.38, 2004)

Sejalan dengan peran tersebut, pembangunan infrastruktur jalan menjadi salah satu upaya penting dalam meningkatkan konektivitas, aksesibilitas, serta kelancaran pergerakan

orang dan barang. Namun, pembangunan jalan tidak hanya berorientasi pada penyediaan infrastruktur baru, tetapi juga perlu diikuti dengan pengelolaan dan pemeliharaan agar fungsi serta tingkat pelayanan jalan dapat dipertahankan. Salah satu permasalahan transportasi adalah bercampurnya lalu lintas menerus (*through traffic*) dengan lalu lintas lokal di kawasan perkotaan yang dapat meningkatkan tundaan dan kemacetan (Halim et al., 2023)

Manajemen aset jalan diperlukan sebagai pendekatan sistematis untuk mengelola infrastruktur jalan sepanjang siklus hidupnya dengan mempertimbangkan kondisi, kinerja, biaya, dan risiko (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Penerapan manajemen aset memungkinkan pembangunan, pemeliharaan, dan pengembangan jalan dilakukan secara terintegrasi sehingga aset jalan dapat memberikan pelayanan yang optimal, efektif, efisien, dan berkelanjutan. Hal ini menjadi penting bagi Kabupaten Ponorogo yang memiliki peran strategis sebagai simpul kegiatan regional bagi wilayah Madiun, Pacitan, Trenggalek, Wonogiri, dan Magetan.

Berdasarkan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Ponorogo Tahun 2024-2044 Pasal 5 Ayat (7), strategi peningkatan aksesibilitas antarwilayah dilakukan melalui penyediaan dan pengembangan jaringan jalan (PONOROGO, 2024). Salah satu bentuk implementasi strategi tersebut adalah rencana pembangunan Jalan Lingkar Timur, yang direncanakan sebagai jalur alternatif untuk mengalihkan kendaraan dengan perjalanan menerus, khususnya kendaraan regional dan angkutan barang, agar tidak melintasi pusat kota. Rencana ini juga sejalan dengan Studi Pembangunan Jalan Lingkar Kota Kabupaten Ponorogo Tahun 2016 (BAPEDDA, 2016).

Berdasarkan hasil analisis Tim PKL Kabupaten Ponorogo Tahun 2026, kecepatan kendaraan yang semula mencapai rata-rata 57 km/jam di luar kawasan perkotaan menurun menjadi 43 km/jam saat memasuki jalan perkotaan, sementara derajat kejenuhan atau *V/C Ratio* meningkat dari 0,41 menjadi 0,61 (PKL Kabupaten Ponorogo, 2026). Total pergerakan di wilayah studi mencapai 3.080.433 orang per hari, didominasi pergerakan internal-internal sebesar 86,97%. Data SAMSAT Kabupaten Ponorogo juga mencatat laju pertumbuhan kendaraan sebesar 4,13% per tahun, dengan kepemilikan kendaraan mencapai 643.513 unit pada tahun 2025. Kondisi ini diperberat oleh tingginya keterlibatan kendaraan berat dalam kecelakaan lalu lintas periode 2021-2025. (SAMSAT, 2025)

Karena RTRW Kabupaten Ponorogo Tahun 2024-2044 tidak menetapkan tahun pelaksanaan pembangunan Jalan Lingkar Timur, penelitian ini tidak bertujuan memprediksi waktu pembangunan, melainkan mengevaluasi dampak kinerja jaringan jalan apabila Jalan Lingkar Timur dibangun pada tahun rencana 2031, yaitu lima tahun setelah tahun eksisting 2026. Tujuan penelitian ini adalah: (1) menganalisis pola distribusi perjalanan berdasarkan Matriks Asal Tujuan pada kondisi eksisting 2026 dan tahun rencana 2031; (2) menganalisis pembebanan perjalanan pada skenario *Do-Nothing* dan *Do-Something* tahun rencana 2031; serta (3) menganalisis pengaruh perencanaan Jalan Lingkar Timur terhadap perubahan kinerja jaringan jalan dan aksesibilitas antarwilayah sesuai arahan RTRW Kabupaten Ponorogo.

METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan jadwal penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan di Kabupaten Ponorogo yang berfokus pada ruas jalan yang terdampak dari perencanaan Jalan Lingkar Timur di Kabupaten Ponorogo. Waktu pelaksanaan penelitian dari Januari-Mei 2026.

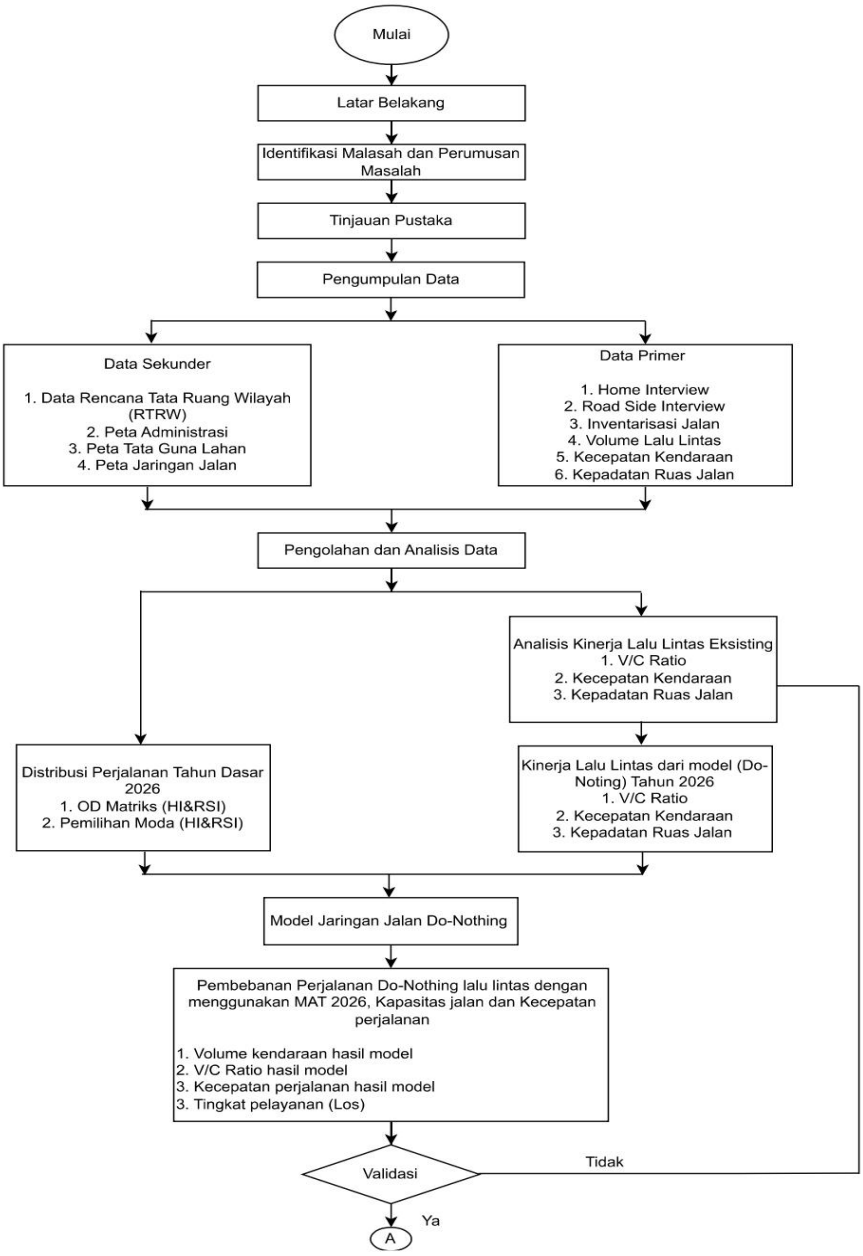
Metode penelitian

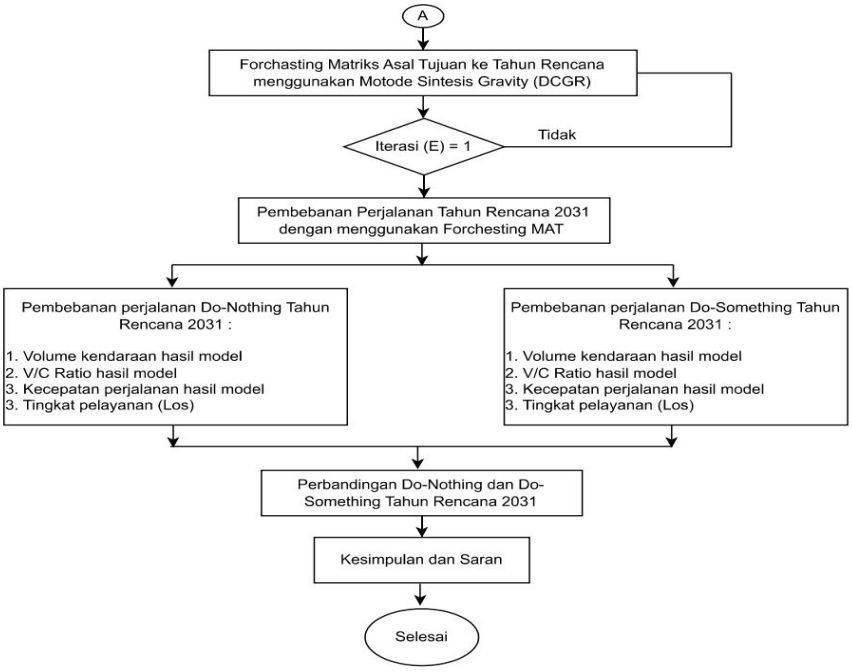
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif berupa pemodelan transportasi empat tahap (*trip generation, trip distribution, modal split, dan trip assignment*) yang diterapkan pada jaringan jalan kolektor terdampak Jalan Lingkar Timur di Kabupaten

Ponorogo, dengan fokus pada pola perjalanan angkutan barang dari arah Madiun menuju Trenggalek. Objek penelitian dibatasi pada aspek teknis transportasi tanpa mempertimbangkan aspek ekonomi dan finansial, serta tidak mengkaji kinerja simpang. Analisis dilakukan pada tiga skenario, yaitu kondisi eksisting jaringan jalan tahun 2026, kondisi *Do-Nothing* (tanpa Jalan Lingkar Timur) tahun rencana 2031, dan kondisi *Do-Something* (dengan Jalan Lingkar Timur) tahun rencana 2031.

