

## PEMODELAN ARUS KENDARAAN MENGGUNAKAN AGENT-BASED MODELING: STUDI KASUS LALU LINTAS JALAN TUASAN MEDAN

Reza Nur Afdal<sup>1</sup>, Risna Tutiarna Simorangkir<sup>2</sup>, Putri Harliana<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Mahasiswa Prodi Ilmu Komputer, Matematika, FMIPA – UNIMED

<sup>3</sup> Dosen Prodi Ilmu Komputer, Matematika, FMIPA – UNIMED

<sup>1</sup>[rezanurrr78@gmail.com](mailto:rezanurrr78@gmail.com), <sup>2</sup>[risnasmrgkr@gmail.com](mailto:risnasmrgkr@gmail.com), <sup>3</sup>[harliana@unimed.ac.id](mailto:harliana@unimed.ac.id)

### Abstrak

Kemacetan lalu lintas menjadi tantangan signifikan di kota-kota besar seperti Medan, khususnya di ruas Jalan Tuasan yang kerap mengalami kepadatan pada jam sibuk. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan arus lalu lintas pada persimpangan Jalan Tuasan menggunakan pendekatan Agent-Based Modeling (ABM). Metode ini memungkinkan simulasi perilaku individu kendaraan sebagai agen yang saling berinteraksi dalam suatu sistem dinamis. Data primer dikumpulkan melalui observasi langsung selama tiga hari pada tiga rentang waktu (pagi, siang, sore). Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan lampu lalu lintas dapat meningkatkan efisiensi pergerakan kendaraan, terlihat dari peningkatan kecepatan rata-rata dan pengurangan potensi konflik di titik simpang. Studi ini membuktikan bahwa model ABM efektif dalam mengevaluasi skenario manajemen lalu lintas secara mikro dan dinamis.

**Kata kunci :** *Pemodelan Berbasis Agen, Simulasi Lalu Lintas, Kemacetan, Kendaraan*

### 1. Pendahuluan

Kemacetan merupakan salah satu tantangan yang dihadapi oleh kota besar di Indonesia, salah satunya Kota Medan. Pertumbuhan populasi yang pesat, peningkatan jumlah kendaraan bermotor, serta perencanaan infrastruktur yang belum sepenuhnya adaptif terhadap perkembangan zaman menjadi faktor penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas. Aktivitas manusia lebih banyak mengandalkan transportasi darat dibanding dengan transportasi laut atau udara. Transportasi darat meliputi mobil, motor, bus, truk dan becak. Kebutuhan akan transportasi terus meningkat dan persaingan antar produsen transportasi semakin meningkat (Pratama, 2025).

Salah satu kawasan di Kota Medan yang sering mengalami permasalahan lalu lintas adalah Jalan Tuasan yang berpotongan dengan Jalan Tempuling yang membentuk jalan simpang empat lengan. Jalan Tuasan menjadi tempat yang menghubungkan kawasan permukiman, pusat perdagangan, serta jalur distribusi barang. Jalan ini memiliki karakteristik lalu lintas yang ramai dan padat sehingga sering menyebabkan kemacetan dan keterlambatan perjalanan, terutama pada jam-jam sibuk.

Persimpangan jalan dapat menjadi kawasan rawan kecelakaan (Farida, 2020). Untuk mengatasi hal ini, salah satu cara yang digunakan adalah dengan memasang lampu lalu lintas dengan tujuan untuk mengatur arus lalu lintas (Dwi, 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini akan membahas model simulasi arus kendaraan menggunakan pendekatan *Agent-Based Modeling (ABM)* pada Jalan Tuasan Medan.

*Agent based modelling* merupakan model simulasi yang menggambarkan individu-individu (agent) dalam sebuah sistem yang kompleks dan dinamis (Saputra, 2019). Pendekatan *ABM* menawarkan sebuah alternatif yang inovatif. *ABM* merupakan metode pemodelan berbasis simulasi yang mengasumsikan setiap entitas dalam sistem sebagai agen yang memiliki perilaku, tujuan, dan kemampuan untuk berinteraksi dengan agen lain serta dengan lingkungannya. Dalam pemodelan lalu lintas, setiap kendaraan atau pengemudi dapat direpresentasikan sebagai agen yang memiliki keputusan individual, seperti percepatan, perpindahan jalur, atau respons terhadap rambu lalu lintas. Hal ini memungkinkan analisis yang lebih mikro, dinamis, dan realistis terhadap sistem lalu lintas.

