

**SKRIPSI**

**SISTEM PEMETAAN DIGITAL: IDENTIFIKASI DAN  
ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN**

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun Oleh :

**Zahwa Octaviolienna**

**22.01.1029**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN**

**REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN**

**POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN**

**TEGAL**

**2026**

**HALAMAN PERSETUJUAN**  
**SKRIPSI**  
**SISTEM PEMETAAN DIGITAL: IDENTIFIKASI DAN ANALISIS**  
**DAERAH RAWAN KECELAKAAN**

*DIGITAL MAPPING SYSTEM: IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF ACCIDENT-PRONE AREAS*

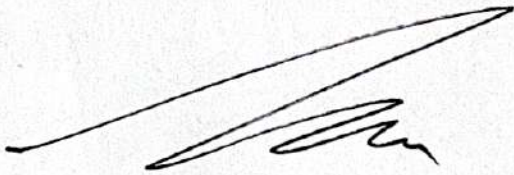
Disusun Oleh :

**Zahwa Octavioliena**

**22.01.1029**

Telah disetujui oleh :

Pembimbing 1

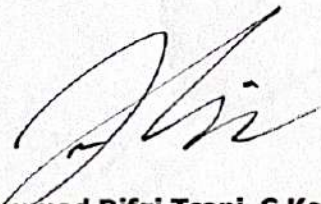


**Suprpto Hadi, S.Pd., M.T.**

**NIP. 19911205 201902 1 002**

Tanggal : 10-03-2026

Pembimbing 2



**Mokhammad Rifqi Tsani, S.Kom., M.Kom.**

**NIP. 19890822 201902 1 001**

Tanggal : 10-03-2026

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**SKRIPSI**  
**SISTEM PEMETAAN DIGITAL: IDENTIFIKASI DAN ANALISIS**  
**DAERAH RAWAN KECELAKAAN**

*DIGITAL MAPPING SYSTEM: IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF ACCIDENT-PRONE AREAS*

Disusun Oleh :

**Zahwa Octavioliena**

**22.01.1029**

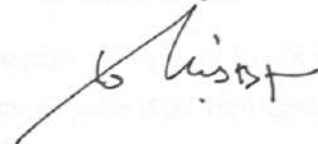
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji  
Pada tanggal 1/11/2026

Ketua Penguji

**Agus Budi Purwanto, Dr., A.TD., M.T.**  
**NIP. 19660326 198603 1 007**

Penguji 1

Tanda Tangan



Tanda Tangan

**Brasie Pradana S B R A, S.Pd., M.Pd.**  
**NIP. 19871209 201902 1 001**

Penguji 2


Tanda Tangan



**Suprpto Hadi, S.Pd., M.T.**  
**NIP. 19911205 201902 1 002**



Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

  
**Alfan Baharuddin, S.SiT., MT.**  
**NIP. 19840923 200812 1 002**

## HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zahwa Octavioliena

Notar : 22.01.1029

Program Studi : D-IV Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa Laporan Skripsi dengan judul **"SISTEM PEMETAAN DIGITAL: IDENTIFIKASI DAN ANALISIS DAERAH RAWAN KECELAKAAN"** 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 laporan Skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila laporan 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, 9 Maret 2026

Yang menyatakan,

  
Zahwa Octavioliena

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas rahmat yang diberikan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Shalawat dan salam juga tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam.

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari doa, dukungan, bantuan, serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan skripsi ini, yaitu :

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal;
2. Bapak Alfian Baharuddin, S.SiT., M.T. selaku Ketua Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan (RSTJ);
3. Bapak Suprpto Hadi, S.Pd., M.T. selaku Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan sumbangasih, nasehat, dan saran yang sangat berarti selama bimbingan;
4. Bapak Mokhammad Rifqi Tsani, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang juga telah memberikan sumbangasih, nasehat, dan saran yang sangat berarti selama bimbingan;
5. Seluruh dosen Program Studi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas ilmu yang telah diberikan dan diajarkan;
6. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, doa dan motivasi;
7. Kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi tercapainya kesempurnaan dalam penulisan ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun dan bagi pembaca.

