

**SKRIPSI**  
**OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN UMUM BERBASIS**  
**ANALISIS DATA SPASIAL DAN MULTI-CRITERIA**  
**DECISION ANALYSIS**

Ditujukan Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan Transportasi  
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Disusun Oleh :

LUCKY ANDRIAN PUTRA LAKSANA

22011015

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN REKAYASA**  
**SISTEM TRANSPORTASI JALAN**  
**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**  
**TEGAL 2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI**

**OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN UMUM BERBASIS ANALISIS DATA  
SPASIAL DAN MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS**

*OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION ROUTES BASED ON SPATIAL  
DATA ANALYSIS AND MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*

Disusun oleh :

**Lucky Andrian Putra Laksana  
22011015**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1



**Reza Yoga Anindita, S.Si., M.Si.**  
**NIP. 19851128 201902 1 001**

Tanggal 21 April 2026

Pembimbing 2



**Nurul Fitriani, S.Pd., M.T.**  
**NIP. 19910416 201902 2 002**

Tanggal 21 April 2026

**HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI**

**OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN UMUM BERBASIS ANALISIS  
DATA SPASIAL DAN MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS**

*OPTIMIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION ROUTES BASED ON SPATIAL  
DATA ANALYSIS AND MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS*

Disusun oleh :

Lucky Andrian Putra Laksana

22011015

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal....

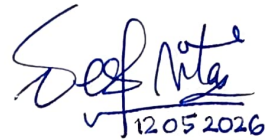
Ketua Sidang

Tanda tangan

**Destria Rahmita, S.ST., M.Sc.**

**NIP. 19891227 201012 2 002**

Penguji 1



✓ 12 05 2026

Tanda tangan

**Dr. Naomi Srie Kusumastutie, S.Psi., M.Sc.**

**NIP. 19800202 200812 2 001**

Penguji 2



Tanda tangan



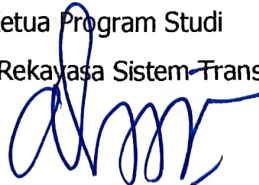
**Reza Yoga Anindita, S.Si., M.Si.**

**NIP. 19851128 201902 1 001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



**Alfan Baharuddin, S.Si.T., M.T**

**NIP. 19840923 200812 1 002**

## HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lucky Andrian Putra Laksana

Notar : 22011015

Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul "**OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN UMUM BERBASIS ANALISIS DATA SPASIAL DAN MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/Lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 21 April 2026

Yang menyatakan,



Lucky Andrian Putra Laksana

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi berjudul **"OPTIMALISASI RUTE ANGKUTAN UMUM BERBASIS ANALISIS DATA SPASIAL DAN MULTI-CRITERIA DECISION ANALYSIS"** sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan Transportasi pada Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal.

Proses penelitian dan penyusunan laporan ini tidak terlepas dari tantangan, namun berkat doa, dukungan, dan bantuan berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis menyampaikan apresiasi kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T., selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan selama masa pendidikan.
2. Bapak Alfian Baharuddin, S.Si.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, atas dukungan dan kebijakan akademik yang menunjang kelancaran penelitian.
3. Bapak Reza Yoga Anindita, S.Si., M.Si., selaku Pembimbing I, atas bimbingan teknis, metodologi, dan arahan substantif dalam setiap tahapan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu Nurul Fitriani, S.Pd., M.T., selaku Pembimbing II, atas kesabaran dan ketelitian dalam membimbing sistematika penulisan sehingga laporan ini tersusun sesuai kaidah ilmiah.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Program Studi Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan, atas ilmu, keterampilan, dan pelayanan akademik selama masa studi.
6. Dinas Perhubungan Kota Surakarta, atas izin penelitian, data operasional, dan dukungan informasi yang sangat membantu penyelesaian penelitian ini.
7. Almarhumah Ibu Riana Kristyorini, yang meskipun telah berpulang, doa, kasih sayang, dan pengorbanannya selamanya menjadi fondasi terkuat dalam setiap langkah penulis.