Pemodelan berbasis *Agent-Based Modeling (ABM)* diharapkan mampu menjawab tantangan tersebut dengan memberikan simulasi yang lebih fleksibel, adaptif, dan dapat diujikan pada berbagai skenario kebijakan, seperti perubahan pola lalu lintas, penambahan rambu, atau pembatasan kendaraan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan *ABM* dalam studi kasus lalu lintas Jalan Tuasan, guna memahami dinamika pergerakan kendaraan serta mengevaluasi solusi manajemen lalu lintas yang potensial.

Available at:

<https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/pinter/article/view/55018>

## 2. Dasar Teori

### 2.1. Lalu Lintas

Lalu lintas merupakan aktivitas pergerakan kendaraan, manusia, atau hewan di jalan (Warpani, 2002). Permasalahan umum dalam sistem lalu lintas berkaitan dengan ketidakseimbangan antara daya tampung jalan dan jumlah pengguna jalan, baik itu kendaraan maupun orang. Ketika volume pengguna jalan melebihi kapasitas yang tersedia, kemacetan pun tak terhindarkan. Unsur utama dalam lalu lintas meliputi manusia, kendaraan, serta sistem pengaturannya (Saputri, 2014).

### 2.2. Sistem, Model dan Simulasi

Sistem merupakan kumpulan komponen yang saling berinteraksi dan terorganisir, di mana setiap komponen berkontribusi terhadap perilaku sistem secara keseluruhan serta dipengaruhi oleh keberadaannya dalam sistem tersebut, yang juga menerima input dari lingkungan luar dan menghasilkan output (Daellenbach & McNickle, 2005). Untuk memahami sistem yang tidak dapat diamati secara langsung, digunakan model sebagai representasi dari sistem nyata yang sedang berlangsung dan menjadi objek penelitian. Pemodelan sendiri merupakan proses membangun model dari sistem nyata, yang menurut Buede (2009) dapat dikategorikan menjadi model definitif, deskriptif atau prediktif, dan normatif, sedangkan Ragsdale (2012) membaginya menjadi model preskriptif, prediktif, dan deskriptif. Salah satu bentuk model deskriptif atau prediktif adalah model simulasi, yang didefinisikan sebagai metode untuk merepresentasikan perilaku sistem nyata menggunakan perangkat lunak komputer (Law, 2007), dan sangat efektif untuk memecahkan permasalahan sistem kompleks. Borshchev & Filippov (2004) mengemukakan bahwa terdapat tiga pendekatan umum dalam pemodelan simulasi, yaitu *System Dynamics* yang menggambarkan hubungan sebab-akibat antar variabel dalam sistem dinamis, *Discrete Event* yang mensimulasikan proses sistem berdasarkan kejadian dalam waktu tertentu, serta *Agent Based* yang menekankan pada interaksi antar komponen terkecil dalam sistem untuk memahami dampaknya terhadap keseluruhan sistem (Saputri, 2014).

### 2.3. Agent based modelling (ABM)

Menurut (Yin, Li, & Zhi, 2010), Agent Based Model (ABM) merupakan metode yang digunakan untuk menganalisis interaksi antar agen dengan cara mensimulasikan entitas dalam suatu sistem yang kompleks. Metode ini memodelkan agen serta mencoba merepresentasikan kompleksitas sistem melalui perilaku agen, interaksi antar agen, dan hubungan dengan lingkungannya. Selain itu, (Macal & North, 2011) menjelaskan bahwa ABM adalah pendekatan pemodelan yang tergolong baru dan banyak dimanfaatkan untuk merepresentasikan sistem kompleks yang terdiri dari agen-agen mandiri yang saling berinteraksi. Setiap agen memiliki perilaku yang biasanya ditentukan oleh aturan sederhana, dapat berinteraksi dengan agen lain, dan belajar dari pengalaman (Sriwana, 2019). Penggunaan ABM juga telah mendapatkan momentum dalam literatur transportasi, energi, dan teknologi untuk memodelkan fenomena kompleks yang muncul seperti pilihan mobilitas (Mehdizadeh dkk., 2022).

