

SKRIPSI

**OPTIMASI JADWAL OPERASIONAL TRANSPORTASI UMUM
MENGUNAKAN INTEGRASI SIMULASI MONTE CARLO DAN
ALGORITMA GENETIKA: STUDI KASUS BALIKPAPAN *CITY TRANS*
(BACITRA)**

***OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION OPERATIONAL
SCHEDULING USING THE INTEGRATION OF MONTE CARLO
SIMULATION AND GENETIC ALGORITHM: A CASE STUDY OF
BALIKPAPAN CITY TRANS (BACITRA)***



MUHAMMAD RIFYAL BAIHAQI
24010122130040

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2026**

SKRIPSI

**OPTIMASI JADWAL OPERASIONAL TRANSPORTASI UMUM
MENGUNAKAN INTEGRASI SIMULASI MONTE CARLO DAN
ALGORITMA GENETIKA: STUDI KASUS BALIKPAPAN *CITY TRANS*
(BACITRA)**

***OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION OPERATIONAL
SCHEDULING USING THE INTEGRATION OF MONTE CARLO
SIMULATION AND GENETIC ALGORITHM: A CASE STUDY OF
BALIKPAPAN CITY TRANS (BACITRA)***

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat
Sarjana Matematika (S.Mat.)



MUHAMMAD RIFYAL BAIHAQI
24010122130040

**DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

OPTIMASI JADWAL OPERASIONAL TRANSPORTASI UMUM MENGUNAKAN INTEGRASI SIMULASI MONTE CARLO DAN ALGORITMA GENETIKA: STUDI KASUS BALIKPAPAN CITY TRANS (BACITRA)

Telah dipersiapkan dan disusun oleh:

MUHAMMAD RIFYAL BAIHAQI
24010122130040

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
pada tanggal 27 Agustus 2026

Susunan Tim Penguji

Pembimbing II/Penguji,



Nurcahya Yulian Ashar, S.Si., M.Sc.
NIP. 199507032024061001

Mengetahui,
Ketua Departemen Matematika,



Dr. Sutrisno, S.Si., M.Sc.
NIP. 198609012014041003

Penguji,



Prof. Dr. Dra. Sunarsih M.Si.
NIP. 195809011986032002

Pembimbing I/Penguji,



Ratna Herdiana, M.Sc., Ph.D.
NIP. H.7.196411242019092001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Semarang, 27 Agustus 2026



Muhammad Rifyal Baihaqi

24010122130040

Kupersembahkan karya ini untuk :

*Mama dan Abah
dan segenap keluarga tercinta*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi-kan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Optimasi Jadwal Operasional Transportasi Umum Menggunakan Integrasi Simulasi Monte Carlo dan Algoritma Genetika: Studi Kasus Balikpapan *City Trans* (BACITRA)**" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jadwal operasional armada yang optimal dengan mempertimbangkan ketidakpastian waktu tempuh perjalanan. Untuk mencapai tujuan tersebut, permasalahan dimodelkan sebagai *Multi-Depot Stochastic Vehicle Routing Problem* (MD-SVRP), sedangkan ketidakpastian waktu tempuh dimodelkan menggunakan distribusi Lognormal dan disimulasikan dengan metode Monte Carlo untuk menghasilkan estimasi *Safe Travel Time* (STT) dan *Round Trip Time* (RTT) yang lebih representatif. Selanjutnya, Algoritma Genetika diterapkan untuk mengoptimalkan jadwal keberangkatan armada dengan mempertimbangkan berbagai kendala operasional. Model yang diusulkan kemudian diterapkan pada sistem operasional Balikpapan *City Trans* (BACITRA) sebagai studi kasus untuk mengevaluasi kinerja metode dalam menghasilkan jadwal operasional yang lebih efisien dan adaptif terhadap ketidakpastian waktu tempuh.

Keberhasilan dalam menyelesaikan skripsi ini tidak lepas dari kerjasama dan dukungan berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Kusworo Adi, S.Si., M.T., selaku Dekan Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
2. Bapak Dr. Sutrisno, S.Si., M.Sc., selaku Ketua Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro.
3. Bapak Dr. Moch. Fandi Ansori, S.Si., M.Si., selaku Koordinator mata kuliah Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Susilo Hariyanto, S.Si., M.Si., selaku Dosen Wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan sejak awal perkuliahan.
5. Ibu Ratna Herdiana, M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I yang telah

- meluangkan waktu untuk dengan sabar memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Nurcahya Yulian Ashar, S.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk dengan sabar memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.
 7. Prof. Dr. Dra. Sunarsih M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran selama pengerjaan dan penyusunan skripsi ini.
 8. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Matematika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
 9. Orang tua tercinta serta keluarga besar penulis yang tiada henti mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis.
 10. Sahabat-sahabat yang selalu menjadi penyemangat penulis.
 11. Teman-teman S1 Matematika 2022 atas kerjasama, dukungan, kebersamaan, dan semangat selama ini.
 12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada penulisan skripsi ini. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca melalui email mrifyalbaihaqi@gmail.com. Demikian, semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi pembacanya.