8. Mbah Putri tercinta, atas doa yang tidak pernah putus, cinta yang tulus, serta keyakinan yang selalu diberikan kepada penulis sepanjang perjalanan pendidikan ini.
9. Shavira Andriasari, kakak tersayang, atas dorongan dan motivasi yang membantu penulis tetap fokus dan optimis.
10. Seseorang yang selalu hadir di sisi penulis, atas semangat, dukungan emosional, dan ketulusan yang membuat perjalanan ini terasa jauh lebih ringan dan bermakna.
11. Seluruh keluarga besar, atas doa, perhatian, dan dukungan yang tidak ternilai selama penulis menjalani pendidikan.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna baik dari segi penyajian data, isi materi, maupun teknik penulisan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai bahan perbaikan di masa mendatang. Harapan penulis, semoga Skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri, bagi pembaca, serta bagi pihak-pihak yang membutuhkan informasi terkait metode optimasi rute angkutan umum menggunakan analisis data spasial dan multi-criteria decision analysis.

Tegal, 21 April 2026

Yang menyatakan,



Lucky Andrian Putra Laksana

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>INTISARI.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	4
I.3 Batasan Masalah .....	4
I.4 Tujuan Penelitian.....	5
I.5 Manfaat Penelitian .....	6
I.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>9</b>
II.1 Angkutan Umum .....	9
II.1.1 Definisi dan Peran Angkutan Umum .....	9
II.1.2 Sistem Bus Rapid Transit (BRT) dan Layanan Feeder.....	10
II.1.3 Batik Solo Trans.....	11
II.2 <i>Geographic Information System</i> .....	12
II.2.1 Definisi <i>Geographic Information System (GIS)</i> .....	12
II.2.2 Fungsi <i>Geographic Information System (GIS)</i> .....	13
II.3 Analisis Spasial.....	14

II.3.1 Definisi.....	14
II.3.2 Fungsi Analisis Spasial .....	15
II.3.3 Analisis Spasial dalam <i>Geographic Information System</i> (GIS) .....	16
II.4 <i>Multi Criteria Decision Analysis</i> (MCDA) .....	17
II.4.1 <i>Multi Criteria Decision Analysis</i> (MCDA) .....	17
II.4.2 <i>Analytical Hierarchy Process</i> (AHP) .....	21
II.4.3 <i>Weighted Sum Model</i> (WSM).....	22
II.5 Optimasi Rute Transportasi Umum.....	23
II.5.1 Konsep Optimasi Rute dan Kriteria Evaluasi .....	23
II.5.2 Multi – Objective Optimization dalam Perencanaan Rute.....	25
II.5.3 Integrasi Analisis Spasial dan <i>MCDA</i> dalam Optimasi Rute.....	28
II.6 <i>Vehicle Routing Problem</i> (VRP).....	31
II.6.1 Definisi dan Klasifikasi <i>VRP</i> .....	31
II.6.2 <i>VRP</i> dalam Konteks Transportasi Umum .....	34
II.7 <i>Ant Colony Optimization</i> (ACO).....	37
II.7.1 Definisi dan Konsep dasar <i>ACO</i> .....	37
II.7.2 Inspirasi Biologis dan Prinsip Kerja <i>ACO</i> .....	39
II.7.3 Komponen dan Parameter <i>ACO</i> .....	41
II.7.4 Alur Kerja Algoritma <i>ACO</i> .....	43
II.7.5 <i>ACO</i> untuk <i>Vehicle Routing Problem</i> .....	47
II.8 Penelitian Relevan .....	49
II.9 Kerangka Berpikir .....	50
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>52</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	52
III.2 Metode Penelitian.....	53
III.3 Bagan Alir Penelitian.....	54
III.4 Teknik Pengumpulan Data .....	56

III.4.1 Data Primer .....	56
III.4.2 Data Sekunder .....	57
III.5 Instrumen Penelitian .....	59
III.6 Populasi dan Sampel .....	59
III.6.1 Populasi .....	59
III.6.2 Sampel.....	60
III.7 Teknik Analisis Data .....	61
III.7.1 Analisis Spasial .....	62
III.7.2 Pembobotan Kriteria Menggunakan <i>MCDA</i> .....	67
III.7.3 <i>Ant Colony Optimization (ACO)</i> .....	71
III.7.4 Evaluasi dan Perbandingan Hasil .....	76
III.8 Validasi Hasil .....	78
III.8.1 Validasi Teknis.....	78
III.8.2 Validasi Ahli .....	79
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>81</b>
IV.1 Karakteristik Spasial Jaringan Rute Eksisting Batik Solo Trans.....	81
IV.1.1 Gambaran Umum Jaringan BST .....	81
IV.1.2 Sebaran Spasial Halte .....	85
IV.1.3 Cakupan Populasi per Koridor .....	87
IV.1.4 Aksesibilitas Fasilitas Publik .....	90
IV.1.5 Analisis Area <i>Overlap</i> Antar Koridor .....	93
IV.1.6 Nilai Kriteria Spasial Eksisting K3 dan K4.....	95
IV.1.7 Rekapitulasi Karakteristik Spasial Eksisting .....	98
IV.2 Pembobotan Kriteria Menggunakan <i>MCDA</i> .....	99
IV.2.1 Profil Responden .....	99
IV.2.2 Matriks Perbandingan Berpasangan.....	100
IV.2.3 Hasil Penilaian Perbandingan Berpasangan AHP .....	101