Tegal, 9 Maret 2026



Zahwa Octaviolienna

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	iv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	v
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>INTISARI</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1    Latar Belakang .....	1
I.2    Rumusan Masalah .....	4
I.3    Batasan Masalah .....	4
I.4    Tujuan.....	5
I.5    Manfaat.....	5
I.6    Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	8
II.1 <i>Website</i> .....	8
II.2    Rancang Bangun <i>Website</i> .....	8
II.3    Sistem Informasi Geografis (SIG) .....	10
II.4    Peta Digital .....	11
II.5    LeafletJS .....	11
II.6    Kecelakaan Lalu Lintas .....	12
II.7    Daerah Rawan Kecelakaan .....	16
II.8 <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN).....	17
II.9    Upper Control Limit (UCL) .....	18
II.10 <i>Black Box Testing</i> .....	19
II.11    Analisis <i>Website</i> .....	20
II.12    Analisis Metode Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan .....	23
II.13    Kerangka Berpikir .....	25

II.14	Penelitian Terdahulu .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>34</b>
III.1	Lokasi Penelitian.....	34
III.2	Jenis Penelitian .....	35
III.3	Diagram Alir Penelitian.....	37
III.4	Metode Pengumpulan Data.....	39
III.4.1	Sumber Data Sekunder .....	39
III.4.2	Atribut Data Kecelakaan .....	39
III.5	Metode Pengembangan Sistem .....	41
III.6	Rancang Bangun Aplikasi .....	43
III.6.1	Perancangan Aplikasi .....	44
III.6.2	Pengembangan Aplikasi.....	47
III.6.3	<i>Design</i> .....	49
III.6.4	<i>Flowchart</i> Sistem .....	56
III.7	Uji Coba Aplikasi .....	57
III.8	Analisis Identifikasi Daerah Rawan Kecelakaan .....	59
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>60</b>
IV. 1	Rancang Bangun Aplikasi .....	60
IV.1.1	Perencanaan .....	60
IV.1.2	Perancangan .....	63
IV.1.3	Implementasi .....	98
IV.1.4	Integrasi Sistem Informasi Geografis (SIG).....	118
IV. 2	Hasil Pengujian <i>Black Box Testing</i> .....	121
IV.2.1	Pengujian Autentikasi <i>Login</i> .....	121
IV.2.2	Pengujian <i>Input</i> Data Kecelakaan dan Pengelolaan Data .....	124
IV.2.3	Pengujian Perhitungan <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN).....	126
IV.2.4	Pengujian Perhitungan <i>Upper Control Limit</i> (UCL) .....	128
IV.2.5	Pengujian Klasifikasi Daerah Rawan Kecelakaan dan <i>Filter</i> Peta 129	
IV.2.6	Pengujian Halaman Laporan .....	132
IV.2.7	Pengujian Fitur Akses Publik .....	133
IV.2.8	Rekapitulasi Hasil <i>Black Box Testing</i> .....	136
IV. 3	Hasil Identifikasi dan Analisis Daerah Rawan Kecelakaan .....	137
IV.3.1	Gambaran Umum Data Kecelakaan Tol Semarang ABC .....	137

IV.3.2	Perhitungan <i>Equivalent Accident Number</i> (EAN) dan <i>Upper Control Limit</i> (UCL) .....	151
IV.3.3	Analisis Hubungan Kecelakaan dengan Kombinasi Alinemen ...	154
IV.3.4	Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Sistem .....	159
IV.3.5	Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Pada Sistem .....	167
<b>BAB V PENUTUP</b>	.....	168
V. 1	Kesimpulan .....	168
V. 2	Saran .....	169
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	170
<b>LAMPIRAN</b>	.....	176

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II.1</b> Penelitian Terdahulu .....	26
<b>Tabel IV.1</b> Spesifikasi <i>Hardware</i> .....	63
<b>Tabel IV.2</b> Spesifikasi <i>Software</i> .....	63
<b>Tabel IV.3</b> Pengujian Autentikasi <i>Login</i> .....	121
<b>Tabel IV.4</b> Pengujian <i>Input</i> Data Kecelakaan Manual dan Pengelolaan Data..	124
<b>Tabel IV.5</b> Pengujian <i>Import</i> Data Kecelakaan .....	125
<b>Tabel IV.6</b> Pengujian Perhitungan EAN .....	126
<b>Tabel IV.7</b> Pengujian Perhitungan UCL.....	128
<b>Tabel IV.8</b> Pengujian Klasifikasi Daerah Rawan Kecelakaan .....	129
<b>Tabel IV.9</b> Pengujian <i>Filter</i> Peta .....	130
<b>Tabel IV.10</b> Pengujian Halaman Laporan .....	132
<b>Tabel IV.11</b> Pengujian Fitur Akses Publik .....	133
<b>Tabel IV.12</b> Distribusi Spasial Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Tol Semarang ABC .....	137
<b>Tabel IV.13</b> Perhitungan EAN dan UCL Jalur A.....	151
<b>Tabel IV.14</b> Perhitungan EAN dan UCL Jalur B.....	153
<b>Tabel IV.15</b> Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Sistem Jalur A .....	159
<b>Tabel IV.16</b> Perhitungan Faktor Koreksi (FK) dan UCL Terkoreksi Jalur A .....	161
<b>Tabel IV.17</b> Perbandingan Hasil Perhitungan Manual dan Sistem Jalur B .....	163
<b>Tabel IV.18</b> Perhitungan Faktor Koreksi (FK) dan UCL Terkoreksi Jalur B .....	164