## 3. Metodologi

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Agent-Based Modeling (ABM)* untuk mensimulasikan arus lalu lintas di Jalan Tuasan, Medan. ABM dipilih karena kemampuannya dalam merepresentasikan interaksi antar agen secara individual dan dinamis dalam suatu lingkungan tertentu (Sopha, 2021).

### 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Jalan Tuasan, Kecamatan Medan Tembung, Kota Medan. Jalan Tuasan merupakan salah satu jalan utama yang ramai dilalui kendaraan, terutama pada siang dan sore hari.

### 3.2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung selama tiga hari berturut-turut. Setiap harinya, observasi dilaksanakan pada tiga rentang waktu yang berbeda, yaitu pukul 08.00–09.00 WIB (pagi), pukul 12.00–13.00 WIB (siang), dan pukul 15.00–16.00 WIB (sore). Pemilihan waktu ini bertujuan untuk menangkap variasi kondisi lalu lintas pada berbagai periode dalam satu hari. Data yang dikumpulkan mencakup jumlah kendaraan dan jenis kendaraan di setiap waktu pengamatan. Informasi ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengembangan model simulasi lalu lintas.

### 3.3. Analisis Model Simulasi

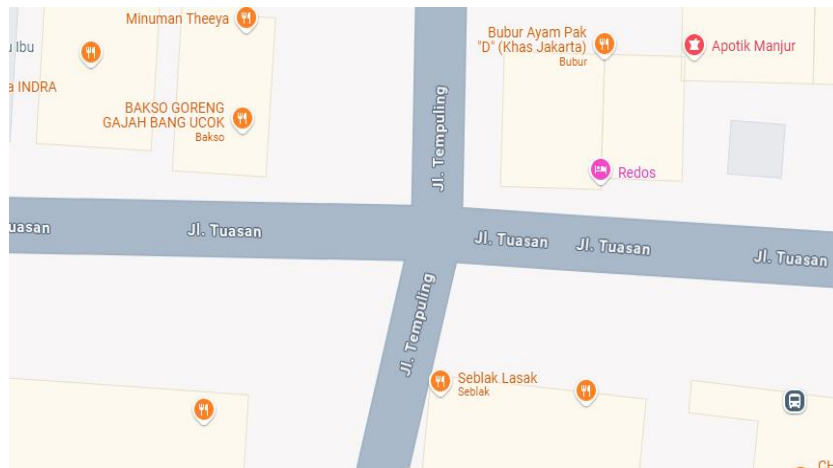
Simulasi dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python dan pustaka Pygame. Kendaraan (agen) diprogram dengan aturan dasar seperti kecepatan, jarak aman, dan respon terhadap lampu lalu lintas. Analisis

dilakukan dengan membandingkan visual dan kuantitatif dari beberapa skenario simulasi, guna melihat dampak perubahan terhadap kelancaran arus.

#### 4. Hasil dan Analisis

##### 4.1. Lokasi Penelitian

Data Jalan Tuasan, khususnya di area Simpang Tempuling, Medan, merupakan salah satu lokasi yang kerap mengalami kemacetan lalu lintas, terutama pada sore hari. Kepadatan tersebut bukan disebabkan oleh banyaknya pedagang kaki lima, melainkan oleh meningkatnya volume kendaraan yang berhenti di pinggir jalan untuk membeli sesuatu dari para pedagang yang berjualan di sekitar area tersebut. Aktivitas ini mengurangi kapasitas jalan dan menghambat kelancaran arus lalu lintas.



Gambar 4.1 Lokasi Jalan Tuasan Simpang Tempuling, Medan

##### 4.2. Hasil Perhitungan Data

Data berikut merupakan hasil pengamatan di Jalan Tuasan yang disajikan dalam bentuk tabel. Pengamatan dilakukan terhadap kendaraan yang melintas, terdiri dari sepeda motor, becak, dan mobil. Hasil pengamatan tersebut disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.1. Volume Kendaraan di Jl. Tuasan

Waktu	Kendaraan	Jln. Tuasan		
	Jam	08:00-09:00	12:00-13:00	15:00-16:00
Kamis	Roda dua (Motor)	902 unit	961 unit	1019 unit
	Roda empat (Mobil)	182 unit	207 unit	244 unit
	Roda tiga (Becak)	80 unit	75 unit	93 unit
Jumat	Roda dua (Motor)	998 unit	1042 unit	1108 unit
	Roda empat (Mobil)	154 unit	179 unit	231 unit
	Roda tiga (Becak)	68 unit	82 unit	73 unit
Sabtu	Roda dua (Motor)	1050 unit	1156 unit	1174 unit
	Roda empat (Mobil)	201 unit	293 unit	283 unit
	Roda tiga (Becak)	68 unit	84 unit	75 unit

Selanjutnya menentukan probabilitas kendaraan berdasarkan waktu dan jenis kendaraan selama tiga hari di Jln. Tuasan. Perhitungan probabilitas dilakukan dengan membagi jumlah kendaraan sesuai jenis dengan total kendaraan pada hari dan waktu tersebut.

