



KARAKTERISTIK FASE LALU LINTAS BERDASARKAN PEMODELAN BERBASIS AGEN

MUHAMMAD RIZAL NURROMDHONI



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Karakteristik Fase Lalu Lintas Berdasarkan Pemodelan Berbasis Agen” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, November 2025

Muhammad Rizal Nurromdhoni
G74190019

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MUHAMMAD RIZAL NURROMDHONI. Karakteristik Fase Lalu Lintas Berdasarkan Pemodelan Berbasis Agen. Dibimbing oleh. R TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA dan HUSIN ALATAS.

Penelitian lalu lintas berbasis agen telah dilakukan sebelumnya oleh para peneliti. Namun, pemodelan berbasis agen yang dilakukan sering kali tidak mempertimbangkan teori lalu lintas tiga fase untuk menjelaskan fenomena kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk menelaah peluang pembuatan model diskrit dengan aturan sederhana yang dapat memperlihatkan fenomena lalu lintas tiga fase. Penelitian didasarkan pada aturan sederhana yang telah dilakukan sebelumnya pada model statis. Kemudian aturan tersebut diadaptasi dan ditambahkan dengan aturan lain agar sesuai dengan model dinamis yang digunakan pada penelitian ini. Pemicu kemacetan berupa *bottleneck* ditambahkan agar fenomena kemacetan muncul. Penelitian berhasil memunculkan fenomena kemacetan yang sesuai dengan teori lalu lintas tiga fase dan dapat mempertahankannya dengan baik.

Kata kunci: lalu lintas, pemodelan berbasis agen, teori lalu lintas tiga fase

ABSTRACT

MUHAMMAD RIZAL NURROMDHONI. Traffic Phase Characteristics Based on Agent-Based Modeling. R TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA and HUSIN ALATAS.

Agent-based traffic research has been conducted previously by various researchers. However, the agent-based modeling often does not take into account the three-phase traffic theory into account to explain congestion phenomena. This study aims to explore the possibility of constructing a discrete model with simple rules that can demonstrate the three-phase traffic phenomena. The research is based on simple rules that have previously been applied in a static model. These rules were then adapted and extended with additional rules to fit the dynamic model used in this study. A bottleneck was introduced as a trigger for congestion so that the traffic jam phenomena could emerge. The study successfully reproduced congestion phenomena consistent with the three-phase traffic theory and was able to sustain them effectively.

Keywords: agent-based model, three-phase traffic theory, traffic



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



KARAKTERISTIK FASE LALU LINTAS BERDASARKAN PEMODELAN BERBASIS AGEN

MUHAMMAD RIZAL NURROMDHONI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University
Tim Pengaji pada Ujian Skripsi:
1 Dr. Faozan, S.Si., M.Si.
2 Dr. Setyanto Tri Wahyudi, S.Si., M.Si.



Judul Skripsi : Karakteristik Fase Lalu Lintas Berdasarkan Pemodelan Berbasis Agen
Nama : Muhammad Rizal Nurromdhoni
NIM : G74190019

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya P, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya P, S.Si., M.Si.
NIP. 19720519199721001



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1.

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a.

Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah

b.

Pengutipan tidak mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.

2.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga usulan penelitian ini berhasil diselesaikan dengan judul “Karakteristik Fase Lalu Lintas Berdasarkan Pemodelan Berbasis Agen”. Usulan penelitian ini dilakukan dalam rangka memenuhi syarat pelaksanaan penelitian di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Bapak Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya P, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I dan Bapak Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si. Selaku pembimbing II yang telah membimbing dan banyak memberi saran atas penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu, Ayah, dan seluruh keluarga, serta teman-teman Fisika IPB angkatan 56 yang telah memberi doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan usulan penelitian ini. Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam usulan penelitian ini, sehingga penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, November 2025

Muhammad Rizal Nurromdhoni

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	1
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sistem Kompleks	3
2.2 Pemodelan Berbasis Agen	3
2.3 Pemodelan Lalu Lintas	4
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Kerja	7
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Pembuatan Aturan dan Algoritma Tiap Agen	9
4.2 Simulasi dan Analisis Lalu Lintas	12
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	40

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
- Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

