

# **ANALISIS SISTEM ANTREAN DAN REKOMENDASI JUMLAH GARDU KELUAR UNTUK MENINGKATKAN KELANCARAN LALU LINTAS DI GERBANG KELUAR IPB**

**FEBBY DWI KURNIAWATI**



**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2025**



## PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Analisis Sistem Antrean dan Rekomendasi Jumlah Gardu Keluar untuk Meningkatkan Kelancaran Lalu Lintas di Gerbang Keluar IPB” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, Juni 2025

Febby Dwi Kurniawati  
G5401211091



## ABSTRAK

FEBBY DWI KURNIAWATI. Analisis Sistem Antrean dan Rekomendasi Jumlah Gardu Keluar untuk Meningkatkan Kelancaran Lalu Lintas di Gerbang Keluar IPB. Dibimbing oleh BIB PARUHUM SILALAH dan I WAYAN MANGKU.

Kemacetan yang terjadi di gerbang keluar Kampus IPB Dramaga, terutama pada jam sibuk, berdampak pada terganggunya mobilitas mahasiswa, staf, dan pengunjung. Salah satu penyebab utamanya adalah jumlah gardu keluar yang belum optimal, khususnya di gerbang belakang kampus. Penelitian ini bertujuan menganalisis sistem antrean kendaraan dan memberi rekomendasi untuk jumlah gardu keluar dengan pendekatan sistem antrean menggunakan perangkat lunak WINQSB. Data primer dikumpulkan melalui observasi terhadap waktu kedatangan dan waktu pelayanan kendaraan di setiap gerbang. Model antrean yang digunakan adalah M/M/5 untuk gerbang depan dan M/M/2 untuk gerbang belakang, yang merepresentasikan struktur *multichannel-single phase*. Hasil analisis menunjukkan bahwa sistem di gerbang depan telah berada dalam kondisi *steady state*, sedangkan gerbang belakang belum stabil. Simulasi menunjukkan bahwa penambahan satu gardu di gerbang belakang dapat meningkatkan kelancaran, dan penambahan dua gardu memberikan hasil yang lebih optimal dalam mengurangi waktu tunggu dan mengantisipasi lonjakan kendaraan. Temuan ini diharapkan menjadi dasar dalam perencanaan infrastruktur dan kebijakan operasional yang lebih efisien dan berkelanjutan di lingkungan kampus.

Kata kunci: gerbang keluar, kemacetan, optimasi, sistem antrean, WINQSB

## ABSTRACT

FEBBY DWI KURNIAWATI. Queuing System Analysis and Recommendation for the Number of Exit Booths to Improve Traffic Flow at the IPB University Exit Gate. Supervised by BIB PARUHUM SILALAH and I WAYAN MANGKU.

Traffic congestion at the exit gates of IPB Dramaga Campus, especially during peak hours, disrupts the mobility of students, staff, and visitors. One of the main contributing factors is the suboptimal number of exit booths, particularly at the back gate. This study aims to analyze the vehicle queuing system and to give a recommendation for the number of exit booths using a queuing system approach with the support of WINQSB software. Primary data were collected through direct observation of vehicle arrival and service times at each gate. The queuing models applied are M/M/5 for the front gate and M/M/2 for the back gate, representing a multichannel-single phase structure. The analysis shows that the front gate system has reached a steady state, while the back gate remains unstable. Simulation results suggest that adding one booth at the back gate improves system flow, while adding two booths yields a more optimal outcome by reducing waiting time and anticipating vehicle surges. These findings are expected to serve as a basis for more efficient and sustainable infrastructure planning and operational policies on campus.

Keywords: congestion, exit gates, optimization, queuing system, WINQSB



@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.

© 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.*

# **ANALISIS SISTEM ANTREAN DAN REKOMENDASI JUMLAH GARDU KELUAR UNTUK MENINGKATKAN KELANCARAN LALU LINTAS DI GERBANG KELUAR IPB**

**FEBBY DWI KURNIAWATI**

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

**PROGRAM STUDI S1 MATEMATIKA  
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA  
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.



