

Analisis Kapasitas dan Aliran Lalu Lintas Jaringan Jalan Menggunakan Maximum Flow

Azra Lailatun Ni'mah¹, Sapti Wahyuningsih^{2*}

^{1,2}Program Studi Matematika, Universitas Negeri Malang, Indonesia

e-mail: sapti.wahyuningsih.fmpa@um.ac.id

Abstrak

Kemacetan lalu lintas sering terjadi di kawasan wisata akibat peningkatan volume kendaraan, seperti yang terjadi di Kota Batu. Penelitian ini bertujuan menganalisis kapasitas dan aliran lalu lintas pada jaringan jalan dari objek wisata Jatim Park 2 di Jalan Oro-Oro Omo menuju kawasan Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu-Buah Tangan di Jalan Ir. Soekarno. Data volume kendaraan diperoleh melalui pengamatan lapangan dan dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp/jam), sedangkan kapasitas ruas jalan ditentukan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas maksimum jaringan jalan mencapai 6.825 smp/jam, sedangkan volume lalu lintas aktual yang dapat ditampung sebesar 3.940 smp/jam. Ruas Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno memiliki derajat kejemuhan tertinggi, masing-masing sebesar 0,85 dan 0,87, dengan tingkat pelayanan (Level of Service) E, yang menunjukkan kondisi lalu lintas padat dan mendekati kapasitas. Hasil penelitian ini menunjukkan perlunya pengelolaan lalu lintas yang lebih efektif untuk meningkatkan kinerja jaringan jalan di kawasan wisata Kota Batu.

Kata kunci— Kemacetan Lalu Lintas, Maximum Flow, Kapasitas Jalan.

1. PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas merupakan permasalahan yang umum terjadi di wilayah perkotaan, terutama pada kawasan dengan intensitas aktivitas ekonomi dan pariwisata yang tinggi. Kondisi ini terjadi ketika volume kendaraan yang melintas melebihi kapasitas jalan, sehingga kecepatan perjalanan menurun dan kelancaran arus lalu lintas terganggu (Arianta & Widyatami, 2025). Selain itu, pergerakan kendaraan yang terpusat pada ruas atau jalur tertentu sering kali memperburuk kondisi lalu lintas dan menurunkan efisiensi sistem transportasi secara keseluruhan. Selain itu, pergerakan kendaraan yang terpusat pada ruas atau jalur tertentu sering memperburuk kondisi lalu lintas dan menurunkan efisiensi sistem transportasi secara keseluruhan (Harahap., 2022).

Dalam sistem transportasi jalan, pergerakan kendaraan dipengaruhi oleh kondisi fisik ruas jalan serta ketersediaan sarana dan prasarana pendukung. Arus lalu lintas pada setiap ruas jalan saling terhubung dan membentuk suatu jaringan jalan yang terintegrasi. Hubungan antara volume kendaraan, kecepatan, dan kepadatan arus merupakan faktor utama dalam menentukan kinerja lalu lintas pada suatu ruas jalan (Shofiana., 2024; Syah & Susila, 2023). Peningkatan volume atau kepadatan lalu lintas pada suatu ruas umumnya menyebabkan penurunan kecepatan kendaraan, yang pada akhirnya berdampak pada menurunnya tingkat pelayanan jalan (Cahayani., 2024). Perbedaan kapasitas antar ruas jalan juga dapat menghambat aliran kendaraan dan memengaruhi kinerja jaringan jalan secara keseluruhan.

Untuk menganalisis kondisi lalu lintas tersebut, diperlukan suatu pendekatan yang mampu merepresentasikan keterkaitan antar ruas jalan dalam satu jaringan. Salah satu pendekatan yang digunakan dalam kajian transportasi adalah metode *maximum flow*, yang memodelkan jaringan jalan sebagai graf berarah, dengan ruas jalan sebagai sisi (*edge*) dan persimpangan sebagai simpul (*node*) (Agusnur, 2025). Pendekatan ini digunakan untuk menentukan jumlah kendaraan maksimum yang dapat dialirkan dari suatu titik asal ke titik tujuan berdasarkan kapasitas masing-masing ruas jalan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode *maximum flow* efektif digunakan untuk menganalisis kapasitas jaringan jalan dan mengidentifikasi ruas jalan yang mengalami kelebihan beban lalu