#### 4.2.1. Perhitungan Total Kendaraan:

Tabel 4.2. Volume Kendaraan di Jl. Tuasan

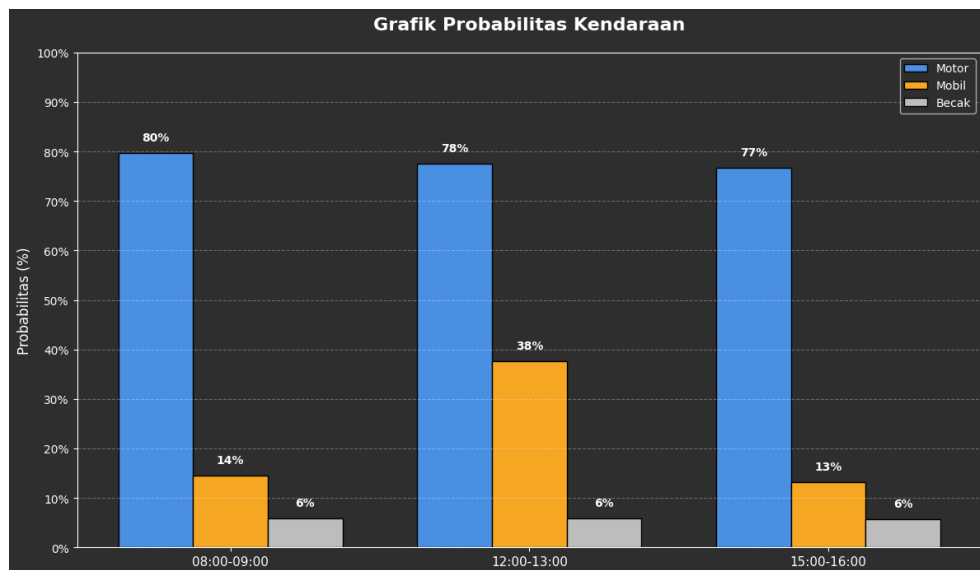
Hari	Kendaraan	Jam (WIB)		
		08:00-09:00	12:00-13:00	15:00-16:00
<b>Kamis</b>	Roda dua (Motor)	902 unit	961 unit	1019 unit
	Roda empat (Mobil)	182 unit	207 unit	244 unit
	Roda tiga (Becak)	80 unit	75 unit	93 unit
	<b>Total</b>	1164	1243	1356
<b>Jumat</b>	Roda dua (Motor)	998 unit	1042 unit	1108 unit
	Roda empat (Mobil)	154 unit	179 unit	231 unit
	Roda tiga (Becak)	68 unit	82 unit	73 unit
	<b>Total</b>	1220	1303	1412
<b>Sabtu</b>	Roda dua (Motor)	1050 unit	1156 unit	1174 unit
	Roda empat (Mobil)	201 unit	293 unit	283 unit
	Roda tiga (Becak)	68 unit	84 unit	75 unit
	<b>Total</b>	1319	1533	1532