Matriks Asal Tujuan (MAT) tahun rencana 2031 diperoleh melalui Matriks Asal Tujuan dari peramalan menggunakan model *gravity* berbatasan dua (*Doubly Constrained Gravity Model/DCGR)* dengan menggunakan hambatan jarak tempuh (km), yang dipilih karena mampu menjaga konsistensi total bangkitan dan tarikan per zona sehingga MAT lebih stabil untuk dibandingkan antarskenario (Cai, 2020). Pembebanan lalu lintas (*trip assignment*) dilakukan dengan perangkat lunak PTV Visum 2026 menggunakan metode *Equilibrium Assignment* berdasarkan prinsip *User Equilibrium*, sehingga setiap pengguna jalan memilih rute dengan biaya perjalanan minimum (Suartawan et al., 2024). Kalibrasi model dilakukan dengan membandingkan hasil pembebanan terhadap volume hasil survei lapangan, dan apabila diperlukan *dilakukan Matrix Estimation (Matrix Correction)* agar hasil model mendekati kondisi aktual. (Pandia & Mayuni, 2024).

Validasi model dilakukan menggunakan statistik *Geoffrey E. Havers (GEH)*, yaitu metode yang digunakan untuk mengukur kesesuaian antara volume lalu lintas hasil pemodelan dengan volume lalu lintas hasil pengamatan lapangan. Model dinyatakan memenuhi kriteria validasi apabila sekurang-kurangnya 85% nilai GEH kurang dari 5, sedangkan nilai GEH antara 5–10 memerlukan pemeriksaan lebih lanjut dan nilai lebih dari 10 menunjukkan adanya ketidaksesuaian yang perlu ditinjau kembali dalam model (FHWA; WebTAG) (Formosa et al., 2022). Kinerja jaringan jalan pada setiap skenario dianalisis menggunakan indikator waktu tempuh total (smp-jam), jarak tempuh total (smp-km), dan kecepatan rata-rata jaringan (km/jam), yang kemudian dibandingkan antara kondisi eksisting 2026, *Do-Nothing* 2031, dan *Do-Something* 2031.


Mulai
Latar Belakang
Identifikasi Malasah dan Perumusan Masalah
Tinjauan Pustaka
Pengumpulan Data
Data Sekunder
1. Data Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW)
2. Peta Administrasi
3. Peta Tata Guna Lahan
4. Peta Jaringan Jalan
Data Primer
1. Home Interview
2. Road Side Interview
3. Inventarisasi Jalan
4. Volume Lalu Lintas
5. Kecepatan Kendaraan
6. Kepadatan Ruas Jalan
Pengolahan dan Analisis Data
Analisis Kinerja Lalu Lintas Eksisting
1. V/C Ratio
2. Kecepatan Kendaraan
3. Kepadatan Ruas Jalan
Distribusi Perjalanan Tahun Dasar 2026
1. OD Matriks (HI&RSI)
2. Pemilihan Moda (HI&RSI)
Kinerja Lalu Lintas dari model (Do-Noting) Tahun 2026
1. V/C Ratio
2. Kecepatan Kendaraan
3. Kepadatan Ruas Jalan
Model Jaringan Jalan Do-Nothing
Pembebanan Perjalanan Do-Nothing lalu lintas dengan menggunakan MAT 2026, Kapasitas jalan dan Kecepatan perjalanan
1. Volume kendaraan hasil model
2. V/C Ratio hasil model
3. Kecepatan perjalanan hasil model
3. Tingkat pelayanan (Los)
Validasi
Tidak
Ya
A



Gambar 1. Bagan Alir

PENGUMPULAN DATA

Data yang digunakan terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder meliputi peta RTRW, peta administrasi, peta tata guna lahan, dan peta jaringan jalan yang diperoleh dari Bappeda, BPS, dan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Ponorogo. Data primer meliputi data inventarisasi jalan, volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas, data asal-tujuan kendaraan, serta data perjalanan angkutan barang, yang dikumpulkan melalui survei inventarisasi, survei pencacahan lalu lintas terklasifikasi *(traffic counting)*, dan survei wawancara tepi jalan *(road side interview)* yang membedakan pola pergerakan internal-eksternal, eksternal-internal, dan eksternal-eksternal.

ANALISIS PENELITIAN

a. **Distribusi perjalanan tahun 2026 untuk mengetahui distribusi perjalanan tahun rencana 2031**

- <u>Distribusi perjalanan tahun 2026</u>

  Sebelum mengetahui distribusi perjalanan pada tahun 2031, berikut merupakan distribusi perjalanan tahun 2026 yang dijadikan dasar untuk pertumbuhan perjalanan pada tahun 2031:

Tabel 1. Matriks Asal Tujuan (MAT) Tahun 2026 (orang/hari)

ZONA	1	2	3	5	5	6	7	9	9	10	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	Jumlah
1	7983	19560	20000	14513	19531	12688	10750	11900	11688	6125	1670		7066	3625	3625	2261	188	250	7563	3750	6188	6613	3188	438	3938	0	125	250	232513
2	21688	8438	15250	12925	13875	15875	12625	12125	7688	5500	7490		5188	5563	3813	188	150	250	7563	3750	5188	3313	313	438	3938	0	125	250	194446
3	19065	14063	7131	12338	13563	12938	11500	10013	8650	5213	10638		6688	1250	2763	125	125	125	7688	5138	5080	4000	3188	563	3133	188	63	375	186080
4	16750	14688	12750	4500	11938	14500	11438	9125	9438	6250	7250		5250	5500	2813	63	125	125	7625	3688	5988	2375	3188	438	2688	63	125	438	169059
5	19656	14813	14813	12388	9513	10500	7688	7000	6690	5625	3938		2750	7000	1950	63	250	250	6250	4138	5138	3250	2438	563	5138	0	0	313	161216
6	19568	17063	16250	15125	12550	6875	12500	8438	9793	5688	9875		5063	3688	4125	313	188	188	6750	5938	6500	2625	750	938	7063	63	0	438	195132
7	11000	13613	17150	11163	7650	11438	9000	6925	2138	1888	5563		10000	4566	688	625	188	250	688	625	1375	438	10188	325	625	0	188	438	131746
8	8813	10813	11000	8250	7688	8438	13250	9750	2313	2613	2313		9313	11438	5375	375	125	125	688	625	1375	438	10188	313	625	0	63	250	95507
9	12375	10000	9793	9188	6631	6588	7713	1888	6131	7013	1125		683	633	313	153	125	250	1563	313	688	250	288	63	688	0	0	125	90571
10	12625	6875	6688	6613	6250	7625	1813	5813	10875	1313	1125		688	375	2625	4388	4388	1250	7500	313	688	250	250	63	813	1563	0	0	108819
11	8653	3875	4444	3625	2750	3575	4688	2375	1125	1563	6633		5000	5138	1375	750	625	625	250	625	4625	313	188	313	1563	125	0	0	76808
12	7438	8550	6125	7250	3563	9038	5750	688	1063	5875	6125		10250	5375	668	375	188	125	4750	6750	6938	7563	750	0	500	63	188	250	118088
13	9650	6750	6488	6675	5831	12878	5125	8150	656	8888	5375		10250	1063	375	188	125	188	4388	6750	6938	7563	750	0	63	0	125	313	117618
16	5125	5313	5250	4375	7375	5875	15188	10688	500	6688	6979		10250	1063	533	125	125	125	4250	1333	8750	10188	313	0	63	0	125	2438	117168
16	9975	6313	5188	5448	4000	1228	5660	500	625	1250	3668		11313	9000	5063	125	125	125	375	236	1250	750	123	0	63	0	125	313	11766
15	3975	5375	5188	5440	2000	12588	4500	5563	1613	1563	688		10688	688	688	0	0	0	438	63	375	750	125	0	63	0	125	313	66006
17	3250	3375	3000	2250	2000	4631	983	313	3138	1668	438		250	438	633	0	0	63	63	63	188	00	125	0	125	0	0	0	35059
14	313	125	188	125	125	438	63	63	575	438	188		125	0	0	0	1875	3108	0	0	188	63	0	63	0	4063	0	125	19498
18	6250	6750	6875	4688	5888	3938	250	250	12013	463	125		0	0	0	438	688	9813	0	0	188	63	0	125	0	2125	0	0	49883
19	5500	4438	5250	3875	688	5750	375	250	7688	6875	6813		250	188	63	63	63	125	6938	6188	1188	188	250	11875	63	63	0	63	99613
20	9650	6000	7188	5313	3388	7063	1688	938	688	188	4625		3138	250	313	63	63	0	375	625	1250	10688	14813	0	63	63	0	63	111759
21	6250	2388	2813	2563	438	3125	238	313	325	313	438		12500	8655	375	63	63	188	250	625	12500	12500	63	188	0	0	750	63	98615
22	438	188	125	125	250	1888	313	313	188	188	938		625	250	313	125	125	188	125	125	313	188	188	313	0	0	0	0	6828
23	188	563	500	438	375	1563	125	125	125	313	125		668	250	188	250	63	122	125	188	250	563	188	313	0	63	0	0	6906
24	313	313	188	188	63	1888	563	313	188	313	188		938	625	688	125	63	188	125	188	250	188	188	313	0	63	0	0	4899
XXV	188	563	500	438	375	1563	125	125	125	313	125		668	250	188	250	63	122	125	188	250	563	188	313	0	63	0	0	6906
XXVI	13241	11849	12656	17398	12563	11888	20763	6734	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8633	457	244	126067
XXVII	1679	1905	1616	1500	771	1013	250	188	154	154	186		243	33	0	431	0	0	0	0	0	0	154	154	2960	8863	0	0	23654
XXVIII	645	188	563	313	771	1025	125	0	0	0	0		771	1161	1032	0	0	0	0	0	0	0	0	13	495	1664	0	0	8765
XXIX	6051	2804	2461	2078	626	7646	5545	2542	0	0	0		0	0	4835	182	0	0	0	0	0	182	4257	0	0	1664	2764	0	24517
Jumlah	246831	208830	201237	192323	174045	207266	192776	156425	97910	105086	77508		142792	116474	68365	32836	34194	14194	37038	96942	80254	111320	97853	77400	7584	49680	37885	6788	3034467