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II.1</b> Kerangka Berpikir .....	25
<b>Gambar III.1</b> Lokasi Penelitian di PT Jasa Marga (Persero) Tbk Cabang Semarang ABC.....	34
<b>Gambar III.2</b> Diagram Alir Penelitian .....	38
<b>Gambar III.3</b> Halaman <i>Home</i> .....	49
<b>Gambar III.4</b> Halaman <i>Maps</i> .....	50
<b>Gambar III.5</b> Halaman Grafik.....	51
<b>Gambar III.6</b> Halaman Data Kecelakaan .....	51
<b>Gambar III.7</b> Halaman <i>About</i> .....	52
<b>Gambar III.8</b> Halaman <i>Log In</i> .....	52
<b>Gambar III.9</b> <i>Dashboard</i> .....	53
<b>Gambar III.10</b> Halaman <i>Input Data</i> .....	53
<b>Gambar III.11</b> Halaman Data Kecelakaan .....	54
<b>Gambar III.12</b> Halaman Laporan.....	54
<b>Gambar III.13</b> Halaman <i>Edit Data</i> .....	55
<b>Gambar III.14</b> <i>Flowchart</i> Sistem Pemetaan Digital .....	56
<b>Gambar IV.1</b> Homepage .....	64
<b>Gambar IV.2</b> Homepage (Informasi Terkini).....	64
<b>Gambar IV.3</b> Homepage (Pesebaran Titik Kecelakaan) .....	65
<b>Gambar IV.4</b> Homepage (Berita Terkini) .....	66
<b>Gambar IV.5</b> Halaman Peta .....	66
<b>Gambar IV.6</b> Pop-up Marker.....	67
<b>Gambar IV.7</b> Halaman Grafik.....	68
<b>Gambar IV.8</b> Halaman Data Kecelakaan .....	68
<b>Gambar IV.9</b> Halaman Detail Informasi Kecelakaan .....	69
<b>Gambar IV.10</b> Halaman Login .....	70
<b>Gambar IV.11</b> Halaman Dashboard.....	70
<b>Gambar IV.12</b> Halaman Berita.....	71
<b>Gambar IV.13</b> Halaman Tambah Berita .....	72
<b>Gambar IV.14</b> Halaman Tipe Kendaraan.....	72
<b>Gambar IV.15</b> Halaman Tambah Tipe Kendaraan .....	73