1 2 *Hak cipta milik IPB University*

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik kemacetan pada ruas jalan dengan <i>bottleneck</i> (Kerner 2004)	5
2	Keadaan <i>Moving jam</i> terekam melalui fotografi aerial (Kerner 2004)	6
3	Pratinjau ruas jalan dengan sel berwarna menandakan sel yang terisi kendaraan	7
4	Ilustrasi kendaraan dengan <i>neighborhood</i> -nya dengan tanda silang (×) menandakan posisi kendaraan yang meninjau	9
5	Ilustrasi aturan perpindahan kendaraan oleh Sugihakim dan Alatas (2015)	10
6	Ilustrasi sistem lalu lintas yang dikembangkan Sugihakim dan Alatas (2015)	10
7	Ilustrasi aturan perpindahan kendaraan oleh Sugihakim dan Alatas (2015) dengan aturan tambahan	11
8	Visualisasi dinamika lalu lintas pada ruas jalan ($x = 51\text{--}250 \lambda$) saat menjalankan skenario 1 dengan <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ selama rentang <i>timestep</i> 40067–40147 (80 <i>timestep</i>). Cuplikan ruas jalan ditumpuk secara vertikal, dengan setiap baris mewakili keadaan sistem yang berjarak 4 <i>timestep</i> dari baris sebelumnya	14
9	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan <i>spawn rate</i> pada skenario 1	15
10	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan ruas jalan pada skenario 1	15
11	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi ruas jalan pada skenario 1	15
12	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan kendaraan pada skenario 1	16
13	Pola kecepatan rata-rata kendaraan di ruas jalan saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ pada skenario 1 dengan rentang <i>timestep</i> 0–3000	16
14	Grafik jalur tempuh kendaraan saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ pada skenario 1 (1 garis menunjukkan 1 kendaraan)	17
15	Visualisasi dinamika lalu lintas pada ruas jalan ($x = 51\text{--}250 \lambda$) saat menjalankan skenario 2 dengan <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ selama rentang <i>timestep</i> 40595–40675 (80 <i>timestep</i>). Cuplikan ruas jalan ditumpuk secara vertikal, dengan setiap baris mewakili keadaan sistem yang berjarak 4 <i>timestep</i> dari baris sebelumnya	17
16	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan <i>spawn rate</i> pada skenario 2	18
17	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 2	18
18	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 2 pada masa transisi	19
19	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 2 pada masa transisi (kombinasi data berulang)	20
20	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 2	20
21	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 2 pada masa transisi	21
22	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 2 pada masa transisi (kombinasi data berulang)	21
23	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan kendaraan skenario 2	22
24	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan kendaraan skenario 2 pada masa transisi	22
25	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan kendaraan skenario 2 pada masa transisi (kombinasi data terulang)	23



26	Pola kecepatan rata-rata kendaraan pada skenario 2 saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ dengan rentang <i>timestep</i> 17000–20000	24
27	Pola kecepatan rata-rata kendaraan pada skenario 2 saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ dengan rentang <i>timestep</i> 17000–20000	24
28	Grafik jalur tempuh kendaraan saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ pada skenario 2	25
29	Visualisasi dinamika lalu lintas pada ruas jalan ($x = 51\text{--}250 \lambda$) saat menjalankan skenario 3 dengan <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ selama <i>timestep</i> 40067–40147 (80 <i>timestep</i>). Cuplikan ruas jalan ditumpuk secara vertikal, dengan setiap baris mewakili keadaan sistem yang berjarak 4 <i>timestep</i> dari baris sebelumnya	26
30	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan spawn rate pada skenario 3	27
31	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 3	27
32	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 3 pada masa transisi	27
33	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kepadatan pada skenario 3 pada masa transisi (kombinasi data berulang)	28
34	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 3	28
35	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 3 pada masa transisi	29
36	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan entropi pada skenario 3 pada masa transisi (kombinasi data berulang)	29
37	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan pada skenario 3	30
38	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan pada skenario 3 pada masa transisi	30
39	Relasi <i>in-flow rate</i> dengan kecepatan pada skenario 3 pada masa transisi (kombinasi data berulang)	30
40	Pola kecepatan rata-rata kendaraan pada skenario 3 saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ dengan rentang <i>timestep</i> 17000–20000	31
41	Pola kecepatan rata-rata kendaraan pada skenario 3 saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ dengan rentang <i>timestep</i> 17000–20000	32
42	Pola kecepatan rata-rata kendaraan pada skenario 3 saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,41 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ dengan rentang <i>timestep</i> 19000–19450. Area dengan kecepatan rendah melebar dari (a) lebar $d = 13 \lambda$ pada $t = 19204 \tau$ di posisi $x = 118 \lambda$, menjadi (b) lebar $d = 26 \lambda$ pada $t = 19273 \tau$ di posisi $x = 49 \lambda$	32
43	Grafik jalur tempuh kendaraan saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ pada skenario 3	33
44	Grafik jalur tempuh kendaraan saat <i>in-flow rate</i> $q_i = 0,4 \text{ n } \lambda^{-1} \tau^{-1}$ pada skenario 3 (tampilan lebih dekat)	34

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.