MAT 2026 menunjukkan pergerakan terbesar internal-internal dari Zona 2–1 sebesar 21.688 perjalanan/hari, eksternal-eksternal Zona 26–27 sebesar 22.634 perjalanan/hari, eksternal-internal Zona 26–8 sebesar 20.716 perjalanan/hari, dan internal-eksternal Zona 6–25 sebesar 7.063 perjalanan/hari. MAT tersebut selanjutnya diproyeksikan ke tahun 2031 menggunakan *Doubly Constrained Gravity Model* sebagai dasar pembebanan lalu lintas.

- Kinerja Jaringan Jalan Eksisting Tahun 2026

Tabel 2a. Kinerja Lalu Lintas Eksisting Tahun 2026

NO	NAMA JALAN	KAPASITAS (smp/jam)	VOLUME (smp/jam)	DERAJAT KEJENUHAN	LOS	KECEPATAN (km/jam)	KEPADATAN (SMP/km)
1	JL PONOROGO - MADIUN (1)	4779,77	1888,91	0,40	B	65,83	7,17
2	JL PONOROGO - MADIUN (2)	4194,28	1702,20	0,41	B	61,60	13,82
3	JL ARIF RAHMAN HAKIM (1)	2884,07	1169,30	0,41	C	57,13	10,23
4	JL ARIF RAHMAN HAKIM (2)	2763,90	1149,60	0,42	B	54,75	10,50
5	JL LETJEND S PARMAN (1)	2348,79	865,55	0,37	B	50,94	8,50
6	JL LETJEND S PARMAN (2)	2276,15	983,09	0,43	B	49,50	9,93
7	JL MT HARYONO	2632,00	1223,55	0,46	C	60,04	10,03
8	JL DIPONEGORO (1)	2914,11	1644,80	0,56	C	48,56	16,93
9	JL DIPONEGORO (2)	2914,11	1172,35	0,40	B	48,89	11,99
10	JL HASYIM ASYARI	3244,72	1988,45	0,61	C	43,88	11,25
11	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	4356,00	1823,94	0,42	B	61,62	14,80
12	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	4444,00	1724,67	0,39	B	58,53	14,73
13	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	3843,84	1619,52	0,42	B	55,99	14,46
14	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	3843,84	1575,55	0,41	B	56,60	13,92
15	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	3880,00	1988,73	0,51	C	54,43	18,27
16	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	3647,20	1802,80	0,49	B	50,33	17,91
17	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	3414,40	1792,3	0,52	B	48,41	18,51
18	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	3530,80	1283,88	0,36	B	55,32	11,60
19	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	3398,40	531,70	0,16	A	57,03	4,66
20	JL MAYJEND SUTOYO	1315,32	572,70	0,44	B	58,27	4,90
21	JL BRIGJEN KATAMSO	2221,14	782,40	0,35	B	51,76	7,56
22	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	2935,99	1320,45	0,45	C	47,71	14,12
23	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	2754,38	1266,40	0,46	C	45,34	13,93
24	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	626,33	0,20	B	53,26	5,88
25	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	615,84	0,19	B	50,72	6,07

Tabel 2b. Kinerja Lalu Lintas Eksisting Tahun 2026

NO	NAMA JALAN	KAPASITAS (smp/jam)	VOLUME (smp/jam)	DERAJAT KEJENUHAN	LOS	KECEPATAN (km/jam)	KEPADATAN (SMP/km)
26	JL. KI ANGEN KUTU (2)	2651,22	695,35	0,26	B	56,13	6,19
27	JL. KI ANGEN KUTU (3)	2735,83	833,35	0,30	B	56,51	7,37
28	JL. KI ANGEN KUTU (4)	3315,26	917,90	0,28	B	52,81	8,69

Hasil analisis kinerja ruas jalan 2026 berdasarkan (PKJI, 2023) menunjukkan nilai derajat kejenuhan yang bervariasi. Jl. Hasyim Asy'ari memiliki nilai tertinggi sebesar 0,61 dengan LOS C dan kecepatan 43,88 km/jam, sedangkan Jl. Ponorogo–Trenggalek (4) terendah sebesar 0,16 dengan LOS A dan kecepatan 57,03 km/jam. Kondisi ini menjadi dasar evaluasi pengaruh Jalan Lingkar Timur terhadap kinerja jaringan jalan Kabupaten Ponorogo.

Tabel 3. Kinerja Jaringan Jalan Eksisting Tahun 2026

Unjuk Kinerja Jaringan Jalan Tahun 2026		
Parameter Kinerja Jaringan Jalan	**Satuan**	***Do-Nothing***
Waktu Perjalanan	smp-jam	1141,8
Jarak Tempuh	smp-km	60245,84
Kecepatan rata-rata	km/jam	52,76

Hasil analisis kinerja jaringan jalan Kabupaten Ponorogo tahun 2026 menunjukkan waktu perjalanan total sebesar 1.141 smp-jam, jarak tempuh 60.245,84 smp-km, dan kecepatan rata-rata 52,76 km/jam, yang mengindikasikan kondisi jaringan masih relatif baik dengan arus lalu lintas yang sebagian besar lancar. Validasi model dilakukan menggunakan uji GEH untuk mengukur kesesuaian volume hasil survei lapangan dengan volume hasil pemodelan, yang perhitungannya dapat dilakukan menggunakan Microsoft Excel.

Tabel 4a. Hasil Uji GEH Ruas Jalan Terdampak

No	Nama Ruas	Volume (smp/jam)		GEH	Keputusan
		Survei	Model		
1	PONOROGO-MADIUN 2	1024,6	1002,46	0,69544	Diterima
2	PONOROGO-MADIUN 2	677,6	676,4	0,04612	Diterima
3	PONOROGO-MADIUN 1	1065,4	950,43	3,62141	Diterima
4	PONOROGO-MADIUN 1	823,5	786,57	1,30171	Diterima
5	ARIF RAHMAN HAKIM 1	1149,6	1119,01	0,90827	Diterima
6	ARIF RAHMAN HAKIM 2	1169,3	1112,06	1,6948	Diterima
7	LETJEN S PARMAN 1	448,7	476,93	1,31222	Diterima
8	LETJEN S PARMAN 1	416,9	445,95	1,40105	Diterima
9	LETJEN S PARMAN 2	505,5	478,02	1,23855	Diterima
10	LETJEN S PARMAN 2	477,6	447,93	1,37944	Diterima