<b>Gambar IV.16</b>	Halaman Jenis Kecelakaan .....	74
<b>Gambar IV.17</b>	Halaman Tambah Jenis Kecelakaan.....	75
<b>Gambar IV.18</b>	Halaman Cuaca .....	75
<b>Gambar IV.19</b>	Halaman Tambah Cuaca .....	76
<b>Gambar IV.20</b>	Halaman Penyebab Kecelakaan .....	77
<b>Gambar IV.21</b>	Halaman Tambah Penyebab Kecelakaan .....	78
<b>Gambar IV.22</b>	Halaman Lokasi .....	78
<b>Gambar IV.23</b>	Halaman Tambah Lokasi.....	79
<b>Gambar IV.24</b>	Halaman Alinemen.....	80
<b>Gambar IV.25</b>	Halaman Tambah Alinemen .....	81
<b>Gambar IV.26</b>	Halaman Data Kecelakaan .....	81
<b>Gambar IV.27</b>	Halaman Tambah Data Kecelakaan .....	82
<b>Gambar IV.28</b>	Pop-up Import.....	83
<b>Gambar IV.29</b>	Halaman Laporan .....	84
<b>Gambar IV.30</b>	Use Case Diagram .....	85
<b>Gambar IV.31</b>	Activity Diagram (News Admin) .....	87
<b>Gambar IV.32</b>	Activity Diagram (Characteristic Variable Admin) .....	89
<b>Gambar IV.33</b>	Activity Diagram (EAN & UCL Calculation Admin) .....	91
<b>Gambar IV.34</b>	Activity Diagram (Admin).....	94
<b>Gambar IV.35</b>	Activity Diagram (User) .....	95
<b>Gambar IV.36</b>	Entity Relationship Diagram .....	97
<b>Gambar IV.37</b>	Kode Fungsi EAN pada Model.....	99
<b>Gambar IV.38</b>	Homepage .....	100
<b>Gambar IV.39</b>	Homepage (Informasi Hari Ini).....	100
<b>Gambar IV.40</b>	Homepage (Pesebaran Peta).....	101
<b>Gambar IV.41</b>	Homepage (Berita) .....	101
<b>Gambar IV.42</b>	Halaman Peta.....	102
<b>Gambar IV.43</b>	Pop-up Titik Pada Peta .....	103
<b>Gambar IV.44</b>	Halaman Grafik.....	104
<b>Gambar IV.45</b>	Halaman Data Kecelakaan .....	104
<b>Gambar IV.46</b>	Lihat Detail Kecelakaan .....	105
<b>Gambar IV.47</b>	Halaman Login .....	106
<b>Gambar IV.48</b>	Dashboard Admin .....	106
<b>Gambar IV.49</b>	Halaman Berita.....	107

<b>Gambar IV.50</b>	Halaman Tambah Berita .....	107
<b>Gambar IV.51</b>	Halaman Tipe Kendaraan.....	108
<b>Gambar IV.52</b>	Halaman Tambah Tipe Kendaraan .....	109
<b>Gambar IV.53</b>	Halaman Jenis Kecelakaan.....	109
<b>Gambar IV.54</b>	Halaman Tambah Jenis Kecelakaan.....	110
<b>Gambar IV.55</b>	Halaman Cuaca .....	110
<b>Gambar IV.56</b>	Halaman Tambah Cuaca .....	111
<b>Gambar IV.57</b>	Halaman Penyebab Kecelakaan .....	111
<b>Gambar IV.58</b>	Halaman Tambah Penyebab Kecelakaan.....	112
<b>Gambar IV.59</b>	Halaman Lokasi .....	113
<b>Gambar IV.60</b>	Halaman Tambah Lokasi.....	113
<b>Gambar IV.61</b>	Halaman Alinemen.....	114
<b>Gambar IV.62</b>	Halaman Tambah Alinemen .....	114
<b>Gambar IV.63</b>	Halaman Data Kecelakaan .....	115
<b>Gambar IV.64</b>	Pop-up Import Data Kecelakaan .....	116
<b>Gambar IV.65</b>	Halaman Tambah Data Kecelakaan.....	116
<b>Gambar IV.66</b>	Halaman Laporan .....	117
<b>Gambar IV.67</b>	Implementasi Kode Integrasi SIG untuk Visualisasi Titik Kecelakaan dan Informasi EAN/UCL pada Peta .....	119
<b>Gambar IV.68</b>	Jumlah Kejadian Kecelakaan .....	138
<b>Gambar IV.69</b>	Total Korban Kecelakaan.....	139
<b>Gambar IV.70</b>	Fatalitas Jalur A .....	140
<b>Gambar IV.71</b>	Fatalitas Jalur B .....	141
<b>Gambar IV.72</b>	Penyebab Kecelakaan Jalur A.....	142
<b>Gambar IV.73</b>	Penyebab Kecelakaan Jalur B .....	143
<b>Gambar IV.74</b>	Jenis Kecelakaan Jalur A.....	145
<b>Gambar IV.75</b>	Jenis Kecelakaan Jalur B.....	146
<b>Gambar IV.76</b>	Jenis Kendaraan Jalur A.....	147
<b>Gambar IV.77</b>	Jenis Kendaraan Jalur B.....	148
<b>Gambar IV.78</b>	Cuaca Jalur A.....	149
<b>Gambar IV.79</b>	Cuaca Jalur B .....	150
<b>Gambar IV.80</b>	Analisis Uji Chi-Square Jalur A.....	155
<b>Gambar IV.81</b>	Perbandingan Observer dan Expected Jalur A .....	155
<b>Gambar IV.82</b>	Analisis Uji Chi-Square Jalur B.....	157