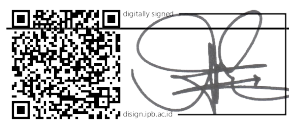
Judul Skripsi : Analisis Sistem Antrean dan Rekomendasi Jumlah Gardu Keluar  
untuk Meningkatkan Kelancaran Lalu Lintas di Gerbang Keluar IPB

Nama : Febby Dwi Kurniawati  
NIM : G5401211091

Disetujui oleh

Pembimbing 1:  
Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom.

Pembimbing 2:  
Prof. Dr. Ir. I Wayan Mangku, M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:  
Dr. Donny C. Lesmana, S.Si. M.Fin.Math.  
NIP. 197902272005011001



Tanggal Ujian:  
5 Juni 2025

Tanggal Lulus:

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Desember 2024 sampai bulan April 2025 ini adalah riset operasi, dengan judul “Analisis Sistem Antrean dan Rekomendasi Jumlah Gardu Keluar untuk Meningkatkan Kelancaran Lalu Lintas di Gerbang Keluar IPB”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Suparno dan Ibu Tukini, serta kakak kandung Wulan Febriyantika, S.Ak. yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dan dukungan baik secara emosional, finansial, maupun dalam bentuk lain yang tak terduga;
2. Dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom. dan Prof. Dr. Ir. I Wayan Mangku, M.Sc. yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberi arahan selama proses penulisan karya ilmiah ini;
3. Dosen Penguji Dra. Farida Hanum, M.Si. atas kritik dan saran dalam menyempurnakan karya ilmiah ini;
4. Seluruh dosen, staf, tenaga pendidik, dan seluruh civitas akademika Departemen Matematika IPB University yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan bantuan selama masa perkuliahan hingga penyusunan karya ilmiah ini;
5. Direktorat Umum dan Infrastruktur (DUI) IPB, kantor pelayanan, petugas gerbang, serta satuan pengamanan (Satpam) IPB, yang telah memberi izin pengambilan data, penyediaan fasilitas yang mendukung, serta kesediaan menjadi narasumber dalam proses wawancara;
6. MORSE GUMATIKA IPB 2024/2025, Acha, Cipa, Rakha, Ody, Gilang, Salsa, Arya, Wiga, dan Rhafy, atas dukungan tanpa henti, tawa, dan semangat yang senantiasa menciptakan ruang yang nyaman;
7. *Gilltrip* selaku sahabat sekaligus keluarga sejak sekolah, dania, icha, widya, maul, eka, putri, soya, fanny, fina, dan tata, yang selalu ada dengan doa, dukungan, dan semangat yang tak pernah putus;
8. Raudah, Rendy, dan Jourdy, teman seperjalanan yang menemani hingga detik-detik terakhir masa perkuliahan;
9. Teman-teman Matematika 58 yang saling mendukung, memberi semangat, dan menguatkan disetiap langkahnya;
10. Kelompok KKN Desa Cimerak Kabupaten Pangandaran, Aboy, Adel, Bigael, Aqil, Niken, dan Wawan, yang telah memberikan warna dalam masa perkuliahan dan pengalaman pengabdian masyarakat yang sangat berkesan;
11. Seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan doa kepada penulis yang tidak bisa dituliskan oleh penulis.