Tabel 4b. Hasil Uji GEH Ruas Jalan Terdampak

No	Nama Ruas	Volume (smp/jam)		GEH	Keputusan
		Survei	Model		
10	LETJEN S PARMAN 2	477,6	447,93	1,37944	Diterima
11	MT HARYONO	620,4	649,71	1,16308	Diterima
12	MT HARYONO	603,2	651,74	1,93777	Diterima
13	DIPONEGORO 1	1172,4	1122,88	1,46177	Diterima
14	DIPONEGORO 2	1644,7	1130,34	13,8085	Ditolak
15	HASYIM ASHARI	885,8	1130,34	7,70202	Dapat Diterima
16	HASYIM ASHARI	1102,7	1122,88	0,60645	Diterima
17	PONOROGO-PACITAN 2	1823,9	1728,91	2,25468	Diterima
18	PONOROGO-PACITAN 1	1724,7	1807,17	1,96314	Diterima
19	PONOROGO-PACITAN 3	1619,5	1020,67	16,4822	Ditolak
20	PONOROGO-PACITAN 4	1575,5	1026,54	15,2206	Ditolak
21	PONOROGO-PACITAN 5	970,9	1020,67	1,57742	Diterima
22	PONOROGO-PACITAN 5	1017,8	1026,54	0,27235	Diterima
23	PONOROGO-TRENGGALEK 1	938,7	1027,38	2,82869	Diterima
24	PONOROGO-TRENGGALEK 1	864,1	1020,67	5,0994	Dapat Diterima
25	PONOROGO-TRENGGALEK 2	917,3	1020,67	3,32093	Diterima
26	PONOROGO-TRENGGALEK 2	875,0	1027,38	4,93939	Diterima
27	PONOROGO-TRENGGALEK 3	620,6	638,73	0,72083	Diterima
28	PONOROGO-TRENGGALEK 3	663,2	711,23	1,83055	Diterima
29	PONOROGO-TRENGGALEK 4	256,0	244,7	0,71418	Diterima
30	PONOROGO-TRENGGALEK 4	282,0	248,82	2,03666	Diterima
31	MAYJEN SUTOYO	269,5	338,33	3,94822	Diterima
32	MAYJEN SUTOYO	303,2	356,58	2,93896	Diterima
33	BRITGEN KATAMSO	395,5	338,33	2,9846	Diterima
34	BRITGEN KATAMSO	386,9	356,58	1,57257	Diterima
35	LETJEN SUPRAPTO 2	685,6	636	1,9276	Diterima
36	LETJEN SUPRAPTO 2	580,9	622,64	1,70359	Diterima
37	LETJEN SUPRAPTO 1	700,6	622,64	3,03087	Diterima
38	LETJEN SUPRAPTO 1	619,9	636	0,64449	Diterima
39	KI AGENG KUTU 1	626,3	656,33	1,18482	Diterima
40	KI AGENG KUTU 1	615,8	649,74	1,34763	Diterima
41	KI AGENG KUTU 2	292,7	350,18	3,20894	Diterima
42	KI AGENG KUTU 2	402,7	422,16	0,95823	Diterima

Tabel 4c. Hasil Uji GEH Ruas Jalan Terdampak

No	Nama Ruas	Volume (smp/jam)		GEH	Keputusan
		Survei	Model		
43	KI AGEG KUTU 3	399,4	350,18	2,53992	Diterima
44	KI AGENG KUTU 3	434,0	422,16	0,57225	Diterima
45	KI AGENG KUTU 4	453,9	457,81	0,18313	Diterima
46	KI AGENG KUTU 4	464,0	465,66	0,07699	Diterima

Berdasarkan hasil validasi menggunakan metode GEH pada ruas jalan di Kabupaten Ponorogo, diperoleh 41 ruas jalan yang memiliki nilai GEH < 5 dan diterima. Nilai tersebut setara dengan 89% yang artinya bahwa volume lalu lintas hasil permodelan mendekati dengan volume hasil survei di lapangan.

- Distribusi perjalanan tahun rencana 2031

Distribusi perjalanan tahun dasar digunakan sebagai dasar *traffic assignment* setelah dikalibrasi melalui perbandingan volume hasil model dengan survei. Penyusunan MAT tahun rencana 2031 melibatkan seluruh zona internal dan eksternal untuk menjaga keseimbangan bangkitan dan tarikan serta merepresentasikan perubahan pola pergerakan akibat pertumbuhan lalu lintas dan pembangunan Jalan Lingkar Timur Kabupaten Ponorogo. Distribusi perjalanan selanjutnya dihitung menggunakan model gravitasi dengan matriks hambatan perjalanan (Cij) berdasarkan jarak antarzona hasil survei, yang digunakan dalam fungsi hambatan (*impedance function*) sesuai konsep distribusi perjalanan (Tamin, 2000).

Tabel 5. Matriks Hambatan Jarak Tempuh (km)

ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX
1	0	1,6	2,4	1,2	7,4	5,8	7,6	8,3	12,7	20,7	13,8	9,3	12,7	16,1	19,6	27,6	41,4	36,8	24,2	17,3	19,6	23	23	35,7	17,3	19,6	51,8	40,6	79,8
2	1,6	0	3,9	4	7	3,8	10,7	11,4	11,5	18,4	13,8	10,5	13,8	17,3	20,7	26,5	39,1	35,7	25,3	18,4	20,7	24,2	24,2	36,8	18,6	18,2	50,2	42,2	81,9
3	2,4	3,9	0	3,2	8,9	7,6	9,9	10,6	15	23	10,9	6	9,3	13,8	20,7	29,9	43,7	39,1	20,7	13,8	16,1	19,6	25,3	32,2	22,1	21,5	47,9	40	82,9
4	1,2	4	3,2	0	6,3	4,8	6	7,4	11,8	21,2	14,7	9,4	12,5	14,8	17,7	27,8	42	37,6	19,4	17,1	19,4	22,9	21,5	36	20,6	23,5	49,4	38,5	80,5
5	7,4	7	8,9	6,3	0	6,1	13	13,7	5,9	21,4	18,5	15,1	18,2	21,2	23,2	22,8	42,2	37,8	29,6	25,1	25,1	28,5	27,8	41,7	14,2	12,1	54,4	47,9	81,9
6	5,8	3,8	7,6	4,8	6,1	0	12,8	13,3	8,7	14,1	13	9,7	16,9	20,6	23,8	24,7	37	32,7	19,7	17,4	19,6	27,3	27,6	40,4	26,1	21,9	44,3	41,6	86,3
7	7,6	10,7	9,9	6	13	12,8	0	5,4	18,4	27,8	21,4	16,1	14,8	8,3	11,5	34,5	48,5	44,3	22,7	23,9	24,8	25,2	15	38,3	20,1	27,8	54,2	33,9	74
8	8,3	11,4	10,6	7,4	13,7	13,3	5,4	0	18,4	28,8	21,9	16,1	19,6	13,8	11,5	34,5	49,5	44,9	31,1	24,2	26,5	29,9	20,7	43,7	12,4	20,6	57,5	41,3	74,9
9	11,5	12,1	15,1	11,8	5,9	8,7	18,4	18,5	0	20,7	20,7	17,3	24,2	26,5	25,3	18,4	42,6	39,1	32,2	25,3	27,6	34,5	32,2	48,3	24,9	11,3	47,2	53,7	92,5
10	20,7	19	22,8	21,2	21,4	14,1	27,8	28,5	20,7	0	16,1	21,9	28,8	35,7	39,1	16,1	21,9	16,1	28,8	25,3	34,5	42,6	42,6	55,2	39,8	24	36,4	61	106,3
11	13,8	13,8	11,5	14,7	18,5	13	21,4	22,1	20,7	16,1	0	5,5	13,8	21,9	32,2	32,2	37,4	31,1	12,7	9,4	16,1	24,2	31,1	36,8	31,8	26,7	38,5	42	90,8
12	8,6	10,1	6,1	9,4	15,1	9,7	16,1	16,8	18,4	21,9	5,5	0	7,5	17,3	26,5	32,2	43,7	36,8	15	8,1	10	17,3	26,5	31,1	31,7	30,8	41,1	34,8	85,4
13	11,7	13,2	11,3	12,5	18,2	16,9	14,8	19,6	24,2	28,8	13,8	7,5	0	15	26,5	39,1	51,8	44,9	18,4	10,6	10,6	10,2	24,2	23	31	36	49	26	76,7
14	15,5	18,3	14,3	14,8	21,2	20,6	8,3	13,8	26,5	35,7	21,9	17,3	15	0	16,1	42,6	58,7	51,8	31,1	25,3	25,3	25,3	9,1	39,1	24,1	33,8	56,5	28,2	69,9
15	18,7	21,7	20,9	17,7	23,2	23,8	11,5	12	25,3	39,1	32,2	26,5	26,5	16,1	0	41,4	62,1	55,2	41,4	34,5	36,8	36,8	19,6	49,5	13,8	31	67,3	37,5	63
16	28,8	28,1	31,1	27,8	22,8	24,7	34,5	35,2	18,4	16,1	32,2	32,2	39,1	41,4	40,3	0	36,8	33,4	44,9	43,7	46	52,9	51,8	65,6	36,9	17,9	45,2	66,9	106,2
17	41,4	39,8	43,6	42	42,2	37	48,5	49,2	42,6	20,7	38	43,7	50,6	56,4	59,8	35,7	0	9,9	39,1	47,2	56,4	63,3	64,4	77,1	53,7	35,9	33,8	73,7	120,9
18	36,8	35,4	39,2	37,6	37,8	32,7	44,3	45	39,1	16,1	31,1	36,8	43,7	50,6	55,2	32,2	9,9	0	32,2	40,3	47,2	58,7	58,7	72,5	47,8	33,4	26,4	61,1	112
19	18,4	24,6	20,6	19,4	29,6	19,7	22,7	26,8	32,2	28,8	12,7	15	18,4	31,1	41,4	43,7	44,9	32,2	0	9,9	20,7	28,8	40,3	41,4	44,5	36,8	25,8	46,7	101,5
20	16,3	17,9	13,9	17,1	25,1	17,4	23,9	24,6	25,3	25,3	9,4	7,9	10,5	25,3	34,5	40,3	47,2	40,3	9,9	0	7,5	15	33,4	28,8	39	35,8	34	37,2	92,1
21	18,6	20,1	16,1	19,4	25,1	19,6	24,8	26,8	27,6	31,1	16,1	10,1	9,9	25,3	36,8	42,6	52,9	47,2	17,3	7,5	0	7,9	34,5	20,7	39,8	40,7	40,1	27,9	85,3
22	22,1	23,6	19,7	22,9	28,5	27,3	25,2	30,2	34,5	39,1	24,2	18,4	10,4	25,3	35,7	49,5	61	58,7	28,8	15	7,9	0	34,5	12,7	39,1	43,6	47,3	20,3	78,8
23	22,5	25,5	24,7	21,5	27,8	27,6	15	14	32,2	42,6	31,1	26,5	24,2	8,2	19,6	48,3	65,6	58,7	40,3	33,4	34,5	34,5	0	48,3	23	37,7	65,2	28,6	61,6
24	35,2	36,7	32,8	36	41,7	40,4	38,3	43,5	47,2	51,8	36,8	31,1	23	39,1	49,5	62,1	79,4	72,5	41,4	28,8	20,7	12,7	48,3	0	56,8	59,2	43	23,3	89,9
XXV	17,3	18,6	22,1	20,6	14,2	26,1	20,1	12,4	24,9	39,8	31,8	31,7	31	24,1	13,8	36,9	53,7	47,8	44,5	39	39,8	39,1	23	56,8	0	18,2	68,6	50,4	71,4
XXVI	19,6	18,2	21,5	23,5	12,1	21,9	27,8	20,6	11,3	24	26,7	30,8	36	33,8	31	17,9	35,9	33,4	36,8	35,8	40,7	43,6	37,7	59,2	18,2	0	57,4	60,2	91
XXVII	51,8	50,2	47,9	49,4	54,4	44,3	54,2	57,5	47,2	36,4	38,5	41,1	49	56,5	67,3	45,2	33,8	26,4	25,8	34	40,1	47,3	65,2	43	68,6	57,4	0	64,4	124,6
XXVIII	40,6	42,2	40	38,5	47,9	41,6	33,9	41,3	53,7	61	42	34,8	26	28,2	37,5	66,9	73,7	61,1	46,7	37,2	27,9	20,3	28,6	23,3	50,4	60,2	64,4	0	67,2
XXIX	79,8	81,9	82,9	80,5	81,9	86,3	74	74,9	92,5	106,3	90,8	85,4	76,7	69,9	63	106,2	120,9	112	101,5	92,1	85,3	78,8	61,6	89,9	71,4	91	124,6	67,2	0

