



[Research Article]



Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Sistem Informasi Geografis

Laode Muhamad Irsan^{1,*}, Nur Hasanah², Rahma Musyawarah³, Ema Hermawati Garusu²

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo

²Jurusan Pendidikan Geografi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halu Oleo

³Jurusan Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar

*Correspondance: laodemuhamadirsan93@gmail.com

Informasi Artikel:	Abstrak
<p>Diterima: 25 Mei 2024</p> <p>Disetujui: 15 Juni 2024</p> <p>Dipublikasi: 17 Juni 2024</p> <p>Kata kunci: pemetaan; kecelakaan; Sistem Informasi Geografis.</p>	<p>Kecelakaan lalu lintas sering kali mengakibatkan kematian dan cedera serius. Tingginya angka kematian dan cedera ini memerlukan tindakan cepat untuk mengurangi dampak negatifnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan lokasi titik gelap lalu lintas di Kecamatan Konda dan Wolasi. Penelitian ini dilakukan pada jalan utama wilayah Kabupaten Konawe Selatan yang mengalami kecelakaan pada jalur Konda-Wolasi. Metode penelitian yang digunakan untuk menentukan lokasi rawan kecelakaan yaitu metode Z-Score, sedangkan untuk mengetahui peta rawan kecelakaan digunakan analisis spasial dengan menggunakan sistem informasi geografis melalui survei lapangan dan plotting koordinat menggunakan GPS. Di Kecamatan Konda terdapat 4 desa yang menjadi titik rawan kecelakaan yaitu Desa Ambololi, Lambusa, Puuosu Jaya, dan Tanea, sedangkan di Kecamatan Wolasi berada di Desa Wolasi, Mata Wolasi, Amoito, dan Leleka. Setiap titik rawan kecelakaan disebabkan jalan rusak, jalan sempit, tikungan, dan persimpangan.</p>
Article Info:	Abstract
<p>Received: 25 May 2024</p> <p>Accepted: 15 June 2024</p> <p>Published: 17 June 2024</p> <p>Keywords: mapping; traffic accidents; Geographic Information Systems.</p>	<p>Traffic accidents often result in death and serious injury. This high number of deaths and injuries requires immediate action to reduce the negative impact. This study aims to identify and map the location of traffic black sites in the districts of Konda and Wolasi. This research was conducted on the main road in the South Konawe regency which had an accident on the Konda-Wolasi route. The research method used to determine accident-prone locations is the Z-Score method, while to find accident-prone maps, spatial analysis is used using geographic information systems through field surveys and plotting coordinates by GPS. In the Konda sub-district, 4 villages are accident-prone points, namely Ambololi, Lambusa, Puuosu Jaya, and Tanea villages, while in the Wolasi sub-district, there are Wolasi, Mata Wolasi, Amoito, and Leleka sub-district. Each accident-prone point caused damaged roads, narrow roads, bends, and intersections.</p>

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah alat transportasi saat ini sangatlah pesat, terutama kendaraan yang beroperasi di jalan raya atau transportasi darat. Kepadatan kendaraan yang terus meningkat setiap tahunnya menyebabkan permasalahan lalu lintas diantaranya sering terjadinya kecelakaan (Samsudin, 2020; Vernanda dkk., 2021). Berdasarkan Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, mengungkapkan kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Sedangkan menurut WHO kecelakaan lalu lintas adalah kejadian pada lalu lintas jalan yang sedikitnya melibatkan satu kendaraan yang menyebabkan cedera atau kerusakan atau kerugian pada pemiliknya (korban) (Gregoriades & Christodoulides, 2017).

Menurut World Health Organization (2011), yang menjadi penyebab utama kematian nomor lima di dunia adalah kecelakaan di jalan raya. WHO mencatat bahwa 1 juta orang di seluruh dunia meninggal setiap tahunnya di jalan raya akibat kecelakaan, di mana 40% diantaranya berusia 25 tahun. Sementara itu, jutaan orang lainnya mengalami luka parah dan cacat fisik akibat kecelakaan.