lintas (Marpaung., 2023). Metode ini juga diterapkan dalam perencanaan evakuasi dan pengelolaan jaringan jalan untuk menentukan jalur yang efisien (Kristanti., 2024). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menerapkan konsep *maximum flow* untuk menganalisis kinerja jaringan jalan di kawasan wisata Kota Batu. Studi kasus difokuskan pada jaringan jalan dari objek wisata Jatim Park 2 di Jalan Oro-Oro Ombo sebagai titik asal (*source*) menuju kawasan Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu-Buah Tangan di Jalan Ir. Soekarno sebagai titik tujuan (*sink*). Kapasitas ruas jalan ditentukan berdasarkan *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (PKJI) 2023, sedangkan perhitungan *maximum flow* dilakukan dengan bantuan program yang mengimplementasikan algoritma *Maximum Capacity Augmenting Path* untuk mengidentifikasi ruas jalan yang berpotensi menghambat aliran kendaraan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian dan Objek Studi

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan studi kasus yang difokuskan pada analisis kapasitas dan aliran lalu lintas jaringan jalan. Analisis dilakukan menggunakan data numerik berupa volume kendaraan, kapasitas ruas jalan, dan derajat kejemuhan, yang selanjutnya diolah melalui perhitungan kapasitas serta pemodelan jaringan jalan.

Objek penelitian adalah jaringan jalan di Kota Batu yang menghubungkan objek wisata Jatim Park 2 di Jalan Oro-Oro Ombo sebagai titik asal menuju kawasan Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu-Buah Tangan di Jalan Ir. Soekarno sebagai titik tujuan, dengan tiga alternatif rute yang saling terhubung dan membentuk satu sistem lalu lintas.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Kedua jenis data tersebut dikumpulkan untuk menggambarkan kondisi jaringan jalan di lokasi penelitian sesuai dengan kondisi aktual di lapangan

2.2.1 Data Primer

Data primer berupa volume lalu lintas hasil pengamatan lapangan yang didukung oleh rekaman CCTV Pemerintah Kota Batu. Pengamatan dilakukan pada akhir pekan karena tingginya aktivitas wisata pada periode tersebut berpengaruh terhadap peningkatan arus kendaraan. Kendaraan yang melintas diklasifikasikan berdasarkan jenis sesuai dengan PKJI 2023, kemudian dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) menggunakan nilai Ekivalen Mobil Penumpang (EMP), sehingga volume lalu lintas dari berbagai jenis kendaraan dapat dianalisis secara seragam.

2.2.2 Data Sekunder

Data sekunder digunakan sebagai data pendukung dalam analisis jaringan jalan, yang meliputi:

1. Data geometrik dan karakteristik ruas jalan, seperti lebar jalan, tipe jalan, dan kondisi lingkungan sekitar, yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Batu.
2. Peta jaringan jalan yang digunakan untuk menggambarkan struktur jaringan serta hubungan antar ruas jalan dari titik asal hingga titik tujuan.
3. Data ukuran kota berupa jumlah penduduk yang digunakan dalam perhitungan kapasitas jalan.

2.3 Teknik Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data diawali dengan perhitungan kapasitas masing-masing ruas jalan dan nilai derajat kejemuhan berdasarkan *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (PKJI) 2023. Perhitungan kapasitas dilakukan menggunakan data geometrik jalan dan kondisi lingkungan sekitar, yang kemudian disesuaikan dengan faktor-faktor penyesuaian sesuai ketentuan PKJI.

Nilai kapasitas ruas jalan selanjutnya digunakan sebagai bobot dalam pemodelan jaringan jalan. Jaringan jalan direpresentasikan dalam bentuk graf berarah berbobot, di mana simpang jalan dimodelkan sebagai simpul (node) dan ruas jalan sebagai sisi (edge).