Analisis distribusi perjalanan tahun rencana 2031 dilakukan menggunakan *Model Gravity (Doubly Constrained Gravity Model/DCGR)* dengan memanfaatkan matriks hambatan perjalanan (Cij) serta proyeksi bangkitan (Oi) dan tarikan (Dj) (Mathew, 2012). Fungsi hambatan dikalibrasi melalui regresi linier menggunakan fungsi eksponensial negatif, yang menghasilkan koefisien β sebesar −0,013886, menunjukkan bahwa semakin besar hambatan atau jarak antarzona, maka jumlah perjalanan cenderung menurun. Model regresi dinyatakan signifikan secara statistik ($p < 0,05$) sehingga layak digunakan sebagai dasar penyusunan fungsi hambatan.

Proyeksi bangkitan dan tarikan tahun 2031 diperoleh menggunakan metode *growth factor*, dengan laju pertumbuhan 4,13% per tahun untuk zona internal dan 3,50% per tahun untuk zona eksternal sesuai pedoman Bina Marga (2017). Selanjutnya, distribusi perjalanan dihitung menggunakan Model *Gravity DCGR* melalui proses iterasi faktor penyeimbang Ai dan Bd hingga mencapai konvergensi (Rong et al., 2024). Hasil iterasi menunjukkan kondisi konvergen pada iterasi ke-6, sehingga digunakan untuk menghasilkan Matriks Asal Tujuan (MAT) tahun rencana 2031. Matriks hasil peramalan ini menggambarkan distribusi perjalanan antarzona yang telah mempertimbangkan pertumbuhan perjalanan, keseimbangan bangkitan-tarikan, serta pengaruh hambatan perjalanan, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pembebanan lalu lintas *(traffic assignment)* pada jaringan jalan tahun rencana. Berikut Matriks Asal Tujuan (MAT) hasil proyeksi model gravity untuk tahun rencana 2031:

Tabel 6. Matriks Asal Tujuan Hasil Proyeksi Tahun Rencana 2031 (orang/hari)

ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	XXV	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX	Oi
1	0	23321	22149	21116	18261	22189	20423	16411	9842	10115	7507	11644	14221	11481	6723	3147	1317	3469	9080	7633	10672	9328	7504	6082	744	4983	3117	576	1216	284272
2	23115	0	18063	16913	15291	18997	16290	13090	8333	8696	6251	9536	11663	9402	5513	2661	1132	2933	7446	6259	8752	7639	6145	4988	609	4231	2654	469	984	238056
3	21636	17802	0	16186	14095	17056	15590	12528	7513	7721	6159	9608	11750	9342	5218	2403	1006	2648	7512	6315	8830	7707	5728	5032	549	3825	2593	457	918	227727
4	19769	15975	15513	0	13132	15934	14789	11769	7058	7114	5250	8235	10100	8279	4888	2223	925	2430	6874	5421	7579	6616	5426	4289	504	3343	2282	420	853	206988
5	16492	13933	13032	12668	0	14229	12201	9805	6965	6450	4529	6918	8484	6888	4118	2166	839	2203	5425	4411	6367	5565	4521	3603	500	3561	1936	335	761	178906
6	22293	19256	17542	17100	15829	0	16175	13034	8857	9437	6462	9858	11421	9182	5399	2789	1192	3127	8228	6489	9085	7481	5993	4850	561	4108	2945	483	946	240120
7	18905	15213	14774	14623	12506	14903	0	12647	6731	6784	5000	7843	10224	9471	5569	2117	884	2314	6863	5155	7350	6697	6207	4342	530	3291	2232	468	976	204619
8	14831	11934	11589	11360	9810	11724	12346	0	5332	5300	3933	6213	7577	6951	4411	1677	690	1818	4838	4067	5686	4970	4543	3191	467	2881	1689	334	763	160925
9	10399	8664	7981	7834	8014	9161	7556	6122	0	4348	2932	4479	5210	4271	2670	1537	557	1444	3492	2936	4105	3418	2839	2195	288	2403	1428	206	438	116927
10	11021	9480	8637	8280	7782	10235	7986	6417	4559	0	3764	5060	5886	4527	2654	1911	894	2394	4409	3535	4492	3678	2959	2401	282	2426	1998	224	436	128328
11	8105	6809	6751	6055	5414	6944	5832	4686	3046	3729	0	4246	4844	3664	1952	1021	482	1299	3684	2946	3875	3173	2319	2072	210	1562	1297	195	361	96571
12	12427	10225	10380	9297	8096	10370	8954	7195	4486	4908	4156	0	7542	5571	3014	1457	629	1712	5090	4279	6016	4981	3527	3199	301	2104	1784	308	555	142560
13	15382	12656	12479	11508	10021	12126	11782	8943	5349	5763	4786	7612	0	7432	3894	1710	727	1977	6274	5341	7710	7104	4705	4625	392	2530	2066	449	809	176152
14	12431	10045	10198	9496	8189	9813	10985	8258	4414	4461	3644	5660	7482	0	3833	1388	563	1530	4481	3710	5356	4908	4944	3151	368	2222	1586	371	758	144242
15	6999	5640	5477	5369	4688	5525	6185	4984	2642	2505	1859	2932	3754	3671	0	831	316	859	2286	1922	2687	2462	2515	1605	250	1360	804	192	491	80810
16	3364	2853	2629	2580	2607	3017	2485	1997	1608	1906	1028	1498	1743	1428	892	0	248	643	1204	935	1308	1089	889	710	100	902	604	71	149	40486
17	1403	1205	1098	1052	989	1264	1016	817	571	888	471	634	738	576	338	247	0	443	648	443	562	468	371	301	39	349	352	32	60	17376
18	4077	3493	3182	3050	2867	3657	2938	2361	1634	2582	1414	1903	2214	1703	982	707	489	0	1946	1328	1742	1361	1095	874	117	985	1062	104	186	50052
19	10562	8142	8265	7880	6446	8790	7956	6099	3607	4343	3662	5169	6313	4479	2386	1209	603	1777	0	4064	5050	4135	2835	2700	245	1885	2149	254	432	121440
20	8194	6733	6835	6130	5170	6838	5896	4738	2991	3435	2889	4298	5308	3658	1979	955	440	1196	4009	0	4571	3774	2351	2423	199	1440	1445	218	371	98486
21	11434	9408	9551	8554	7449	9555	8389	6620	4174	4566	3792	6006	7711	5270	2761	1333	586	1566	5212	4561	0	6001	3336	3907	284	1939	1913	358	588	136824
22	10072	8287	8402	7535	6571	7940	7715	5840	3507	3779	3134	4950	7082	4874	2593	1120	484	1235	4109	3801	6056	0	3085	4037	265	1722	1601	368	595	120757
23	7687	6194	6015	5896	5092	6068	6821	5612	2779	2762	2185	3394	4487	4742	2488	874	348	947	2688	2259	3212	2943	0	1890	255	1434	958	252	580	90864
24	6527	5370	5445	4883	4252	5145	4999	3774	2285	2462	2045	3225	4621	3128	1664	731	291	792	2681	2439	3941	4035	1980	0	161	1078	1321	274	396	79950
XXV	3486	2877	2632	2519	2595	2614	2682	2421	1298	1212	913	1333	1723	1605	1138	432	173	465	1070	882	1259	1165	1172	709	0	794	386	78	213	39846
XXVI	15215	13033	11956	10903	12039	12487	10857	9736	7062	6800	4417	6080	7242	6319	4038	2534	1001	2560	5364	4155	5603	4932	4306	3089	517	0	2030	309	733	175317
XXVII	2531	2174	2156	1980	1741	2380	1958	1517	1116	1489	975	1371	1573	1199	635	451	268	734	1626	1108	1470	1219	765	1006	67	540	0	76	120	34243
XXVIII	1486	1221	1209	1158	958	1242	1304	955	513	532	467	752	1088	893	483	168	77	228	611	533	875	891	639	665	43	261	241	0	133	19627
XXIX	4100	3345	3168	3072	2839	3174	3553	2848	1422	1348	1127	1771	2558	2380	1610	462	191	534	1358	1182	1875	1880	1921	1254	154	809	496	174	0	50605
Dj	303944	255288	247106	234998	212741	253376	235663	191226	119692	125435	94751	142227	174559	142386	83843	40263	17352	45278	118509	98108	136085	119622	94619	79190	9002	58967	44968	8057	15821	3703077