#### 4.2.2. Probabilitas Kendaraan

Tabel 4.3. Probabilitas Kendaraan

Hari	Kendaraan	Jam (WIB)		
		08:00-09:00	12:00-13:00	15:00-16:00
<b>Kamis</b>	Roda dua (Motor)	$\frac{902}{1164}$ = 0,775 atau 77,5%	$\frac{962}{1243}$ = 0,773 atau 77,3%	$\frac{1019}{1356}$ = 0,751 atau 75,1%
	Roda empat (Mobil)	$\frac{182}{1164}$ = 0,156 atau 15,6%	$\frac{207}{1243}$ = 0,167 atau 16,7%	$\frac{244}{1356}$ = 0,18 atau 18,0%
	Roda tiga (Becak)	$\frac{80}{1164}$ = 0,069 atau 6,9%	$\frac{75}{1243}$ = 0,06 atau 6,0%	$\frac{93}{1356}$ = 0,069 atau 6,9%
<b>Jumat</b>	Roda dua (Motor)	$\frac{998}{1220}$ = 0,818 atau 81,1%	$\frac{1042}{1303}$ = 0,80 atau 80,0%	$\frac{1108}{1412}$ = 0,785 atau 78,5%
	Roda empat (Mobil)	$\frac{154}{1220}$ = 0,126 atau 12,6%	$\frac{179}{1303}$ = 0,137 atau 13,7%	$\frac{231}{1412}$ = 0,164 atau 16,4%
	Roda tiga (Becak)	$\frac{68}{1220}$ = 0,056 atau 5,6%	$\frac{82}{1303}$ = 0,063 atau 6,3%	$\frac{73}{1412}$ = 0,052 atau 5,2%

Sabtu	Roda dua (Motor)	$\frac{1050}{1319}$ = 0,796 atau 79,6%	$\frac{1156}{1533}$ = 0,754 atau 75,4%	$\frac{1174}{1532}$ = 0,766 atau 76,6%
	Roda empat (Mobil)	$\frac{201}{1319}$ = 0,152 atau 15,2%	$\frac{293}{1533}$ = 0,191 atau 19,1%	$\frac{283}{1532}$ = 0,185 atau 18,5%
	Roda tiga (Becak)	$\frac{68}{1319}$ = 0,052 atau 5,2%	$\frac{84}{1533}$ = 0,055 atau 5,5%	$\frac{75}{1532}$ = 0,049 atau 4,9%



Gambar 4.2 Grafik Probabilitas Kendaraan

Berikut dari grafik diatas probabilitas kendaraan berdasarkan jenis roda empat, dua dan tiga (motor, mobil, becak) untuk tiap hari dan waktu di Jln. Tuasan:

1. Grafik Motor : Menunjukkan bahwa motor selalu mendominasi pada setiap jam.
2. Grafik Mobil : Cenderung lebih tinggi probabilitasnya pada saat siang.
3. Grafik Becak : Probabilitas becak yang paling kecil di semua waktu.

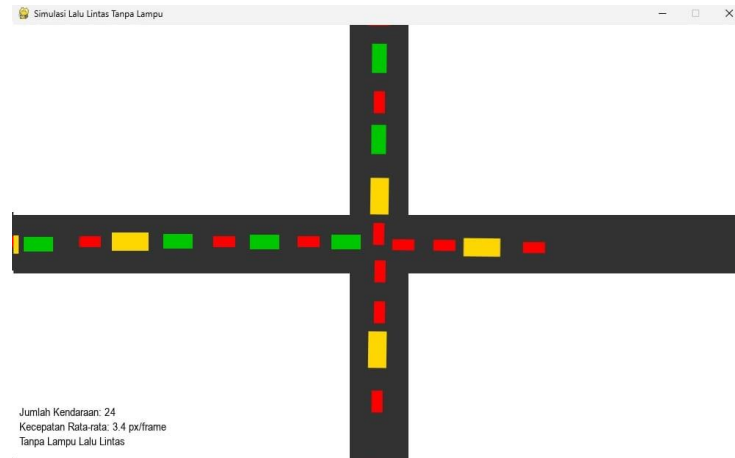
Analisis Probabilitas Kendaraan di Jln. Tuasan berdasarkan waktu dan hari :

1. 08:00-09:00 WIB
  - Motor : Kendaraan roda dua mendominasi pada waktu pagi di semua hari mencapai 80%
  - Mobil : Mobil memiliki probabilitas sekitar 14%
  - Becak : Aktivitas becak sangat rendah sekitar 6%
2. 12:00-13:00 WIB
  - Motor : Probabilitas kendaraan roda dua menurun menjadi 78%
  - Mobil : Probabilitas kendaraan roda empat naik menjadi 38%, lebih tinggi dibanding pagi hari
  - Becak : Aktivitas becak tetap sama 6% di siang hari
3. 15:00-16:00 WIB
  - Motor : Probabilitas kendaraan roda dua sedikit menurun 1% dibanding siang hari
  - Mobil : Probabilitas mobil di sore hari yang paling rendah yaitu 13%
  - Becak : Aktivitas becak tetap rendah sekitar 6%