Analisis aliran kendaraan dilakukan menggunakan metode *maximum flow* dengan algoritma *Maximum Capacity Augmenting Path*. Algoritma ini bekerja dengan mencari jalur dari titik asal ke titik tujuan yang memiliki kapasitas sisa terbesar, kemudian mengalirkan kendaraan melalui jalur tersebut sesuai dengan

kapasitas minimumnya. Setelah aliran dialokasikan, kapasitas sisa pada setiap ruas jalan diperbarui, dan proses pencarian jalur diulang hingga tidak terdapat lagi jalur yang mampu menampung tambahan aliran. Proses ini berlanjut secara iteratif hingga kondisi aliran maksimum jaringan tercapai (Ahuja et al., 1993).

Hasil analisis maximum flow digunakan untuk menilai kemampuan jaringan jalan dalam menampung dan mengalirkan arus kendaraan secara keseluruhan. Selain itu, hasil ini dimanfaatkan untuk mengidentifikasi ruas jalan yang berpotensi menjadi penghambat aliran kendaraan (bottleneck), yaitu ruas jalan dengan kapasitas terbatas yang membatasi kelancaran arus lalu lintas dalam jaringan.

2.4 Alat dan Perangkat Analisis

Peralatan dan perangkat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Kamera dan sistem CCTV Kota Batu yang digunakan untuk membantu dokumentasi serta memverifikasi data volume lalu lintas yang diperoleh di lapangan.
2. Alat pencacah digital (*digital counter*) yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas pada ruas jalan penelitian.
3. Perhitungan aliran maksimum jaringan jalan dilakukan menggunakan alat bantu program dengan menerapkan algoritma *Maximum Capacity Augmenting Path*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Kapasitas Ruas Jalan

Kapasitas setiap ruas jalan pada jaringan dihitung dengan mengacu pada *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (PKJI) 2023. Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan masing-masing ruas jalan menampung arus kendaraan pada kondisi lalu lintas yang diamati. Rumus kapasitas yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \times FC_{UK} \quad (1)$$

dengan keterangan:

- C_0 = kapasitas dasar ruas jalan
- FC_{LJ} = faktor penyesuaian lebar jalan
- FC_{PA} = faktor pemisahan arah (dua arah/satu arah)
- FC_{HS} = faktor hambatan samping
- FC_{UK} = faktor kondisi lingkungan (permukiman, komersial, campuran)

Hasil perhitungan kapasitas setiap ruas jalan disajikan pada Tabel 1. Nilai kapasitas yang diperoleh ini selanjutnya digunakan sebagai bobot maksimum (*capacity*) pada sisi (*edge*) dalam pemodelan jaringan jalan menggunakan graf berarah. Selain itu, kapasitas ini juga menjadi dasar untuk menghitung derajat kejemuhan setiap ruas jalan dan sebagai input utama dalam analisis aliran maksimum (*maximum flow*) jaringan jalan.

Tabel 1 Perhitungan Kapasitas Jaringan Jalan

No	Jalan	Lebar Jalan	Tipe Jalan	C_0	FC_{LJ}	FC_{PA}	FC_{HS}	FC_{UK}	C
1	Jl. Oro-Oro Ombo	8 m	2/2-TT	2800	1,14	1,00	0,86	0,90	2470
2	Jl. Agus Salim	9,9 m	Jalan satu arah	3400	1,00	1,00	0,86	0,90	2631
3	Jl. Imam Bonjol	7,2 m	Jalan satu arah	3400	1,00	1,00	0,86	0,90	2631
4	Jl. Pattimura	14 m	2/2-TT	2800	1,34	1,00	0,86	0,90	2904
5	Jl. Raya Beji	16 m	2/2-TT	2800	1,34	1,00	0,86	0,90	2904
6	Jl. Ir. Soekarno	11,5 m	2/2-TT	2800	1,34	1,00	0,86	0,90	2904
7	Jl. Gondorejo	6 m	2/2-TT	2800	0,87	1,00	0,86	0,90	1885
8	Jl. Hasanuddin	8 m	2/2-TT	2800	1,14	1,00	0,86	0,90	2470

Berdasarkan Tabel 1, kapasitas tiap ruas jalan berbeda, yang dipengaruhi oleh lebar jalan dan tipe lalu lintas. Ruas jalan yang lebih lebar memiliki kapasitas lebih besar dibandingkan ruas yang sempit, sehingga ruas dengan kapasitas rendah dapat menjadi titik penghambat aliran kendaraan dalam jaringan jalan.