2. Pembebanan perjalanan tahun rencana 2031 sebelum dan sesudah adanya jalan lingkar timur kabupaten ponorogo

- Kinerja jaringan jalan *do-nothing* tahun 2031

Untuk mengetahui kondisi lalu lintas pada tahun 2031, dilakukan permodelan dengan menggunakan Matriks Asal Tujuan (MAT) hasil peramalan perjalanan tahun rencana 2031 yang diperoleh dari hasil *forecasting model gravity (DCGR)* dan peramalan bangkitan tarikan perjalanan. Selanjutnya hasil Matriks Asal Tujuan (MAT) tahun rencana 2031 dibebankan pada jaringan jalan menggunakan aplikasi PTV Visum pada skenario *Do-Nothing*. Skenario ini menggambarkan kondisi lalu lintas apabila tidak dilakukan pengembangan jaringan jalan atau tanpa Jalan Lingkar Timur di tahun 2031.

Tabel 7. Kinerja Lalu Lintas *Do-Nothing* Tahun Rencana 2031

No	NAMA JALAN	KAPASITAS (C)	PANJANG RUAS (Km)	VOLUME Model (smp/jam)	V/C RATIO	KECEPATAN (km/jam)	Kepadatan (smp/km)	LOS
1	JL LETJEND S PARMAN (1)	2348,79	0,55	1133,4	0,48	43,65	25,97	C
2	JL LETJEND S PARMAN (2)	2276,15	1,10	1138,5	0,50	43,59	26,12	C
3	JL MT HARYONO	2632,00	1,80	1583,3	0,60	43,15	36,69	C
4	JL DIPONEGORO (1)	2914,11	0,60	1395,3	0,48	56,55	24,67	C
5	JL DIPONEGORO (2)	2914,11	0,60	1377,9	0,47	56,58	24,35	C
6	JL HASYIM ASYARI	3244,72	0,20	2773,2	0,85	50,92	54,46	E
7	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	4356,00	0,65	2319,9	0,53	56,32	41,19	C
8	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	4444,00	0,65	2112,7	0,48	56,57	37,35	C
9	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	3843,84	1,30	1242,3	0,32	56,91	21,83	B
10	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	3843,84	1,30	1248,6	0,32	56,90	21,94	B
11	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	3880,00	1,80	2490,9	0,64	42,91	58,05	C
12	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	3647,20	1,40	2497,7	0,68	42,59	58,64	C
13	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	3414,40	2,30	2497,7	0,73	42,19	59,21	C
14	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	3530,80	3,70	1622,9	0,46	43,71	37,13	C
15	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	3398,40	20,70	631,3	0,19	43,99	14,35	A
16	JL MAYJEND SUTOYO	1315,32	2,00	860,0	0,65	42,83	20,08	C
17	JL BRIGJEN KATAMSO	2221,14	1,00	860,0	0,39	43,85	19,61	B
18	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	2935,99	0,75	1502,7	0,51	43,55	34,50	C
19	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	2754,38	0,85	1502,7	0,55	43,42	34,61	C
20	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	0,70	805,8	0,25	56,97	14,14	B
21	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	0,70	836,7	0,26	56,96	14,69	B
22	JL. KI ANGEN KUTU (2)	2651,22	2,10	922,9	0,35	43,90	21,02	B
23	JL. KI ANGEN KUTU (3)	2735,83	2,60	922,9	0,34	43,91	21,02	B
24	JL. KI ANGEN KUTU (4)	3315,26	1,80	1137,4	0,34	43,91	25,90	B

Hasil analisis kinerja ruas jalan tahun 2031 menunjukkan sebagian besar ruas berada pada LOS B–C dengan arus yang relatif stabil. Jl. Hasyim Asy'ari memiliki V/C Ratio tertinggi sebesar 0,86 (LOS E) dengan kecepatan 42,19 km/jam, sedangkan Jl. Ponorogo–Trenggalek (4) terendah sebesar 0,19 (LOS A) dengan kecepatan 56,97 km/jam. Secara umum, jaringan masih mampu melayani

lalu lintas, namun Jl. Hasyim Asy'ari perlu menjadi prioritas penanganan karena mendekati kondisi jenuh.

Tabel 8. Kinerja Jaringan Jalan *Do-Nothing* Tahun Rencana 2031

Unjuk Kinerja Jaringan Jalan Tahun Rencana 2031		
Parameter Kinerja Jaringan Jalan	**Satuan**	***Do-Nothing***
Waktu Perjalanan	smp-jam	143,85
Jarak Tempuh	smp-km	6944,12
Kecepatan rata-rata	km/jam	48,27

Hasil analisis unjuk kinerja jaringan jalan pada tahun rencana 2031 dengan skenario *Do-Nothing*, diperoleh total waktu perjalanan sebesar 143,85 smp-jam, sedangkan jarak tempuh dari ruas jalan terdampak mencapai 6944,12 smp-km. Dari kedua parameter tersebut diperoleh kecepatan rata-rata jaringan sebesar 48,27 km/jam.

- Kinerja jaringan jalan *do-something* tahun 2031

Pada skenario *Do-Something* 2031, MAT hasil peramalan dibebankan menggunakan PTV Visum dengan penambahan Jalan Lingkar Timur dan pembatasan kendaraan barang pada ruas tertentu. Hasil pembebanan menunjukkan Jalan Lingkar Timur mampu mengalihkan sebagian arus *through traffic* dari ruas utama menuju koridor lingkar, sehingga mengurangi beban lalu lintas pada beberapa ruas eksisting dan meningkatkan efisiensi jaringan jalan.

Tabel 9a. Kinerja Lalu Lintas *Do-Something* Tahun 2031

No	NAMA JALAN	KAPASITAS (C)	PANJANG RUAS (Km)	VOLUME Model (smp/jam)	V/C RATIO	KECEPATAN (km/jam)	Kepadatan (smp/km)	LOS
1	JL LETJEND S PARMAN (1)	2348,79	0,55	864,5	0,37	43,88	19,70	B
2	JL LETJEND S PARMAN (2)	2276,15	1,10	871,6	0,38	43,86	19,87	B
3	JL MT HARYONO	2632,00	1,80	1169,0	0,44	43,74	26,72	B
4	JL DIPONEGORO (1)	2914,11	0,60	1100,7	0,38	56,83	19,37	B
5	JL DIPONEGORO (2)	2914,11	0,60	1134,1	0,39	56,80	19,97	B
6	JL HASYIM ASYARI	3244,72	0,20	2234,9	0,69	53,20	42,01	C
7	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	4356,00	0,65	2000,1	0,46	56,62	35,32	C
8	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	4444,00	0,65	1881,4	0,42	56,73	33,17	B
9	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	3843,84	1,30	1144,1	0,30	56,93	20,10	B
10	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	3843,84	1,30	1168,7	0,30	56,93	20,53	B
11	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	3880,00	1,80	2312,8	0,60	43,18	53,56	C
12	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	3647,20	1,40	2557,2	0,70	42,46	60,22	C
13	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	3414,40	2,30	2557,2	0,75	42,02	60,86	C
14	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	3530,80	3,70	1571,0	0,44	43,74	35,92	B
15	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	3398,40	20,70	658,2	0,19	43,99	14,96	A
16	JL MAYJEND SUTOYO	1315,32	2,00	1096,8	0,83	41,02	26,74	D
17	JL BRIGJEN KATAMSO	2221,14	1,00	1096,8	0,49	43,61	25,15	C
18	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	2935,99	0,75	2275,6	0,78	41,74	54,52	D
19	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	2754,38	0,85	2275,6	0,83	41,13	55,33	D