IV.2.4 Bobot Kriteria .....	104
IV.2.5 <i>Weighted Sum</i> Model .....	106
IV.2.6 Diskusi Implikasi Bobot .....	108
IV.3 Optimasi Rute Menggunakan <i>Ant Colony Optimization</i> .....	111
IV.3.1 Persiapan Data Input ACO .....	111
IV.3.2 Konfigurasi Parameter dan Uji Sensitivitas .....	112
IV.3.3 Hasil Optimasi K3 .....	114
IV.3.4 Hasil Optimasi K4 .....	119
IV.3.5 Perbandingan Kinerja Rute Eksisting dan Optimal .....	121
IV.3.6 Validasi Teknis .....	127
IV.3.7 Validasi Ahli .....	129
IV.4 Pembahasan .....	132
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>137</b>
V.1 Kesimpulan .....	137
V.2 Saran.....	138
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>140</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>148</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II.1</b> Langkah – Langkah <i>MCD</i> A (Taherdoost & Madanchian, 2023) ...	21
<b>Gambar II.2</b> Kerangka Berpikir .....	51
<b>Gambar III.1</b> Lokasi Penelitian .....	52
<b>Gambar III.2</b> Bagan Alir Penelitian .....	54
<b>Gambar III.3</b> Matriks AHP.....	67
<b>Gambar IV.1</b> Peta Jaringan Rute Batik Solo Trans .....	81
<b>Gambar IV.2</b> Peta Sebaran Kepadatan Halte Batik Solo Trans Kota Surakarta .	85
<b>Gambar IV.3</b> Jarak Antara Rata – Rata Halte .....	87
<b>Gambar IV.4</b> Peta Cakupan Populasi Layanan Batik Solo Trans Kota Surakarta .....	88
<b>Gambar IV.5</b> Populasi Terlayani per Koridor.....	89
<b>Gambar IV.6</b> Peta Aksesibilitas Fasilitas Publik terhadap Jaringan Layanan Batik Solo Trans.....	91
<b>Gambar IV.7</b> Area <i>Overlap</i> Antar Koridor BST .....	93
<b>Gambar IV.8</b> Peta Area <i>Overlap</i> Koridor K3 dan K4.....	97
<b>Gambar IV.9</b> Peta Rute K3B Eksisting vs Optimal ACO .....	115
<b>Gambar IV.10</b> Peta Rute K3P Eksisting vs Optimal ACO .....	117
<b>Gambar IV.11</b> Diagram Perbandingan Kriteria Ternormalisasi K3B .....	118
<b>Gambar IV.12</b> Diagram Perbandingan Kriteria Ternormalisasi K3P .....	119
<b>Gambar IV.13</b> Peta Rute K4 Eksisting vs Optimal ACO .....	119
<b>Gambar IV.14</b> Diagram Perbandingan Kriteria Ternormalisasi K4 .....	121
<b>Gambar IV.15</b> Peta Perbandingan Rute K3B Eksisting vs Optimal .....	124
<b>Gambar IV.16</b> Peta Perbandingan Rute K3P Eksisting vs Optimal.....	125
<b>Gambar IV.17</b> Peta Perbandingan Rute K4 Eksisting vs Optimal .....	125
<b>Gambar IV.18</b> Diskusi Hasil dan Validasi Ahli .....	129
<b>Gambar IV.19</b> Kondisi Jalan Saman Hudi (Google Earth, 2026) .....	130
<b>Gambar IV.20</b> Usulan Rute Akhir Validator pada Segmen Halte id=15 K3 Berangkat .....	131