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

Bogor, Juni 2025

*Febby Dwi Kurniawati*



## DAFTAR ISI

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR TABEL                                                                | ix |
| DAFTAR GAMBAR                                                               | ix |
| DAFTAR LAMPIRAN                                                             | ix |
| PENDAHULUAN                                                                 | 1  |
| 1.1 Latar Belakang                                                          | 1  |
| 1.2 Tujuan                                                                  | 3  |
| TINJAUAN PUSTAKA                                                            | 4  |
| 2.1 Riset Operasi                                                           | 4  |
| 2.2 Teori Antrean                                                           | 4  |
| 2.3 Karakteristik Sistem Antrean                                            | 5  |
| 2.4 Ragam Model Antrean                                                     | 9  |
| 2.5 Notasi <i>Kendall</i>                                                   | 14 |
| 2.6 Ukuran <i>Steady State</i>                                              | 14 |
| III METODE                                                                  | 16 |
| 3.1 Waktu dan Tempat                                                        | 16 |
| 3.2 Jenis dan Sumber Data Penelitian                                        | 16 |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data                                                 | 16 |
| 3.4 <i>Software</i> Analisis Data                                           | 17 |
| 3.5 Analisis Data                                                           | 18 |
| IV HASIL DAN PEMBAHASAN                                                     | 19 |
| 4.1 Uji Distribusi Data                                                     | 19 |
| 4.1.1 Pengujian Distribusi Kedatangan Kendaraan                             | 20 |
| 4.1.2 Pengujian Distribusi Waktu Pelayanan Gardu                            | 20 |
| 4.2 Penentuan Efektivitas Proses Pelayanan ( <i>Analisis Steady-State</i> ) | 20 |
| 4.2.1 Gerbang Depan Kampus IPB                                              | 21 |
| 4.2.2 Gerbang Belakang Kampus IPB                                           | 23 |
| 4.3 Penentuan Model Antrean                                                 | 25 |
| 4.4 Analisis Teori Antrean Menggunakan WINQSB                               | 25 |
| 4.5 Usulan Solusi                                                           | 28 |
| 4.5.1 Alternatif pertama: penambahan jumlah gardu keluar                    | 28 |
| 4.5.2 Alternatif kedua: penerapan sistem parkir otomatis ( <i>Manless</i> ) | 29 |
| 4.5.3 Evaluasi dan Harapan                                                  | 29 |
| V SIMPULAN DAN SARAN                                                        | 31 |
| 5.1 Simpulan                                                                | 31 |
| 5.2 Saran                                                                   | 31 |
| DAFTAR PUSTAKA                                                              | 32 |
| LAMPIRAN                                                                    | 35 |
| RIWAYAT HIDUP                                                               | 39 |



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 TABEL

|   |                                                 |    |
|---|-------------------------------------------------|----|
| 1 | Sampel data arus kendaraan keluar selama 7 hari | 1  |
| 2 | Model antrean dasar                             | 9  |
| 3 | Tingkat kedatangan kendaraan di gardu depan     | 21 |
| 4 | Tingkat pelayanan gardu depan                   | 21 |
| 5 | Tingkat kedatangan kendaraan di gardu belakang  | 23 |
| 6 | Tingkat pelayanan gardu belakang                | 24 |

## DAFTAR GAMBAR

|   |                                             |    |
|---|---------------------------------------------|----|
| 1 | <i>Single-server, single-phase system</i>   | 7  |
| 2 | <i>Single-server, multiphase system</i>     | 8  |
| 3 | <i>Multiple-server, single-phase system</i> | 8  |
| 4 | <i>Multiple-server, multiphase system</i>   | 8  |
| 5 | Diagram alur analisis data                  | 18 |
| 6 | Grafik kedatangan kendaraan                 | 19 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|   |                                                                          |    |
|---|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 | Hasil statistik uji data berdistribusi Poisson di gerbang depan          | 35 |
| 2 | Hasil statistik uji data berdistribusi Poisson di gerbang depan belakang | 35 |
| 3 | Hasil statistik uji data berdistribusi Eksponensial di gerbang depan     | 35 |
| 4 | Hasil statistik uji data berdistribusi Eksponensial di gerbang belakang  | 36 |
| 5 | Hasil input dan output M/M/3 gardu belakang                              | 36 |
| 6 | Hasil input dan output M/M/4 gardu belakang                              | 36 |
| 7 | Hasil input dan output M/M/5 gardu belakang                              | 37 |
| 8 | Dokumentasi studi lapangan                                               | 38 |