



OPTIMALISASI RENCANA OPERASI KERETA DI CHINA (STUDI KASUS: CHONGQING METRO LINE 3)

IZZA BIIZNILLAH



PROGRAM STUDI 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 mengumunkan 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 “Optimalisasi Rencana Operasi Kereta di China (Studi Kasus: Chongqing Metro Line 3)” 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, April 2025

Izza Biiznillah
G5401201056

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



ABSTRAK

IZZA BIIZNILLAH. Optimalisasi Rencana Operasi Kereta di China (Studi Kasus: Chongqing Metro Line 3). Dibimbing oleh BIB PARUHUM SILALAH dan FAHREN BUKHARI.

Transportasi rel perkotaan adalah solusi efektif untuk mengurangi kemacetan dengan keunggulan dalam efisiensi, ketepatan waktu, dan keberlanjutan. Penelitian ini berfokus pada pengoptimalan rencana operasi kereta, yang mencakup perencanaan jalur, penjadwalan kereta, dan pengaturan armada, dengan mengintegrasikan ketiga submasalah tersebut secara terpadu. Keseimbangan antara efisiensi biaya operasional dan kualitas layanan bagi penumpang menjadi perhatian utama. Studi kasus dilakukan pada Chongqing Metro Line 3 di China dengan data puncak penumpang pada 6 Desember 2021 pukul 07.00–09.00. Dengan menggunakan perangkat lunak Python dan CPLEX, penelitian ini memformulasikan model optimasi untuk menentukan rencana operasi kereta yang optimal, mempertimbangkan kebutuhan operator dan kepuasan penumpang. Hasil penelitian memberikan solusi optimal yang mampu meminimalkan biaya operasional sambil meningkatkan kualitas layanan penumpang, seperti waktu perjalanan yang lebih singkat dan kepadatan penumpang yang rendah. Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan metode optimasi terpadu dalam perencanaan operasi transportasi rel perkotaan, memberikan manfaat bagi efisiensi sistem transportasi dan kenyamanan pengguna.

Kata kunci: efisiensi biaya, penjadwalan kereta, perencanaan operasi kereta, transportasi rel perkotaan, optimasi terpadu

ABSTRACT

IZZA BIIZNILLAH. Optimization of Train Operation Plans in China (Case Study: Chongqing Metro Line 3). Supervised by BIB PARUHUM SILALAH and FAHREN BUKHARI.

Urban rail transit is an effective solution to reduce traffic congestion due to its advantages in efficiency, punctuality, and sustainability. This study focuses on optimizing train operation plans, which include line planning, train scheduling, and rolling stock scheduling, by integrating these three subproblems comprehensively. Balancing operational cost efficiency with service quality for passengers is the primary concern. A case study was conducted on Chongqing Metro Line 3 in China using peak passenger data from December 6, 2021, between 07:00–09:00. Utilizing Python and CPLEX software, this research formulates an optimization model to determine the optimal train operation plan, considering both operator needs and passenger satisfaction. The results provide an optimal solution that minimizes operational costs while improving passenger service quality, such as shorter travel times and reduced passenger congestion. This study contributes to the development of integrated optimization methods in urban rail transit operation planning, offering benefits for system efficiency and user comfort.

Keywords: cost efficiency, integrated optimization, train operation planning, train scheduling, urban rail transit

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.



OPTIMALISASI RENCANA OPERASI KERETA DI CHINA (STUDI KASUS: CHONGQING METRO LINE 3)

IZZA BIIZNILLAH

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

**PROGRAM STUDI 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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
Dra. Farida Hanum, M.Si.



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



Judul Skripsi : Optimalisasi Rencana Operasi Kereta di China (Studi Kasus:
Chongqing Metro Line 3)

Nama : Izza Biiznillah

NIM : G5401201056

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom.

Pembimbing 2:

Dr. Ir. Fahren Bukhari, M.Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi

Dr. Donny Citra Lesmana, M.Fin.Math.

NIP 197902272005011001

Tanggal Ujian: 5 April 2025

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2023 sampai bulan Februari 2025 ini ialah aplikasi pemodelan optimalisasi dalam menentukan rencana operasi kereta, dengan judul “Optimalisasi Rencana Operasi Kereta di China (Studi Kasus: Chongqing Metro Line 3)”

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Ir. Fahren Bukhari, M.Sc dan Prof. Dr. Ir. Bib Paruhum Silalahi, M.Kom. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua penulis, Monggal Abdul Fattah dan Rilly Jelita serta keluarga saya atas doa serta kata-kata yang menyertai penulis dalam penulisan tugas akhir.
2. Dosen pembimbing akademik serta seluruh dosen dan staf Departemen Matematika yang telah memberikan ilmu dan bantuan selama masa studi di Departemen Matematika IPB University.
3. Apin, Bani, Sukri, Deril, El, Ajis, Fanny, Sapto, Faraj, Alpat, Epin, yang telah mengisi dan menemani waktu penulis di departemen matematika.
4. Kelompok 8 terutama Denan yang memberikan tempat menginap untuk penulis selama masa penulisan tugas akhir.
5. Teman-teman matematika aktuaria 57, 58, 59 yang mengisi masa-masa penulis di departemen matematika.
6. Teman-teman KCH terutama Acil, Dicoi, Nenden, Adel, Upil, Iwan, Raqy, Maulum dan Alm. Bidut.
7. Adik-adik penulis, Cinta, Obil, Torik yang menjadi motivasi saya dalam menyelesaikan studi saya ini.
8. Naia yang telah memberikan semangat, bantuan, serta doa dan laptop yang sangat membantu serta mengurangi beban yang penulis pikul selama masa penulisan tugas akhir.
9. Terakhir, diri saya sendiri yang selalu berusaha dan tidak pernah berhenti untuk menyelesaikan tugas akhir.

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

Bogor, April 2025

Izza Biiznillah

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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penjadwalan	3
2.2 Kereta Rel Listrik (KRL)	3
2.3 Optimalisasi	3
2.4 <i>Linear Programming</i> (LP)	3
2.5 <i>Integer Linear Programming</i> (ILP)	4
2.6 <i>Nonlinear Programming</i>	4
2.7 <i>Integer Nonlinear Programming</i>	5
III METODE	6
3.1 Deskripsi Masalah	6
3.2 Formulasi Masalah	7
3.3 Data	7
3.4 Algoritma Penyelesaian	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil dan Pembahasan	19
4.2 Analisis Sensitivitas	25
V SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30