#### 4.3. Analisis Model Simulasi

Pemodelan arus kendaraan dilakukan menggunakan pendekatan *agent-based modeling* yang merepresentasikan tiap kendaraan sebagai agen individu dengan perilaku dan aturan pergerakan tertentu. Studi

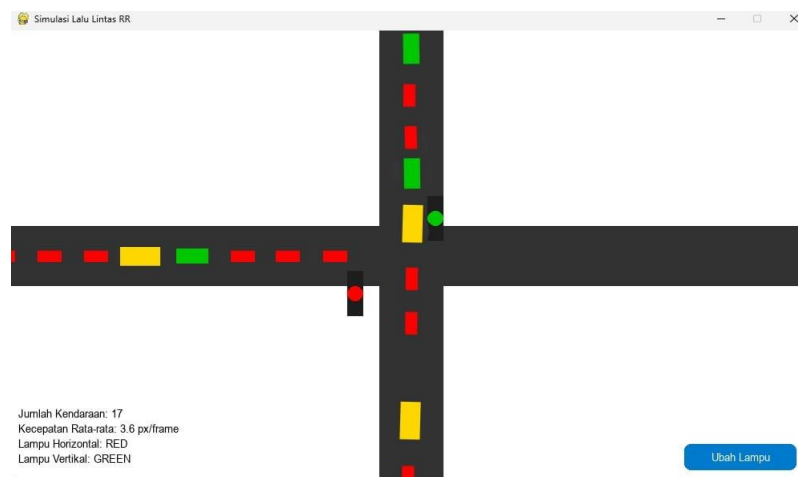
kasus dilakukan pada persimpangan jalan Tuasan, Medan, dengan dua skenario: tanpa lampu lalu lintas dan dengan lampu lalu lintas.



**Gambar 4.3 Simulasi Arus Kendaraan Tanpa Lampu Lalu Lintas**

Gambar 4.3 menunjukkan simulasi arus lalu lintas tanpa menggunakan lampu lalu lintas. Pada simulasi ini, kendaraan dari keempat arah bergerak bebas tanpa adanya regulasi waktu pemberhentian. Hasil menunjukkan adanya potensi konflik antar kendaraan di titik persimpangan, yang diindikasikan oleh posisi kendaraan yang saling mendekati dalam garis merah putus-putus. Total kendaraan yang terdeteksi dalam simulasi ini adalah 24 kendaraan, dengan kecepatan rata-rata sebesar 3.14 px/frame. Pola pergerakan menunjukkan terjadinya kemacetan dan perlambatan akibat tabrakan jalur (*trajectory conflicts*) antara kendaraan dari arah berbeda.

Sebaliknya, Gambar 4.4 memperlihatkan simulasi dengan penerapan lampu lalu lintas sebagai pengatur arus kendaraan. Dalam skenario ini, kendaraan dari arah horizontal diberikan sinyal lampu merah (RED), sedangkan dari arah vertikal diberikan lampu hijau (GREEN), memungkinkan pergerakan bergantian dan lebih teratur. Jumlah kendaraan pada simulasi ini sebanyak 17 kendaraan, dengan kecepatan rata-rata meningkat menjadi 3.56 px/frame. Peningkatan efisiensi lalu lintas ini menunjukkan bahwa penggunaan sistem sinyal lalu lintas secara signifikan dapat mengurangi kemacetan dan konflik antar kendaraan di persimpangan.



**Gambar 4.4 Simulasi Arus Kendaraan Dengan Lampu Lalu Lintas**

Dari kedua simulasi, dapat disimpulkan bahwa pengaturan lalu lintas menggunakan lampu lalu lintas memberikan dampak positif terhadap kelancaran arus kendaraan di persimpangan jalan. Selain meningkatkan kecepatan rata-rata kendaraan, sistem ini juga mengurangi jumlah kendaraan yang tertahan dalam satuan waktu tertentu, serta meminimalisir resiko kecelakaan akibat tabrakan jalur.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan model simulasi arus lalu lintas di Jalan Tuasan Medan menggunakan pendekatan *Agent-Based Modeling* yang menggambarkan kendaraan sebagai agen yang berperilaku individual. Berdasarkan hasil simulasi dua skenario, penggunaan lampu lalu lintas terbukti meningkatkan efisiensi arus kendaraan, baik dari segi kecepatan rata-rata maupun pengurangan konflik di persimpangan. Pendekatan ini mampu merepresentasikan sistem lalu lintas secara lebih realistis dan mikro dibandingkan metode konvensional. Dengan demikian, ABM merupakan alat yang potensial dalam perencanaan dan evaluasi kebijakan transportasi di wilayah perkotaan.