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b> Matriks <i>MCD</i> A (Taherdoost & Madanchian, 2023) .....	20
<b>Tabel II.2</b> Perbedaan <i>ACO</i> dan Sistem Biologis (Dorigo & Stützle, 2004) .....	41
<b>Tabel II.3</b> Parameter <i>ACO</i> dan Nilai Rekomendasi (Othman et al., 2018; Stodola, 2020) .....	43
<b>Tabel III.1</b> Instrumen Penelitian .....	59
<b>Tabel III.2</b> Rekapitulasi Hasil Analisis Spasial .....	66
<b>Tabel III.3</b> Skala Saaty (T. L. Saaty, 1980) .....	68
<b>Tabel III.4</b> Matriks Perbandingan Agregat (T. L. Saaty, 1980; Taherdoost & Madanchian, 2023) .....	69
<b>Tabel III.5</b> Parameter Algoritma (ITDP, 2024; Korzeń & Kruszyna, 2025; Othman et al., 2018; Stodola, 2020) .....	71
<b>Tabel III.6</b> Perbandingan Kinerja Rute .....	76
<b>Tabel IV.1</b> Karakteristik Jaringan Koridor Batik Solo Trans .....	82
<b>Tabel IV.2</b> Karakteristik Operasional BST .....	84
<b>Tabel IV.3</b> Statistik Sebaran dan Jangkauan Halte BST .....	86
<b>Tabel IV.4</b> Cakupan Populasi Layanan BST per Kecamatan .....	89
<b>Tabel IV.5</b> Klasifikasi Tingkat Aksesibilitas Fasilitas Publik .....	92
<b>Tabel IV.6</b> Aksesibilitas Fasilitas Publik terhadap Jaringan Layanan BST .....	92
<b>Tabel IV.7</b> Sepuluh Pasangan Koridor dengan Area <i>Overlap</i> Terbesar .....	94
<b>Tabel IV.8</b> Aksesibilitas Fasilitas Publik Koridor K3 dan K4 .....	96
<b>Tabel IV.9</b> Rekapitulasi Nilai Kriteria Spasial Eksisting K3 dan K4 .....	98
<b>Tabel IV.10</b> Profil Responden Expert Judgment .....	99
<b>Tabel IV.11</b> Rekapitulasi Jawaban Kuesioner AHP .....	100
<b>Tabel IV.12</b> Matriks Perbandingan Berpasangan AHP .....	102
<b>Tabel IV.13</b> Matriks Agregat Geometric Mean .....	103
<b>Tabel IV.14</b> Matriks Ternormalisasi dan Bobot Kriteria .....	103
<b>Tabel IV.15</b> Rekapitulasi Nilai CR Per Responden .....	103
<b>Tabel IV.16</b> Bobot Kriteria Optimasi Rute BST .....	105
<b>Tabel IV.17</b> Nilai Kriteria Eksisting K3 dan K4 .....	107
<b>Tabel IV.18</b> Normalisasi dan Perhitungan Skor WSM K3 dan K4 .....	107
<b>Tabel IV.19</b> Implikasi Bobot Kriteria terhadap Strategi Optimasi <i>ACO</i> .....	110
<b>Tabel IV.20</b> Sampel OD Matrix .....	111

<b>Tabel IV.21</b> Hasil Uji Sensitivitas Parameter ACO .....	113
<b>Tabel IV.22</b> Perbandingan Nilai Kriteria K3 .....	117
<b>Tabel IV.23</b> Perbandingan Nilai Kriteria K4 .....	121
<b>Tabel IV.24</b> Perbandingan Nilai Kriteria Spasial Makro.....	122
<b>Tabel IV.25</b> Nilai Perbandingan Kriteria Hasil Algoritma ACO.....	123
<b>Tabel IV.26</b> Perbandingan Skor WSM Eksisting vs Optimal .....	126
<b>Tabel IV.27</b> Checklist Validasi Teknis Rute Optimal ACO.....	127

## LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Kuisisioner AHP .....	148
<b>Lampiran 2.</b> Formulir Observasi Lapangan .....	152
<b>Lampiran 3.</b> Data Koordinat Halte BST K3 dan K4.....	154
<b>Lampiran 4.</b> Script dan Hasil Uji Sensivitas.....	158
<b>Lampiran 5.</b> Script Algoritma ACO .....	165
<b>Lampiran 6.</b> Hasil Kuisisioner AHP dan Dokumentasi Kegiatan .....	175
<b>Lampiran 7.</b> Kondisi Infrastruktur.....	177
<b>Lampiran 8.</b> Formulir Kondisi Infrastruktur.....	178