Dilihat dari tingkat kecelakaan lalu lintas dan pandangan dunia internasional tentang kondisi keselamatan transportasi jalan di Indonesia termasuk wilayah Konawe Selatan, masalah keselamatan transportasi sudah tidak dapat lagi dipandang sebagai persoalan semata. Dimensi permasalahannya sudah meluas menjadi masalah sosial, ekonomi, lingkungan, kesehatan, investasi, nama baik bangsa, dan politik (Stephane dkk., 2018; Latifah dkk., 2022).

Konawe Selatan merupakan kota yang berada di ujung selatan Pulau Sulawesi. Sebagai daerah penyangga ibu kota Provinsi, pertumbuhan penduduknya terus mengalami peningkatan per tahunnya. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Konawe Selatan tiap tahunnya menyebabkan kebutuhan akan transportasi juga semakin meningkat. Peningkatan ini secara tidak langsung akan memperbesar risiko tumbuhnya permasalahan lalu lintas, seperti kecelakaan khususnya jalur Kecamatan Konda dan Kecamatan Wolasi. Ke

dua kecamatan ini merupakan jalur yang cukup padat karena menghubungkan beberapa kabupaten yakni Kabupaten Bombana dan Kabupaten Muna.

Menurut data BPS (2019), diperoleh informasi bahwa di wilayah Konawe Selatan telah terjadi kecelakaan sebanyak 152 kejadian. Jumlah total korban dalam kecelakaan tersebut yaitu 298 jiwa yang terdiri dari 40 jiwa meninggal dunia, 89 luka berat dan 169 luka ringan. Angka kecelakaan tersebut bisa melebihi angka kecelakaan yang tercatat di Lantas Polres Konawe Selatan, karena masih ada di antara masyarakat yang tidak melaporkan kejadian kecelakaan yang terjadi pada pihak yang berwenang.

Kecelakaan lalu lintas merupakan indikator utama tingkat keselamatan jalan raya. Di negara maju masalah keselamatan jalan merupakan masalah yang sangat diperhatikan guna mengurangi kuantitas kecelakaan yang terjadi (Kmet dkk., 2019; Al-Aamri dkk., 2021). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengurangi angka kecelakaan tersebut. Upaya yang dapat dilakukan diantaranya menentukan daerah rawan kecelakaan (*black site*) (Manik dkk., 2018; Latifah dkk., 2022).

Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai salah satu disiplin ilmu dalam hal pemetaan dan juga sebagai alat bantu yang tepat untuk diaplikasikan dalam menganalisis tingkat kecelakaan lalu lintas di suatu ruas jalan dengan menentukan daerah rawan kecelakaan. Melalui SIG diharapkan mampu memberikan data yang akurat untuk mengurangi permasalahan tingkat kecelakaan di Konawe Selatan khususnya jalur kecamatan Konda dan Kecamatan Wolasi (Fitri, 2021; Wibowo, 2021; Wijaya dkk., 2022).

Hal ini sejalan dengan pendapat Kmet et al. (2019) yang menyatakan bahwa pemetaan kecelakaan lalu lintas menggunakan SIG adalah pendekatan yang sangat efektif untuk memahami pola dan penyebab kecelakaan di suatu wilayah. Sistem Informasi Geografi memungkinkan visualisasi data kecelakaan pada peta yang dapat membantu dalam analisis spasial dan pengambilan keputusan yang lebih baik untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas.

Berdasarkan uraian di atas maka peneliti melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan lokasi titik gelap lalu lintas di Kecamatan Konda dan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan.

METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Kecamatan Konda dan Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara geografis berbatasan langsung dengan Kota Kendari dan merupakan jalan yang menghubungkan Kabupaten Bombana dan Kabupaten Muna. Posisi jalan yang strategis mengakibatkan arus lalu lintas yang ramai dan padat khususnya menjelang hari raya dan libur panjang. Menurut data kepolisian kejadian kecelakaan lalu lintas antara tahun 2018-2021 sebanyak 63 kali.

Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan pada jalan utama Kabupaten Konawe Selatan yang sering mengalami kecelakaan pada jalur Konda-Wolasi. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data spasial dan data non spasial (Tabel 1). Data spasial yang digunakan yaitu peta batas administrasi Konawe Selatan, dan peta jaringan jalan. Sedangkan data non spasial yaitu data non spasial berupa data kecelakaan lalu lintas yang diperoleh dari Satuan Lalu Lintas Polresta Konawe Selatan. Data ini merupakan catatan harian kecelakaan selama tahun 2017-2020.

Pengolahan dan Analisis Data

Objek kajian dalam penelitian ini yaitu jalan primer atau jalan utama yang menjadi titik rawan terjadinya kecelakaan lalu lintas jalur di Kecamatan Konda dan Kecamatan Wolasi, Kabupaten Konawe Selatan. Jenis penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif deskriptif dengan pendekatan spasial menggunakan SIG. Penelitian kuantitatif adalah sebuah metode penelitian berdasarkan bukti empiris untuk melakukan investigasi fenomena sosial melalui prinsip-prinsip statistik (He dkk., 2021). Pada

tahap ini data non-spasial di analisis menggunakan statistik Z-Score untuk menentukan kriteria daerah rawan kecelakaan *black site*. Data non-spasial hasil analisis dan data spasial diolah dalam bentuk peta dengan menggunakan software ArcGIS.

Z-Score adalah bilangan Z atau bilangan standar/bilangan baku. Bilangan Z dicari dari sampel yang berukuran n , data $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ dengan rata-rata \bar{X} pada simpangan baku S , sehingga dapat dibentuk data baru yaitu $Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n$ dengan rata-rata 0 simpangan baku 1. Nilai standar deviasi (S) adalah akar dari jumlah kuadrat dari rata-rata angka kecelakaan per tahun dikurangi rata-rata angka kecelakaan dibagi jumlah data (Al-Aamri dkk., 2021). Z-Score dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$s = \sqrt{\frac{(\sum X - \bar{X})^2}{n}} \quad (1)$$

dimana s adalah standar deviasi, X adalah rata-rata angka kecelakaan per tahun, \bar{X} adalah rata-rata angka kecelakaan, dan n adalah jumlah data

Rumus Z dapat dicari dengan persamaan dari Hasan (2001), diperlihatkan sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (2)$$

dimana Z_i adalah nilai Z-score kecelakaan per ruas jalan, x_i adalah rata-rata angka kecelakaan per ruas jalan, s adalah standar deviasi, \bar{x} adalah angka rata-rata kecelakaan (total), dan i adalah ruas jalan.

Adapun klasifikasi dalam penentuan daerah rawan kecelakaan (*black spot*) ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 1. Jenis Data dan Sumber Data Penelitian

No.	Data Spasial	Sumber Data	No.	Data Non-Spasial	Sumber Data
1	Peta Administrasi Kab. Konawe Selatan	Bappeda	1	Jurnal Relevan	Internet/Situs Jurnal Terakreditasi
2	Peta Jaringan Jalan	Bappeda	2	Data Kecelakaan	BPS/Polsek
3	Titik Koordinat	Survei lapangan			

Tabel 2. Klasifikasi Penentuan Daerah Rawan Kecelakaan

No.	Nilai Z-Score	Kriteria
1	Nilai positif (0)	Rawan kecelakaan
2	Nilai negatif (-0)	Tidak rawan kecelakaan