### 5.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar model dikembangkan dengan mempertimbangkan lebih banyak variabel lingkungan seperti kondisi cuaca, perilaku pejalan kaki, serta interaksi sosial antar pengemudi. Selain itu, integrasi data lalu lintas secara real-time dan pemanfaatan sistem cerdas transportasi berbasis IoT dapat meningkatkan akurasi simulasi. Uji coba model di lokasi lain dengan karakteristik lalu lintas berbeda juga penting guna menilai generalisasi dan fleksibilitas pendekatan ABM dalam konteks yang lebih luas.

### Daftar Pustaka:

- Daellenbach, H. G., McNickle, D. C., (2005), *Management Science: Decision Making Through Systems Thinking*, Christchurch, University of Canterbury.
- Dwi, R., Rochmad, H., Arifudin, R., (2013), *Penerapan graf kompatibel pada penentuan waktu tunggu total optimal di persimpangan Jalan Kaligarang Kota Semarang*, [Online]. Tersedia: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm>
- Farida, Y., Fanani, A., Purwanti, I., Wulandari, L., Zaen, N. J., (2020), *Pemodelan arus lalu lintas dan waktu tunggu total optimal di persimpangan Jl. Jemur Andayani Ahmad Yani sebagai upaya mengurangi kemacetan*, *BAREKENG: Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan*, vol. 14, no. 3, pp. 387–396, doi: 10.30598/barekengvol14iss3pp387-396.
- Kumala Sriwana, I., Saryatmo, M. A., Saputra, E., (2019), *Perancangan model simulasi untuk meningkatkan jumlah penumpang bus Transjakarta menggunakan soft system methodology dan agent-based model*, *Operations Excellence*, vol. 11, no. 2, pp. 173–183.
- Law, A. M., (2007), *Simulation Modeling and Analysis*, 4th ed., New York, McGraw-Hill.
- Macal, C. M., North, M. J., (2011), *Introductory tutorial: agent-based modeling and simulation*, *Winter Simulation Conference*, pp. 1456–1469.
- Mehdizadeh, M., Nordfjaern, T., & Klöckner, C. A. (2022). A systematic review of the agent-based modelling/simulation paradigm in mobility transition. *Technological Forecasting and Social Change*, 184, 122011.
- Pratama, O., Rizkyadi, V., Fadilah, R. D., Valentino, J., Paduloh, P., (2025), *Perancangan model simulasi pada kasus sistem transportasi dengan menerapkannya pada arus lalu lintas*, *HUMANITIS: Jurnal Humaniora, Sosial dan Bisnis*, vol. 3, no. 5, pp. 1432–1441.
- Pratama, O., (2025), *Perancangan model simulasi pada kasus sistem transportasi dengan menerapkannya pada arus lalu lintas*, *Sosial dan Bisnis*, vol. 3, pp. 1432–1441.
- Saputra, R. N., Hardiansyah, H., Mase, L. Z., (2019), *Analisis evakuasi bencana tsunami dengan metode agent based modeling studi kasus Gedung Pusat Kegiatan Mahasiswa Universitas Bengkulu*, *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 41–51, doi: 10.33369/ijts.11.2.41-51.
- Saputri, T., Nugraha, C., Amila, K., (2014), *Model simulasi untuk pergerakan kendaraan pada ruang dua dimensi kontinu dengan pendekatan pemodelan berbasis agen*, *Reka Integra*, vol. 2, no. 4, pp. 12, Institut Teknologi Nasional, Bandung. ISSN: 2338-5081.
- Sopha, B. M., Sakti, S., (2021), *Pemodelan dan Simulasi Berbasis Agen untuk Sistem Kompleks Sosio-Teknikal: Konsep, Metode, dan Aplikasi*, Yogyakarta, UGM Press.
- Yin, Q., Li, Y., Zhi, K., (2010), *Multi-agent based simulation of negotiate pricing process in B2C*, *Proceedings - 2010 2nd WRI Global Congress on Intelligent Systems*, vol. 1, pp. 9–12, <http://doi.org/10.1109/GCIS.2010.32>