3.2 Volume Lalu Lintas

Lalu lintas pada ruas jalan yang diteliti terdiri dari beberapa jenis kendaraan, yaitu mobil penumpang (MP), kendaraan sedang (KS), dan sepeda motor (SM). Dalam penelitian ini, volume lalu lintas dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) sesuai dengan ketentuan PKJI 2023. Nilai Ekivalen Mobil Penumpang (EMP) yang digunakan untuk masing-masing jenis kendaraan disajikan pada Tabel 2 dan digunakan untuk mengonversi jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya ke dalam satuan smp/jam.

Tabel 2 Nilai Ekivalen Mobil Penumpang (EMP)

Jenis Kendaraan	EMP
Mobil Penumpang (MP)	1,0
Kendaraan Sedang (KS)	1,3
Sepeda Motor (SM)	0,4

Nilai EMP pada Tabel 2 selanjutnya digunakan dalam perhitungan volume lalu lintas untuk setiap ruas jalan. Proses konversi jumlah kendaraan dari berbagai jenis ke dalam satuan smp/jam dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$Q_{smp} = (MP \times EMP_{MP}) + (KS \times EMP_{KS}) + (SM \times EMP_{SM}) \quad (2)$$

Melalui Persamaan (2), data jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya pada masing-masing ruas jalan dihitung menjadi volume lalu lintas dalam satuan smp/jam. Hasil perhitungan volume lalu lintas tersebut disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Volume Lalu Lintas

No	Jalan	MP	KS	SM	<i>q</i>
1	Jl. Oro-Oro Ombo	729	53	2532	1810
2	Jl. Agus Salim	643	48	2989	1901
3	Jl. Imam Bonjol	591	42	2662	1694
4	Jl. Pattimura	819	69	3492	2305
5	Jl. Raya Beji	851	74	3804	2468
6	Jl. Ir. Soekarno	863	77	3912	2527
7	Jl. Gondorejo	81	9	1806	815
8	Jl. Hasanuddin	517	45	2139	1431

Nilai volume lalu lintas pada Tabel 3 menggambarkan kondisi aktual arus kendaraan pada setiap ruas jalan di lokasi penelitian. Nilai ini selanjutnya digunakan sebagai input dalam perhitungan derajat kejemuhan serta evaluasi kinerja lalu lintas.

3.3 Derajat Kejemuhan

Derajat kejemuhan merupakan indikator yang menggambarkan perbandingan antara volume kendaraan yang melintas dengan kapasitas suatu ruas jalan dalam satuan smp/jam . Nilai ini digunakan untuk menilai kondisi lalu lintas pada suatu ruas jalan serta menjadi dasar dalam penentuan tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*). Semakin tinggi nilai derajat kejemuhan, semakin terbatas pergerakan kendaraan pada ruas jalan tersebut. Derajat kejemuhan (D_J) dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (3)$$

di mana:

- D_J : Derajat Kejemuhan
- q : Volume lalu lintas (smp/jam)
- C : Kapasitas jalan (smp/jam)

Perhitungan derajat kejemuhan dilakukan menggunakan data volume lalu lintas dan kapasitas ruas jalan yang telah diperoleh sebelumnya. Nilai derajat kejemuhan untuk setiap ruas jalan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Derajat Kejemuhan Tiap Ruas Jalan

No	Jalan	C	q	D _J
1	Jl. Oro-Oro Ombo	2470	1810	0,73
2	Jl. Agus Salim	2631	1901	0,72
3	Jl. Imam Bonjol	2631	1694	0,64
4	Jl. Pattimura	2904	2305	0,79
5	Jl. Raya Beji	2904	2468	0,85
6	Jl. Ir. Soekarno	2904	2527	0,87
7	Jl. Gondorejo	1885	815	0,43
8	Jl. Hasanuddin	2470	1431	0,58

3.4 Tingkat Pelayanan Jalan/Level of Service (LoS)

Tingkat pelayanan jalan (*Level of Service*) digunakan untuk menilai kualitas kinerja lalu lintas pada suatu ruas jalan berdasarkan nilai derajat kejemuhan. Semakin tinggi nilai derajat kejemuhan, semakin terbatas pergerakan kendaraan dan semakin padat kondisi lalu lintas. Berdasarkan *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia* (PKJI) 2023, klasifikasi tingkat pelayanan ruas jalan menurut nilai derajat kejemuhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Klasifikasi Tingkat Pelayanan Jalan (LoS)