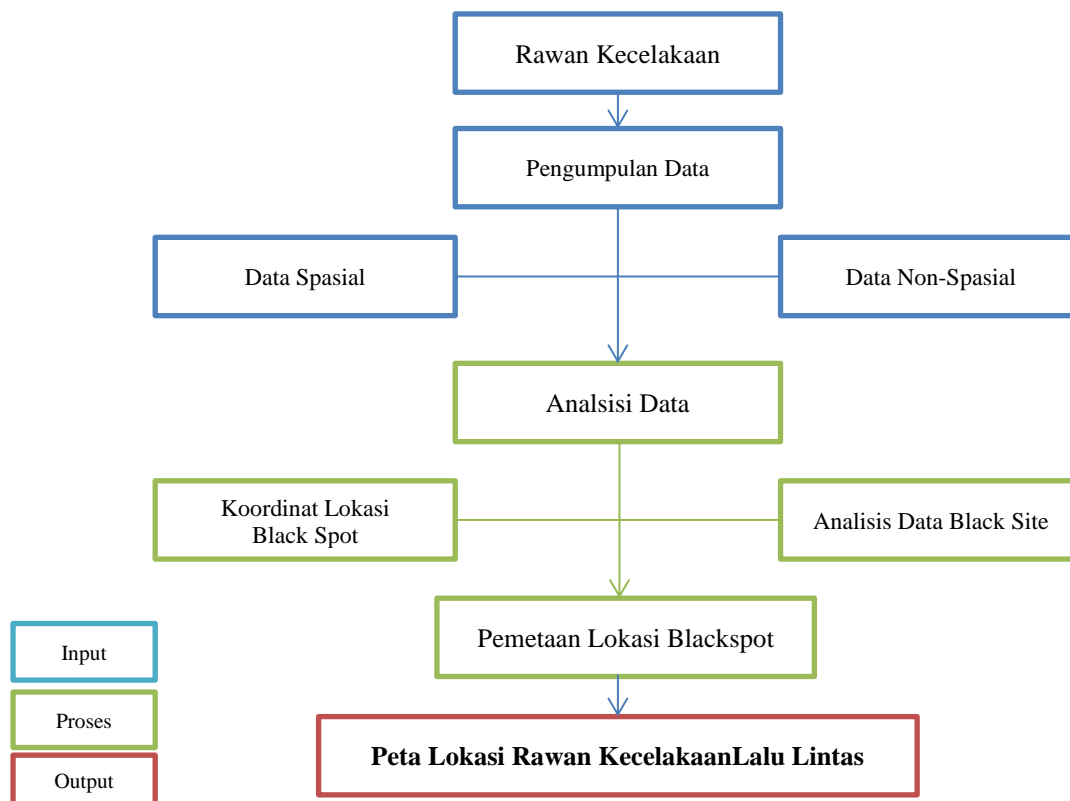
Setelah lokasi-lokasi rawan kecelakaan diketahui maka langkah selanjutnya yaitu melakukan survei lapangan. Setiap lokasi dilakukan *plotting* titik koordinat dengan menggunakan Global Positioning System (GPS). Berdasarkan data koordinat tersebut kemudian dikonversi menjadi data spasial dan diolah dalam bentuk peta dengan menggunakan software ArcGIS. Unit peta yang digunakan yaitu berupa batas administrasi desa pada wilayah kajian sesuai dengan hasil analisis statistik Z skor. Penentuan kelas rawan kecelakaan juga mengacu pada hasil perhitungan Z skor sehingga menghasilkan dua kriteria tingkat rawan kecelakaan. Jika nilai Z skor bernilai positif artinya rawan terjadi kecelakaan dan jika nilai Z skor bernilai negatif artinya tidak rawan terjadi kecelakaan. Rancangan alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah sebagai berikut.

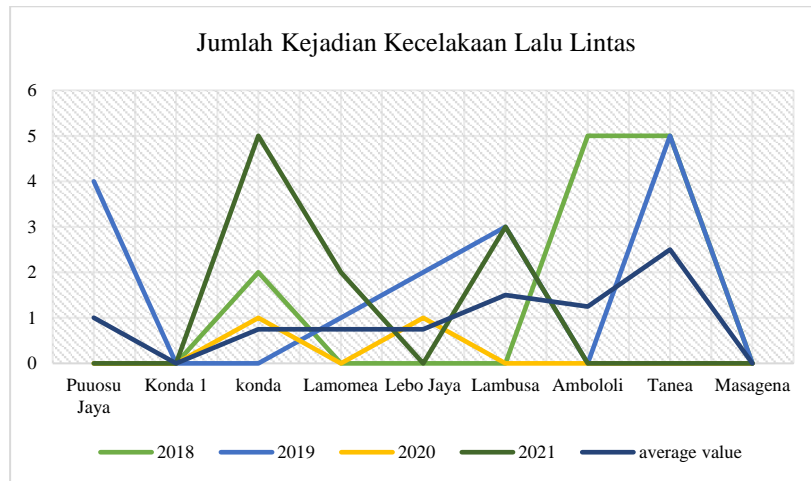
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak disangka-sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda (Kmet dkk., 2019).