Semarang, 27 Agustus 2026



Muhammad Rifyal Baihaqi
NIM 24010122130040

ABSTRAK

OPTIMASI JADWAL OPERASIONAL TRANSPORTASI UMUM MENGUNAKAN INTEGRASI SIMULASI MONTE CARLO DAN ALGORITMA GENETIKA: STUDI KASUS BALIKPAPAN *CITY TRANS* (BACITRA)

oleh

Muhammad Rifyal Baihaqi

24010122130040

Ketidakpastian waktu tempuh menjadi salah satu kendala dalam penyusunan jadwal operasional transportasi umum akibat kondisi lalu lintas, waktu berhenti di halte, dan faktor operasional lainnya. Kondisi tersebut dapat menyebabkan keterlambatan perjalanan, ketidaksesuaian *Round Trip Time* (RTT), serta meningkatnya waktu tunggu armada. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan jadwal operasional transportasi umum menggunakan model *Multi-Depot Stochastic Vehicle Routing Problem* (MD-SVRP). Ketidakpastian waktu tempuh dimodelkan dengan distribusi Lognormal dan disimulasikan menggunakan Monte Carlo untuk memperoleh nilai *Safe Travel Time* (STT) dan RTT yang lebih representatif. Selanjutnya, Algoritma Genetika digunakan untuk menentukan jadwal keberangkatan kendaraan yang meminimalkan total ekspektasi *idle time* dengan tetap memenuhi kendala operasional berupa batas waktu operasional, *headway*, serta batas perubahan terhadap jadwal eksisting. Model diterapkan pada sistem transportasi Balikpapan *City Trans* (BACITRA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi Simulasi Monte Carlo dan Algoritma Genetika mampu menghasilkan jadwal operasional yang lebih adaptif terhadap ketidakpastian waktu tempuh. Hasil optimasi menunjukkan penurunan *Expected Idle Time* pada seluruh koridor, yaitu sebesar 4,77% pada Koridor A, 44,98% pada Koridor B, dan 62,73% pada Koridor C. Hasil ini menunjukkan bahwa Algoritma Genetika mampu menghasilkan jadwal operasional yang lebih efisien dalam mengurangi waktu menganggur kendaraan dengan tetap memenuhi kendala operasional.

Kata kunci: BACITRA, MD-SVRP, Algoritma Genetika, Simulasi Monte Carlo, Distribusi Lognormal.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION OPERATIONAL SCHEDULING USING THE INTEGRATION OF MONTE CARLO SIMULATION AND GENETIC ALGORITHM: A CASE STUDY OF BALIKPAPAN CITY TRANS (BACITRA)

by

Muhammad Rifyal Baihaqi

24010122130040

Travel time uncertainty is one of the challenges in public transportation scheduling due to traffic conditions, dwell time at stops, and other operational factors. These conditions may cause travel delays, inconsistencies in Round Trip Time (RTT), and increased vehicle idle time. This study aims to optimize public transportation operational schedules using the Multi-Depot Stochastic Vehicle Routing Problem (MD-SVRP) model. Travel time uncertainty is modeled using the Lognormal distribution and simulated using Monte Carlo Simulation to obtain more representative Safe Travel Time (STT) and RTT values. Subsequently, a Genetic Algorithm is employed to determine vehicle departure schedules that minimize the total expected idle time while satisfying operational constraints, including operating time limits, headway, and limits on deviations from the existing schedule. The model is applied to the Balikpapan City Trans (BACITRA) public transportation system. The results show that the integration of Monte Carlo Simulation and the Genetic Algorithm can produce operational schedules that are more adaptive to travel time uncertainty. The optimization results indicate a reduction in Expected Idle Time across all corridors, amounting to 4.77% for Corridor A, 44.98% for Corridor B, and 62.73% for Corridor C. These results demonstrate that the Genetic Algorithm can produce more efficient operational schedules by reducing vehicle idle time while satisfying the specified operational constraints.

Keywords: BACITRA, MD-SVRP, Genetic Algorithm, Monte Carlo Simulation, Lognormal Distribution.