Tingkat Pelayanan	Kondisi Lapangan	D _J
A	Lalu lintas lancar dengan kecepatan tinggi dan pengemudi bebas memilih kecepatan tanpa hambatan.	0,00–0,19
B	Arus masih stabil dan lancar tetapi kecepatan mulai dibatasi kondisi jalan sehingga pengemudi masih memiliki kebebasan cukup memilih kecepatan.	0,20–0,44
C	Arus stabil namun kecepatan dan pergerakan kendaraan mulai dikendalikan sehingga pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.	0,45–0,74
D	Arus mendekati tidak stabil namun pergerakan kendaraan masih bisa dikontrol dan Q/C masih dapat ditolerir.	0,75–0,84
E	Volume lalu lintas mendekati atau mencapai kapasitas sehingga arus tidak stabil dan kendaraan terkadang berhenti.	0,85–1,00
F	Arus dipaksakan dengan kecepatan rendah, terjadi antrean panjang dan pergerakan kendaraan sangat terbatas.	> 1,00

Sumber: PKJI 2023

Nilai derajat kejemuhan pada Tabel 4 kemudian diklasifikasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 5 untuk menentukan tingkat pelayanan tiap ruas jalan, dengan hasil yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Tingkat Pelayanan Jalan (LoS) Setiap Ruas Jalan

No	Jalan	D _J	LoS
1	Jl. Oro-Oro Ombo	0,73	C
2	Jl. Agus Salim	0,72	C
3	Jl. Imam Bonjol	0,64	C
4	Jl. Pattimura	0,79	D
5	Jl. Raya Beji	0,85	E
6	Jl. Ir. Soekarno	0,87	E
7	Jl. Gondorejo	0,43	B
8	Jl. Hasanuddin	0,58	C

Berdasarkan Tabel 6, sebagian besar ruas jalan berada pada tingkat pelayanan C hingga E. Kondisi ini

menunjukkan bahwa lalu lintas pada ruas-ruas tersebut tergolong cukup padat dan dalam beberapa kasus telah mendekati kapasitas jalan. Ruas Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno memiliki tingkat pelayanan rendah, yaitu LoS E, yang mengindikasikan kondisi arus lalu lintas yang tidak stabil dan berpotensi menjadi titik penghambat aliran kendaraan dalam jaringan jalan.

3.5 Analisis Maximum Flow

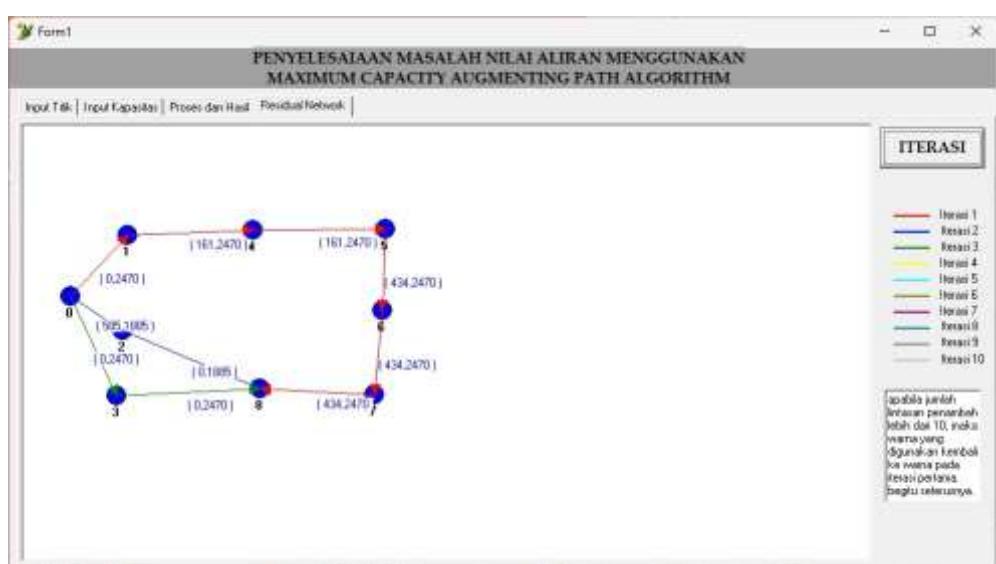
Berdasarkan data kapasitas dan volume lalu lintas, dilakukan analisis aliran maksimum (*maximum flow*) untuk mengetahui jumlah maksimum kendaraan yang dapat ditampung oleh jaringan jalan dari kawasan Jatim Park 2 sebagai titik asal menuju kawasan Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu-Buah Tangan sebagai titik tujuan. Perhitungan dilakukan menggunakan program “Aplikasi Penyelesaian Masalah Nilai Aliran dengan Algoritma Maximum Capacity Augmenting Path”, yang menghasilkan tampilan visual jaringan jalan dan jalur aliran kendaraan.