<b>Gambar IV.83</b> Perbandingan Observer dan Expected Jalur B .....	157
<b>Gambar IV.84</b> Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Pada Sistem .....	167

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Import Kecelakaan .....	176
<b>Lampiran 2</b> Bahasa Pemrograman Tampilan Homepage.....	184
<b>Lampiran 3</b> Bahasa Pemrograman Integrasi SIG .....	192
<b>Lampiran 4</b> Pelaksanaan Pengujian Aplikasi.....	205

## INTISARI

Tingginya angka kecelakaan lalu lintas di ruas Tol Semarang ABC selama periode 2021 - 2025, dengan total 734 kejadian yang tersebar pada tiga seksi utama yaitu Seksi A (Krapyak–Jatingaleh), Seksi B (Sronдол–Jatingaleh), dan Seksi C (Kaligawe–Jatingaleh), mendorong kebutuhan terhadap sistem identifikasi daerah rawan kecelakaan yang akurat, otomatis, dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem pemetaan digital daerah rawan kecelakaan berbasis *website*, menguji kelayakannya menggunakan *Black Box Testing*, serta menganalisis identifikasi daerah rawan kecelakaan pada ruas Tol Semarang ABC. Sistem dikembangkan menggunakan *framework* Laravel, basis data MySQL, dan visualisasi peta interaktif berbasis LeafletJS, dengan mengintegrasikan metode *Equivalent Accident Number* (EAN) dan *Upper Control Limit* (UCL) untuk perhitungan otomatis tingkat rawan kecelakaan. Pengujian sistem melalui *Black Box Testing* pada sembilan modul dengan total 49 skenario pengujian menunjukkan bahwa seluruh skenario dinyatakan valid dengan tingkat keberhasilan sebesar 100%, sehingga sistem dinyatakan layak digunakan dalam proses identifikasi daerah rawan kecelakaan. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa dari 25 titik yang dianalisis pada Jalur A, terdapat 8 titik yang dikategorikan sebagai Daerah Rawan Kecelakaan (DRK) dengan konsentrasi terbesar di Seksi C (Kaligawe–Jatingaleh), sedangkan pada Jalur B terdapat 5 titik DRK dengan titik KM 430 mencatat nilai EAN tertinggi sebesar 387. Faktor manusia merupakan penyebab dominan kecelakaan di seluruh seksi pada kedua jalur, dengan proporsi tertinggi pada Jalur B Seksi B sebesar 217 kejadian (61,64%), sementara jenis tabrakan yang paling sering terjadi adalah tabrakan depan-belakang.

**Kata Kunci:** Sistem Pemetaan Digital, Daerah Rawan Kecelakaan, *Equivalent Accident Number*, *Upper Control Limit*, *Black Box Testing*

## **ABSTRACT**

*The high number of traffic accidents on the Semarang ABC Toll Road during the 2021–2025 period, with a total of 734 incidents distributed across three main sections, Section A (Krapyak - Jatingaleh), Section B (Srandol - Jatingaleh), and Section C (Kaligawe - Jatingaleh), highlights the urgent need for an accurate, automated, and data-driven accident-prone area identification system. This study aims to develop a web-based digital mapping system for accident-prone area identification, evaluate its functional performance using Black Box Testing, and analyze accident-prone areas on the Semarang ABC Toll Road. The system was developed using the Laravel framework, MySQL database, and interactive map visualization based on LeafletJS, integrating the Equivalent Accident Number (EAN) and Upper Control Limit (UCL) methods to enable automated hazardous location classification. Black Box Testing was conducted across nine modules with a total of 49 test scenarios, all of which were declared valid with a 100% success rate, confirming that the system functions in accordance with its defined functional specifications and is suitable for operational use. The identification results revealed that out of 25 analyzed points on Lane A, 8 points were classified as Accident-Prone Areas (DRK), with the highest concentration in Section C (Kaligawe - Jatingaleh). On Lane B, 5 DRK points were identified, with KM 430 recording the highest EAN value of 387. Human factors were the dominant cause of accidents across all sections on both lanes, with the highest proportion recorded in Lane B Section B at 217 incidents (61.64%), while rear-end collisions were the most frequently occurring accident type throughout the study area.*

**Keywords:** *Digital Mapping System, Accident-Prone Area, Equivalent Accident Number, Upper Control Limit, Black Box Testing*