Rata rata kecelakaan pada Kecamatan Konda menunjukkan nilai tertinggi 2,5% pada Desa Tanea dibandingkan dengan desa lainnya (Gambar 2). Ditinjau pada titik rawan kecelakaan terdapat beberapa jalanan rusak dan jembatan yang belum selesai dikerjakan. Desa Lambusa memiliki rata-rata nilai 1,5 %, di tinjau dari lokasi titik rawan kecelakaan terdapat beberapa perempatan, dan pada Desa Ambololi, Konda, Lamomea dan Lebo Jaya terdapat beberapa jalan rusak, perempatan, dan jembatan yang belum selesai dikerjakan serta padat pemukiman.

**Gambar 1.** Rancangan Alur Penelitian



Gambar 2. Jumlah Kecelakaan di Kecamatan Konda



Gambar 3. Jumlah Kecelakaan di Kecamatan Wolasi

Berdasarkan Gambar 3, rata rata kecelakaan pada Kecamatan Wolasi menunjukkan nilai tertinggi 1,75 % pada Desa Wolasi dibandingkan dengan desa lainnya. Ditinjau pada titik kecelakaan pada jalur lokasi terdapat beberapa tikungan, jalan yang sempit dan kawasan hutan lindung sehingga pengendara merasa lebih leluasa berkendara mengingat jalan yang begitu sepi. Sedangkan pada Desa Amoito Jaya, Leleka, Aoma dan Mata Wolasi terdapat beberapa jalan rusak, jalan yang sempit dan beberapa tikungan yang menjadi titik rawan kecelakaan di desa tersebut. Dari hal tersebut maka kerusakan pada jalan, banyaknya tikungan dan jalan yang sempit menjadi beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kecelakaan pada Kecamatan Wolasi (Vitianingsih & Cahyono, 2016; Watianthos dkk., 2020; Topçooğlu dkk., 2022;). Selain itu, berdasarkan hasil temuan di lapangan kecelakaan di wilayah Kecamatan Wolasi disebabkan oleh faktor alam dan

infrastruktur jalan. Wilayah Wolasi sebagian besar masuk dalam kawasan hutan lindung sehingga terdapat banyak kasus pohon tumbang ataupun cuaca yang tidak stabil. Sedangkan infrastruktur jalan masih banyak yang rusak dan kualitas aspal yang buruk.

Analisis Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Metode yang digunakan untuk menentukan lokasi yang menjadi daerah rawan kecelakaan lalu lintas yaitu metode Z-Score. Z-Score adalah bilangan Z atau bilangan standar atau bilangan baku. Bilangan Z dicari dari sampel yang berukuran n, data $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ dengan rata-rata \bar{X} pada simpangan baku S , sehingga dapat dibentuk data baru yaitu $Z_1, Z_2, Z_3 \dots Z_n$ dengan rata-rata 0 simpangan baku 1. Hasil analisis data rawan kecelakaan lalu lintas di jalur Kecamatan Konda dan Wolasi dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil Z-Score Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Kecamatan Wolasi

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Jumlah Kecelakaan				Rata-Rata	Stdev	Z-Score
		2018	2019	2020	2021			
Wolasi	Mata Wolasi	0	6	0	0	1,5	0,641	0,46
	Aoma	0	4	0	0	1		-0,33
	Wolasi	5	0	1	1	1,75		0,85
	Amoito Jaya	2	2	2	0	1,5		0,46
	Leleka	1	2	3	0	1,5		0,46
	Lalosingi	0	0	0	0	0		-1,89
Jumlah		8	14	6	1	7,25		