3.5.1 Maximum Flow Berdasarkan Kapasitas Jalan

Pada tahap ini, kapasitas masing-masing ruas jalan digunakan sebagai bobot sisi pada graf jaringan. Hasil perhitungan aliran maksimum berdasarkan kapasitas jalan ditampilkan pada Gambar 1, sedangkan visualisasi jaringan jalan dan jalur aliran hasil iterasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 1 Hasil Perhitungan Aliran Maksimum Berdasarkan Kapasitas Jalan



Gambar 2 Jaringan Jalan dan Hasil Iterasi Aliran Maksimum Berdasarkan Kapasitas

Pada Gambar 2, ruas jalan yang ditandai dengan warna hijau menunjukkan jalur yang dipilih oleh program dalam setiap iterasi perhitungan aliran maksimum berdasarkan kapasitas ruas jalan. Pada iterasi pertama, aliran kendaraan melalui jalur 0–1–4–5–6–7–8, yaitu jalur dengan kapasitas minimum terbesar yang masih memungkinkan penambahan aliran. Selanjutnya, pada iterasi kedua aliran dialirkan melalui jalur 0–2–8, dan pada iterasi ketiga melalui jalur 0–3–8.

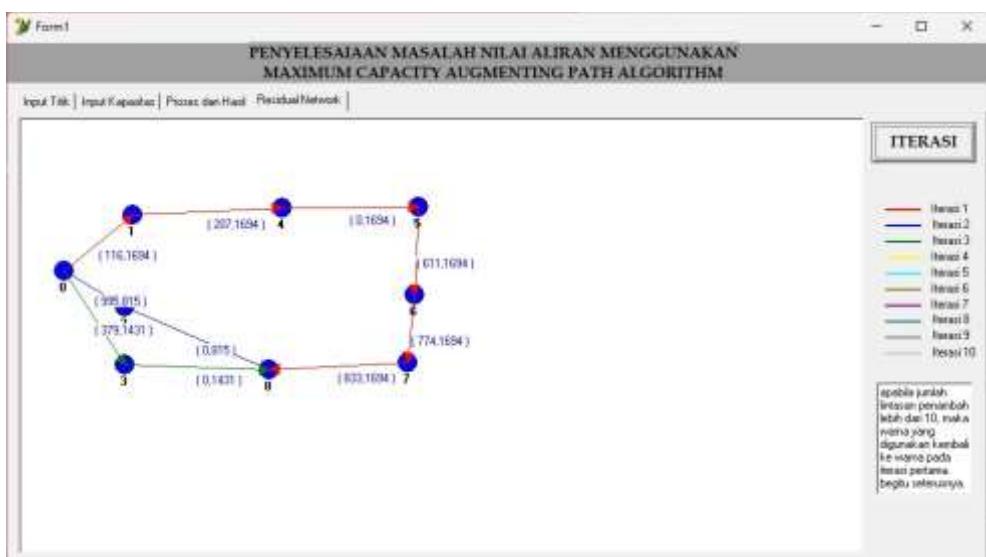
Proses iterasi dihentikan ketika program tidak lagi menemukan jalur yang mampu menampung tambahan arus. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, diperoleh nilai aliran maksimum total jaringan jalan sebesar 6.825 smp/jam..