## INTISARI

Batik Solo Trans (BST) merupakan sistem angkutan umum berbasis Bus Rapid Transit (BRT) yang beroperasi di Kota Surakarta sejak tahun 2010. Koridor K3 dan K4 menghadapi permasalahan kinerja yang ditunjukkan oleh nilai load factor di bawah standar minimum 0,70, masing-masing sebesar 0,4921 dan 0,3637 pada Juni 2025, serta tingkat redundansi layanan yang tinggi dengan nilai overlap mencapai 96,34% pada K3 dan 66,55% pada K4. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik spasial rute eksisting, menentukan bobot kepentingan kriteria spasial, dan merancang rute optimal K3 dan K4 menggunakan integrasi metodologi Geographic Information System (GIS), Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), dan Ant Colony Optimization (ACO).

Analisis spasial dilakukan menggunakan QGIS untuk menghitung empat kriteria: jarak tempuh (C1), cakupan populasi (C2), aksesibilitas fasilitas publik (C3), dan area overlap antar koridor (C4). Pembobotan kriteria dilakukan menggunakan metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dengan melibatkan lima responden ahli, menghasilkan bobot  $W = (0,0750; 0,4072; 0,4394; 0,0784)$  dengan Consistency Ratio sebesar 0,0048. Bobot tersebut diintegrasikan ke dalam fitness function ACO sebagai koefisien pembobot dalam proses optimasi rute.

Hasil optimasi menunjukkan peningkatan nilai fitness pada seluruh koridor: K3 Berangkat meningkat +15,9% (dari 0,4643 menjadi 0,5381), K3 Pulang meningkat +9,8% (dari 0,4519 menjadi 0,4960), dan K4 meningkat +23,2% (dari 0,4262 menjadi 0,5252). Secara spasial, rute optimal K3 meningkatkan cakupan populasi sebesar +6,1% dan aksesibilitas fasilitas publik sebesar +7,4%. Proyeksi load factor menunjukkan K3 meningkat dari 0,4921 menjadi 0,5253 (+6,7%), namun keduanya masih di bawah standar minimum 0,70, mengindikasikan bahwa optimasi rute merupakan prasyarat yang perlu diimbangi dengan strategi komplementer peningkatan permintaan.

**Kata Kunci:** Batik Solo Trans, Optimasi Rute, GIS, *Ant Colony Optimization*, MCDA-AHP.

## ABSTRACT

*Batik Solo Trans (BST) is a Bus Rapid Transit (BRT)-based public transportation system that has been operating in Surakarta City since 2010. Corridors K3 and K4 face performance challenges indicated by load factor values below the minimum standard of 0.70, recorded at 0.4921 and 0.3637 respectively in June 2025, along with high service redundancy with overlap values reaching 96.34% for K3 and 66.55% for K4. This study aims to analyze the spatial characteristics of existing routes, determine the importance weights of spatial criteria, and design optimal routes for K3 and K4 using an integrated methodology of Geographic Information System (GIS), Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), and Ant Colony Optimization (ACO).*

*Spatial analysis was conducted using QGIS to calculate four criteria: route distance (C1), population coverage (C2), public facility accessibility (C3), and inter-corridor overlap area (C4). Criteria weighting was performed using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method involving five expert respondents, producing weights  $W = (0.0750; 0.4072; 0.4394; 0.0784)$  with a Consistency Ratio of 0.0048. These weights were integrated into the ACO fitness function as weighting coefficients in the route optimization process.*

*The optimization results demonstrate fitness improvements across all corridors: K3 Outbound increased by +15.9% (from 0.4643 to 0.5381), K3 Return increased by +9.8% (from 0.4519 to 0.4960), and K4 increased by +23.2% (from 0.4262 to 0.5252). Spatially, the optimal K3 route increased population coverage by +6.1% and public facility accessibility by +7.4%. Load factor projections indicate that K3 increases from 0.4921 to 0.5253 (+6.7%), however both corridors remain below the minimum standard of 0.70, indicating that route optimization is a prerequisite that must be complemented with demand enhancement strategies.*

**Keywords:** *Batik Solo Trans, Route Optimization, GIS, Ant Colony Optimization, MCDA-AHP.*