Tabel 9b. Kinerja Lalu Lintas *Do-Something* Tahun 2031

No	NAMA JALAN	KAPASITAS (C)	PANJANG RUAS (Km)	VOLUME Model (smp/jam)	V/C RATIO	KECEPATAN (km/jam)	Kepadatan (smp/km)	LOS
20	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	0,70	1090,9	0,34	56,88	19,18	B
21	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	0,70	1099,4	0,34	56,88	19,33	B
22	JL. KI ANGEN KUTU (2)	2651,22	2,10	1594,0	0,60	43,15	36,94	C
23	JL. KI ANGEN KUTU (3)	2735,83	2,60	1594,0	0,58	43,25	36,85	C
24	JL. KI ANGEN KUTU (4)	3315,26	1,80	1793,0	0,54	43,44	41,27	C

Jalan Lingkar Timur mengalihkan arus dari pusat kota ke koridor lingkar sehingga menurunkan volume pada Jl. Diponegoro dan Jl. Hasyim Asy'ari. Pada *Do-Something* 2031, V/C Ratio tertinggi 0,83 (LOS D) terdapat pada Jl. Mayjen Sutoyo dan Jl. Letjend Suprapto (2), sedangkan terendah 0,19 (LOS A) pada Jl. Ponorogo–Trenggalek (4). V/C Ratio Jl. Hasyim Asy'ari turun dari 0,86 menjadi 0,69, menunjukkan peningkatan kinerja.

Tabel 10. Kinerja Jaringan Jalan *Do-Something* Tahun Rencana 2031

Unjuk Kinerja Jaringan Jalan Tahun Rencana 2031		
Parameter Kinerja Jaringan Jalan	**Satuan**	***Do-Something***
Waktu Perjalanan	smp-jam	111,72
Jarak Tempuh	smp-km	5326,36
Kecepatan rata-rata	km/jam	47,68

Hasil analisis kinerja jaringan jalan tahun 2031 menunjukkan bahwa skenario *Do-Something* menghasilkan waktu perjalanan total 111,72 smp-jam, jarak tempuh 5.326,36 smp-km, dan kecepatan rata-rata 47,67 km/jam. Sementara itu, skenario *Do-Nothing* menghasilkan waktu perjalanan 143,85 smp-jam, jarak tempuh 6.944,12 smp-km, dan kecepatan rata-rata 48,27 km/jam.

3. Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan Setelah Adanya Jalan Lingkar Timur Di Kabupaten Ponorogo Terhadap Kinerja Jaringan Jalan Berdasarkan Model Kondisi Eksisiting Tahun 2026 Dengan Model Tanpa Dan Dengan Jalan Lingkar Timur Pada Tahun Terencana 2031.

Perbandingan kinerja dilakukan pada kondisi Eksisting 2026, *Do-Nothing* 2031, dan *Do-Something* 2031 untuk mengevaluasi perubahan volume dan kapasitas akibat penerapan Jalan Lingkar Timur.

Tabel 11a. Perbandingan Kapasitas dan Volume Lalu Lintas

No	Nama Jalan	Kapasitas (c)			Volume Model (smp/jam)			
		Eksisting 2026	***Do-Nothing 2031***	***Do-Something 2031***	***Eksisting 2026***	***Do-Nothing 2031***	***Do-Something 2031***	***Remark***
1	JL LETJEND S PARMAN (1)	2348,79	2348,79	2348,79	922,88	1133,4	864,52	24%
2	JL LETJEND S PARMAN (2)	2276,15	2276,15	2276,15	925,95	1138,48	871,59	23%
3	JL MT HARYONO	2632,00	2632,00	2632,00	1301,45	1583,27	1169	26%
4	JL DIPONEGORO (1)	2914,11	2914,11	2914,11	1122,88	1395,28	1100,73	21%
5	JL DIPONEGORO (2)	2914,11	2914,11	2914,11	1130,34	1377,89	1134,13	18%
6	JL HASYIM ASYARI	3244,72	3244,72	3244,72	2253,22	2773,17	2234,86	19%
7	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	4356,00	4356,00	4356,00	1728,91	2319,89	2000,13	14%
8	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	4444,00	4444,00	4444,00	1807,17	2112,69	1881,36	11%

Tabel 11b. Perbandingan Kapasitas dan Volume Lalu Lintas

No	Nama Jalan	Kapasitas (c)			Volume Model (smp/jam)			
		Eksisting 2026	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Remark*
9	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	3843,84	3843,84	3843,84	1020,67	1242,28	1144,09	8%
10	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	3843,84	3843,84	3843,84	1026,54	1248,62	1168,74	6%
11	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	3880,00	3880,00	3880,00	2047,21	2490,9	2312,83	7%
12	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	3647,20	3647,20	3647,20	2048,05	2497,73	2557,15	-2%
13	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	3414,40	3414,40	3414,40	2048,05	2497,73	2557,15	-2%
14	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	3530,80	3530,80	3530,80	1349,96	1622,85	1571,03	3%
15	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	3398,40	3398,40	3398,40	493,52	631,31	658,16	-4%
16	JL MAYJEND SUTOYO	1315,32	1315,32	1315,32	694,91	859,96	1096,8	-28%
17	JL BRIGJEN KATAMSO	2221,14	2221,14	2221,14	694,91	859,96	1096,8	-28%
18	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	2935,99	2935,99	2935,99	1258,64	1502,73	2275,55	-51%
19	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	2754,38	2754,38	2754,38	1258,64	1502,73	2275,55	-51%
20	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	3196,00	3196,00	656,33	805,75	1090,85	-35%
21	JL. KI ANGEN KUTU (1)	3196,00	3196,00	3196,00	649,74	836,69	1099,4	-31%
22	JL. KI ANGEN KUTU (2)	2651,22	2651,22	2651,22	772,34	922,87	1593,98	-73%
23	JL. KI ANGEN KUTU (3)	2735,83	2735,83	2735,83	772,34	922,87	1593,98	-73%
24	JL. KI ANGEN KUTU (4)	3315,26	3315,26	3315,26	923,47	1137,41	1792,99	-58%

Perbandingan *Do-Nothing* dan *Do-Something* 2031 menunjukkan adanya perubahan distribusi volume lalu lintas setelah penerapan Jalan Lingkar Timur. Penurunan terbesar terjadi pada Jl. MT Haryono sebesar 26% (414,27 smp/jam), dari 1.583,27 menjadi 1.169,00 smp/jam, sedangkan peningkatan terbesar terjadi pada Jl. Ki Ageng Kutu (2) dan (3) sebesar 73% (671,11 smp/jam), dari 922,87 menjadi 1.593,98 smp/jam. Hal ini menunjukkan bahwa Jalan Lingkar Timur mampu mengalihkan arus dari ruas eksisting dan mendistribusikan lalu lintas secara lebih merata.

- Perbandingan *v/c ratio* dan tingkat pelayanan

Tabel 12a. Perbandingan *V/C Ratio* dan Tingkat Pelayanan

No	Nama Jalan	VCR Model			Tingkat Pelayanan			
		Eksisting 2026	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Remark*
1	JL LETJEND S PARMAN (1)	0,39	0,48	0,37	B	C	B	24%
2	JL LETJEND S PARMAN (2)	0,41	0,50	0,38	B	C	B	23%
3	JL MT HARYONO	0,49	0,60	0,44	C	C	B	26%
4	JL DIPONEGORO (1)	0,39	0,48	0,38	B	C	B	21%
5	JL DIPONEGORO (2)	0,39	0,47	0,39	B	C	B	18%
6	JL HASYIM ASYARI	0,69	0,85	0,69	C	E	C	19%
7	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	0,40	0,53	0,46	B	C	C	14%
8	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	0,41	0,48	0,42	B	C	B	11%
9	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	0,27	0,32	0,30	B	B	B	8%
10	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	0,27	0,32	0,30	B	B	B	6%
11	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	0,53	0,64	0,60	C	C	C	7%
12	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	0,56	0,68	0,70	C	C	C	-2%

Tabel 12b. Perbandingan *V/C Ratio* dan Tingkat Pelayanan

No	Nama Jalan	VCR Model			Tingkat Pelayanan			
		Eksisting 2026	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Remark*
13	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	0,60	0,73	0,75	C	C	C	-2%
14	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	0,38	0,46	0,44	B	C	B	3%
15	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	0,15	0,19	0,19	A	A	A	-4%
16	JL MAYJEND SUTOYO	0,53	0,65	0,83	C	C	D	-28%
17	JL BRIGJEN KATAMSO	0,31	0,39	0,49	B	B	C	-28%
18	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	0,43	0,51	0,78	B	C	D	-51%
19	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	0,46	0,55	0,83	C	C	D	-51%
20	JL. KI ANGEN KUTU (1)	0,21	0,25	0,34	B	B	B	-35%
21	JL. KI ANGEN KUTU (1)	0,20	0,26	0,34	B	B	B	-31%
22	JL. KI ANGEN KUTU (2)	0,29	0,35	0,60	B	B	C	-73%
23	JL. KI ANGEN KUTU (3)	0,28	0,34	0,58	B	B	C	-73%
24	JL. KI ANGEN KUTU (4)	0,28	0,34	0,54	B	B	C	-58%

Jalan Lingkar Timur menurunkan V/C Ratio Jl. MT Haryono sebesar 26% (0,60 menjadi 0,44) dan meningkatkan LOS dari C menjadi B. Sebaliknya, Jl. Ki Ageng Kutu (2) dan (3) mengalami peningkatan V/C Ratio sebesar 73% menjadi 0,60 dan 0,58. Sebagian besar ruas tetap memiliki V/C Ratio <0,85 sehingga jaringan masih mampu melayani lalu lintas dengan baik.