3.5.2 Maximum Flow Berdasarkan Volume Lalu Lintas

Analisis selanjutnya dilakukan dengan menggunakan volume lalu lintas aktual sebagai bobot sisi pada graf jaringan jalan. Hasil perhitungan aliran maksimum berdasarkan volume lalu lintas ditampilkan pada Gambar 3, sedangkan visualisasi jalur aliran hasil iterasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3 Hasil Perhitungan Aliran Maksimum Berdasarkan Volume Lalu Lintas



Gambar 4 Jaringan Jalan dan Hasil Iterasi Aliran Maksimum Berdasarkan Volume Lalu Lintas

Pada Gambar 4, warna hijau menunjukkan jalur-jalur yang dipilih oleh program dalam proses iterasi aliran maksimum berdasarkan volume kendaraan aktual. Pada iterasi pertama, aliran kendaraan melewati jalur

0–1–4–5–6–7–8. Iterasi berikutnya mengalirkan kendaraan melalui jalur 0–2–8 dan 0–3–8 selama ruas-ruas tersebut masih memiliki kapasitas tersisa.

Proses perhitungan dihentikan ketika tidak terdapat jalur lain yang mampu menampung tambahan volume kendaraan. Berdasarkan hasil analisis ini, diperoleh volume aliran maksimum jaringan jalan sebesar 3.940 smp/jam.

3.6 Evaluasi Kinerja Jaringan Jalan

Berdasarkan hasil analisis *maximum flow*, diperoleh bahwa nilai maksimum jaringan jalan dari Jatim Park 2 menuju Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu berdasarkan kapasitas ruas jalan sebesar 6.825 smp/jam, sedangkan berdasarkan volume lalu lintas aktual sebesar 3.940 smp/jam. Perbedaan kedua nilai tersebut menunjukkan bahwa secara umum jaringan jalan masih mampu menampung kendaraan, namun pada kondisi nyata volume lalu lintas yang terjadi belum memanfaatkan kapasitas jalan secara keseluruhan.

Hasil perhitungan derajat kejemuhan menunjukkan bahwa Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno memiliki nilai derajat kejemuhan tertinggi, masing-masing sebesar 0,85 dan 0,87, yang berada pada tingkat pelayanan E. Nilai ini menunjukkan bahwa lalu lintas pada kedua ruas jalan tersebut sudah dalam kondisi padat, sehingga pergerakan kendaraan mulai terbatas, terutama pada waktu tertentu.

Meskipun kapasitas ruas jalan pada jaringan penelitian masih lebih besar dibandingkan volume lalu lintas yang melintas, tingginya aktivitas kendaraan pada Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno menyebabkan kondisi lalu lintas pada kedua ruas tersebut relatif padat. Akibatnya, kedua ruas jalan tersebut menjadi bagian jaringan yang paling berpengaruh terhadap kelancaran perjalanan menuju kawasan pusat oleh-oleh, khususnya pada akhir pekan dan saat kunjungan wisata meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kapasitas jalan, volume lalu lintas, derajat kejemuhan, dan pendekatan *maximum flow* pada jaringan jalan yang menghubungkan objek wisata Jatim Park 2 di Jalan Oro-Oro Ombo dengan kawasan Pusat Oleh-Oleh Khas Malang dan Batu-Buah Tangan di Jalan Ir. Soekarno, dapat disimpulkan bahwa secara umum kapasitas jaringan jalan masih lebih besar dibandingkan volume kendaraan yang melintas. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi lalu lintas normal, jaringan jalan tersebut masih mampu menampung arus kendaraan.

Meskipun demikian, nilai derajat kejemuhan menunjukkan bahwa Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno berada pada kondisi lalu lintas padat dengan tingkat pelayanan E, masing-masing memiliki nilai derajat kejemuhan sebesar 0,85 dan 0,87. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pada periode tertentu, khususnya saat terjadi peningkatan aktivitas wisata, kedua ruas jalan tersebut berpotensi mengalami penurunan kinerja lalu lintas akibat tingginya konsentrasi arus kendaraan. Selain sebagai akses menuju kawasan pusat oleh-oleh, kedua ruas jalan tersebut juga berfungsi sebagai jalur penghubung menuju beberapa destinasi wisata lain di sekitarnya, sehingga arus kendaraan pada ruas-ruas jalan tersebut menjadi relatif lebih tinggi.

Hasil analisis *maximum flow* menunjukkan bahwa kapasitas maksimum jaringan jalan mencapai 6.825 smp/jam, sedangkan volume lalu lintas aktual yang tertampung sebesar 3.940 smp/jam. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan bahwa secara keseluruhan jaringan jalan masih memiliki kapasitas yang tersedia, namun distribusi arus lalu lintas belum berlangsung secara merata dan cenderung terpusat pada ruas jalan tertentu. Dengan demikian, Jalan Raya Beji dan Jalan Ir. Soekarno dapat diidentifikasi sebagai ruas jalan yang bersifat kritis dalam memengaruhi kelancaran perjalanan menuju kawasan pusat oleh-oleh.

Hasil penelitian ini menunjukkan pentingnya peningkatan kinerja jaringan jalan melalui pengelolaan lalu lintas dan pemanfaatan jaringan jalan secara lebih optimal, khususnya pada ruas-ruas jalan dengan tingkat kejemuhan tinggi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait pengelolaan lalu lintas serta pengembangan infrastruktur jalan di kawasan wisata Kota Batu

DAFTAR PUSTAKA

- Agusnur, A., 2025, Penggunaan Teori Graf dalam Optimasi Jaringan Transportasi Kota, *Jurnal Matematika dan Aplikasi (JMA)*, Vol. 1, No. 1, pp. 29–35. <https://jurnal.pustakabangsaindonesia.com/index.php/jma>
- Ahuja, R. K., Magnanti, T. L., & Orlin, J. B., 1993, *Network Flows: Theory, Algorithms, and Applications*, Prentice-Hall, New Jersey.
- Arianta, R., & Widyatami, F. S., 2025, Analisis Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Kota, *Jurnal Teknik dan Teknologi Terapan*, Vol. 3, No. 1, pp. 21–27. <https://ojs.unm.ac.id/ijses/article/view/65307>
- Cahayani, E., Yunus, A. I., & Rohman, D., 2024, Tinjauan Kinerja Arus Lalu-Lintas Jalan di Kota Makassar Sebagai Kota Wisata di Indonesia Bagian Timur, *Indonesian Journal of Social and Educational Studies*, Vol. 5, No. 1, pp. 1–14. <https://ojs.unm.ac.id/ijses/article/view/65307>
- Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Direktorat Bina Marga, 2023, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023)*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Harahap, E., Aditya, Z., Badruzzaman, F., Fajar, Y., Bastia, A., Zein, S., & Kudus, A., 2022, Solusi Kemacetan Lalu Lintas Kota Bandung Melalui Pemerataan Arus Kendaraan, *Jurnal Sains, Aplikasi, Komputasi dan Teknologi Informasi*, Vol. 4, No. 1, pp. 27–36. <http://e-journals.unmul.ac.id/index.php/jsakti/>
- Kristanti, A. R., Pratiwi, D., Rahmawati, I. A., Setiawan, A. R., & Habibi, A., 2024, Optimasi Jalur Evakuasi Bencana Dalam Mereduksi Dampak Erupsi Gunung Semeru Menggunakan Shortest Path dan Maximum Flow, *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, Vol. 9, No. 2, pp. 207–220. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v9i2.14140>
- Marpaung, F., Arnita, A., & Sari, N., 2023, Maximal Flow of Transportation Network in Medan City Using Ford-Fulkerson Algorithm, *International Journal of Science, Technology & Management*, Vol. 4, No. 1, pp. 100–106. <http://ijstm.inarah.co.id/index.php/ijstm/about/submissions>
- Shofiana, H., Sumina, S., & Handoyo, S., 2024, Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas di Ruas Jalan Slamet Riyadi Kartasura, *Sultra Civil Engineering Journal (SCiEJ)*, Vol. 5, No. 2, pp. 308–321. <https://doi.org/10.54297/sciej.v5i2.648>
- Syah, A. I., & Susila, H., 2023, Analisis Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Solo-Purwodadi, *Journal of Civil Engineering and Infrastructure Technology*, Vol. 2, No. 1, pp. 1–10. <https://doi.org/10.36728/jceit.v2i1.2661>