- Perbandingan kecepatan dan kepadatan lalu lintas

Tabel 13a. Perbandingan Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

No	Nama Jalan	Kecepatan Perjalanan Model (km/jam)			Kepadatan Ruas Jalan (smp/km)			
		Eksisting 2026	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	Remark
1	JL LETJEND S PARMAN (1)	44	44	44	21,05	25,97	19,70	24%
2	JL LETJEND S PARMAN (2)	44	44	44	21,13	26,12	19,87	24%
3	JL MT HARYONO	44	43	44	29,84	36,69	26,72	27%
4	JL DIPONEGORO (1)	57	57	57	19,76	24,67	19,37	21%
5	JL DIPONEGORO (2)	57	57	57	19,90	24,35	19,97	18%
6	JL HASYIM ASYARI	53	51	53	42,40	54,46	42,01	23%
7	JL. PONOROGO - PACITAN (1)	57	56	57	30,44	41,19	35,32	14%
8	JL. PONOROGO - PACITAN (2)	57	57	57	31,83	37,35	33,17	11%
9	JL. PONOROGO - PACITAN (3)	57	57	57	17,92	21,83	20,10	8%
10	JL. PONOROGO - PACITAN (4)	57	57	57	18,02	21,94	20,53	6%
11	JL. PONOROGO - PACITAN (5)	43	43	43	47,07	58,05	53,56	8%
12	JL PONOROGO TRENGGALEK (1)	43	43	42	47,24	58,64	60,22	-3%
13	JL PONOROGO TRENGGALEK (2)	43	42	42	47,45	59,21	60,86	-3%
14	JL PONOROGO TRENGGALEK (3)	44	44	44	30,78	37,13	35,92	3%
15	JL PONOROGO TRENGGALEK (4)	44	44	44	11,22	14,35	14,96	-4%
16	JL MAYJEND SUTOYO	43	43	41	15,98	20,08	26,74	-33%
17	JL BRIGJEN KATAMSO	44	44	44	15,82	19,61	25,15	-28%
18	JL LETJEND SUPRAPTO (1)	44	44	42	28,75	34,50	54,52	-58%

Tabel 13b. Perbandingan Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

No	Nama Jalan	Kecepatan Perjalanan Model (km/jam)			Kepadatan Ruas Jalan (smp/km)			Remark
		Eksisting 2026	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*	
19	JL LETJEND SUPRAPTO (2)	44	43	41	28,79	34,61	55,33	-60%
20	JL. KI ANGEN KUTU (1)	57	57	57	11,52	14,14	19,18	-36%
21	JL. KI ANGEN KUTU (1)	57	57	57	11,40	14,69	19,33	-32%
22	JL. KI ANGEN KUTU (2)	44	44	43	17,57	21,02	36,94	-76%
23	JL. KI ANGEN KUTU (3)	44	44	43	17,57	21,02	36,85	-75%
24	JL. KI ANGEN KUTU (4)	44	44	43	21,01	25,90	41,27	-59%

Jalan Lingkar Timur meningkatkan kepadatan Jl. Ki Ageng Kutu (2) sebesar 76% (21,02 menjadi 36,94 smp/km) dan menurunkan kecepatan 44 menjadi 43 km/jam. Sebaliknya, kepadatan Jl. MT Haryono turun 27% (36,69 menjadi 26,72 smp/km) dengan kecepatan meningkat 43 menjadi 44 km/jam.

- Perbandingan kinerja jaringan jalan

Tabel 14. Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan

Indikator Kinerja Jaringan	*Eksisting 2026*	*Do-Nothing 2031*	*Do-Something 2031*
Kecepatan Perjalanan Model (km/jam)	52,76	48,3	47,7
Waktu Tempuh (smp-jam)	1141,79	143,8	111,7
Jarak Tempuh (smp-km)	60245,8	6944,1	5326,4

Kondisi eksisting 2026 memiliki kecepatan rata-rata 52,76 km/jam, waktu tempuh 1.141,79 smp-jam, dan jarak tempuh 60.245,8 smp-km dari 28 ruas survei. Pada 2031, *Do-Something* menurunkan kecepatan rata-rata dari 48,3 menjadi 47,7 km/jam, tetapi waktu tempuh turun dari 143,8 menjadi 111,7 smp-jam dan jarak tempuh dari 6.944,1 menjadi 5.326,4 smp-km dengan menghitung jalan yang terdampak saja. Hal ini menunjukkan Jalan Lingkar Timur meningkatkan efisiensi kinerja jaringan secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Distribusi perjalanan tahun 2031 meningkat seiring pertumbuhan kendaraan sebesar 4,13% per tahun. Penerapan Jalan Lingkar Timur menurunkan waktu tempuh jaringan dari 143,85 menjadi 111,72 smp-jam dan jarak tempuh dari 6.944,12 menjadi 5.326,36 smp-km, dengan kecepatan rata-rata 47,67 km/jam. Jalan Lingkar Timur mampu mengalihkan pergerakan regional dan kendaraan berat dari pusat kota ke koridor lingkar sehingga distribusi lalu lintas lebih merata dan mendukung aksesibilitas antarwilayah sesuai arahan RTRW Kabupaten Ponorogo 2024–2044. Hasil penelitian dapat menjadi bahan pertimbangan bagi Pemerintah Kabupaten Ponorogo, Dinas PUPR, Dinas Perhubungan, dan Bappeda dalam pengembangan jaringan jalan, termasuk studi kelayakan dan *Detail Engineering Design (DED)* Jalan Lingkar Timur. Penelitian selanjutnya disarankan mempertimbangkan data bangkitan-tarikan yang lebih rinci, perubahan tata guna lahan, serta aspek ekonomi, keselamatan, emisi, dan *cost-benefit analysis*.

DAFTAR PUSTAKA

[1] BAPEDDA. (2016). *Studi Pembangunan Jalan Lingkar Kota Kabupaten Ponorogo, 2016*. 1–5.

[2] Cai, M. (2020). "Doubly constrained gravity models for interregional trade estimation". *March*, 455–474. https://doi.org/10.1111/pirs.12581
[3] Formosa, N., Quddus, M., Papadoulis, A., & Timmis, A. (2022). *Validating a Traffic Conflict Prediction Technique for Motorways Using a Simulation Approach*.
[4] Halim, R., Hatta, U. B., Alfandi, F., Hatta, U. B., Mahendra, M. I., Hatta, U. B., Eropa, V. Y., & Hatta, U. B. (2023). "Upaya mengurangi kemacetan lalu lintas di sepanjang jalan adinegoro kota padang". *23(1), 45–52.*
[5] Marga, D. J. B. (2021). *Pedoman Perencanaan dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan (Bagian dari Manajemen Aset Prasarana Jalan).* Direktorat Jenderal Bina Marga.
[6] Mathew, T. V., & Rao, K. V. Krishna. (2007). *Travel demand modeling*. Dalam *Introduction to Transportation Engineering* (Chapter 5). NPTEL, Indian Institute of Technology Bombay.
[7] Pandia, M., Mayuni, S., & Sumiyattinah, S. (2024). "Analysis of road network performance in Pontianak at Jalan Sepakat 2 Reformasi, Padat Karya using PTV VISUM". *Jurnal Teknik Sipil*, *24*(4), 1542–1554. https://doi.org/10.26418/jts.v24i4.86883
[8] PKJI. (2023). PKJI. *Jenderal, Direktorat Marga, Bina Direktorat, Sekretaris Bina, Jenderal Direktur, Para Bina, Jenderal Kepala, Para Kerja, Satuan Bina, Jenderal*.
[9] PKL Kabupaten Ponorogo, T. (2026). *Laporan umum praktik kerja lapangan di kabupaten ponorog*.
[10] PONOROGO, R. (2024). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Ponorogo Tahun 2024-2044*.
[11] Rong, C. A. N., Ding, J., & Li, Y. (2024). *An Interdisciplinary Survey on Origin-destination Flows Modeling : Theory and Techniques*. *57*(1).
[12] SAMSAT. (2025). *Data kepemilikan kendaraan.* Terdaftar, Total Kendaraan Pertumbuhan, Total Kendaraan, Kepemilikan, 930.
[13] Suartawan, P. E., Diva, P., Sadri, A., Hidayat, D. W., Management, R. T., Transportasi, P., Bali, D., Cempaka, J., Tabanan, P., Transportasi, P., Bali, D., Cempaka, J., & Tabanan, P. (2024). *Trip assignment modeling for transportation in denpasar city using ptv visum software 1*. *5*(1), 11–18.
[14] Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan pemodelan transportasi*. Penerbit ITB. https://books.google.co.id/books?id=AKNLAQAACAAJ
[15] UU NO.38, 2004. (2004). JALAN. *Uu No.38*, 1–43.