Tabel 4. Hasil Z-Score Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Kecamatan Konda

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Jumlah Kecelakaan				Rata-Rata	Stdev	Z-Score
		2018	2019	2020	2021			
Konda	Puuosu Jaya	0	4	0	0	1	0,77	0,07
	Konda 1	0	0	0	0	0		-1,23
	Konda	2	0	1	5	0,75		-0,25
	Lamomea	0	1	0	2	0,75		-0,25
	Lebo Jaya	0	2	1	0	0,75		-0,25
	Lambusa	0	3	0	3	1,5		0,72
	Ambololi	5	0	0	0	1,25		0,40
	Tanea	5	5	0	0	2,5		2,02
	Masagena	0	0	0	0	0		-1,23
	Jumlah	12	15	2	5	8,5		

Berdasarkan Tabel 3, hasil Z-Score dengan nilai positif terdapat pada Desa Amoito Jaya, Leleka, Mata Wolasi dan Wolasi sehingga desa tersebut menjadi lokasi titik rawan kecelakaan pada Kecamatan Wolasi. Adapun pada Tabel 4, hasil Z-Score dengan nilai positif terdapat pada Desa Ambololi, Lambusa, Puuosu Jaya dan Tanea sehingga desa tersebut menjadi lokasi titik rawan kecelakaan pada Kecamatan Konda.

Peta Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Peta lokasi rawan kecelakaan di jalur Konda-Wolasi Kabupaten Konawe Selatan diperoleh dengan menggunakan aplikasi SIG. Aplikasi SIG mempunyai kemampuan untuk menghubungkan berbagai data pada suatu titik tertentu yang ada di bumi, menggabungkannya kemudian di analisis, dan hasil akhirnya dalam bentuk peta (Satria, 2020). Sebuah data yang berorientasi geografis dan merupakan lokasi yang memiliki sistem koordinat tertentu merupakan data spasial yang akan diolah pada SIG (Irsan dkk., 2020). Peta sebaran lokasi rawan kecelakaan di jalur Konda-Wolasi Kabupaten Konawe Selatan dapat di lihat pada Gambar 4.

Pada peta jalan rawan kecelakaan diberi warna merah sedangkan jalan yang tidak rawan kecelakaan diberi warna hijau sehingga dari informasi yang diberikan pada peta dapat

diketahui jalur yang masuk lokasi zona rawan kecelakaan dan tidak rawan kecelakaan. Sistem informasi geografis dalam hal ini dapat diimplementasikan untuk menyampaikan informasi daerah rawan kecelakaan dan juga dapat digunakan untuk pelaporan kecelakaan. Sistem informasi geografis ini dirancang untuk mengumpulkan, menyimpan dan menganalisis objek dan fenomena di mana lokasi geografis merupakan karakteristik penting dan kritis untuk analisis (Stephane dkk., 2018; Wijaya dkk., 2022).

Meskipun memiliki kegunaan yang luas, metode Z-Skor juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan yaitu metode Z-Skor rentan terhadap pengaruh *outlier* atau data ekstrim. *Outlier* dapat secara signifikan mempengaruhi nilai rata-rata dan deviasi standar, yang pada gilirannya akan mempengaruhi perhitungan Z-Skor. Oleh karena itu, sebelum menggunakan Z-Skor, penting untuk mempertimbangkan apakah data mungkin mengandung *outlier* dan bagaimana *outlier* tersebut akan diatasi. Selain itu, metode Z-Skor berasumsi bahwa data mengikuti distribusi normal. Jika data tidak terdistribusi secara normal, maka penggunaan Z-Skor mungkin tidak tepat atau menghasilkan kesimpulan yang tidak akurat. Dalam kasus seperti ini, alternatif seperti transformasi data atau menggunakan metode standarisasi yang

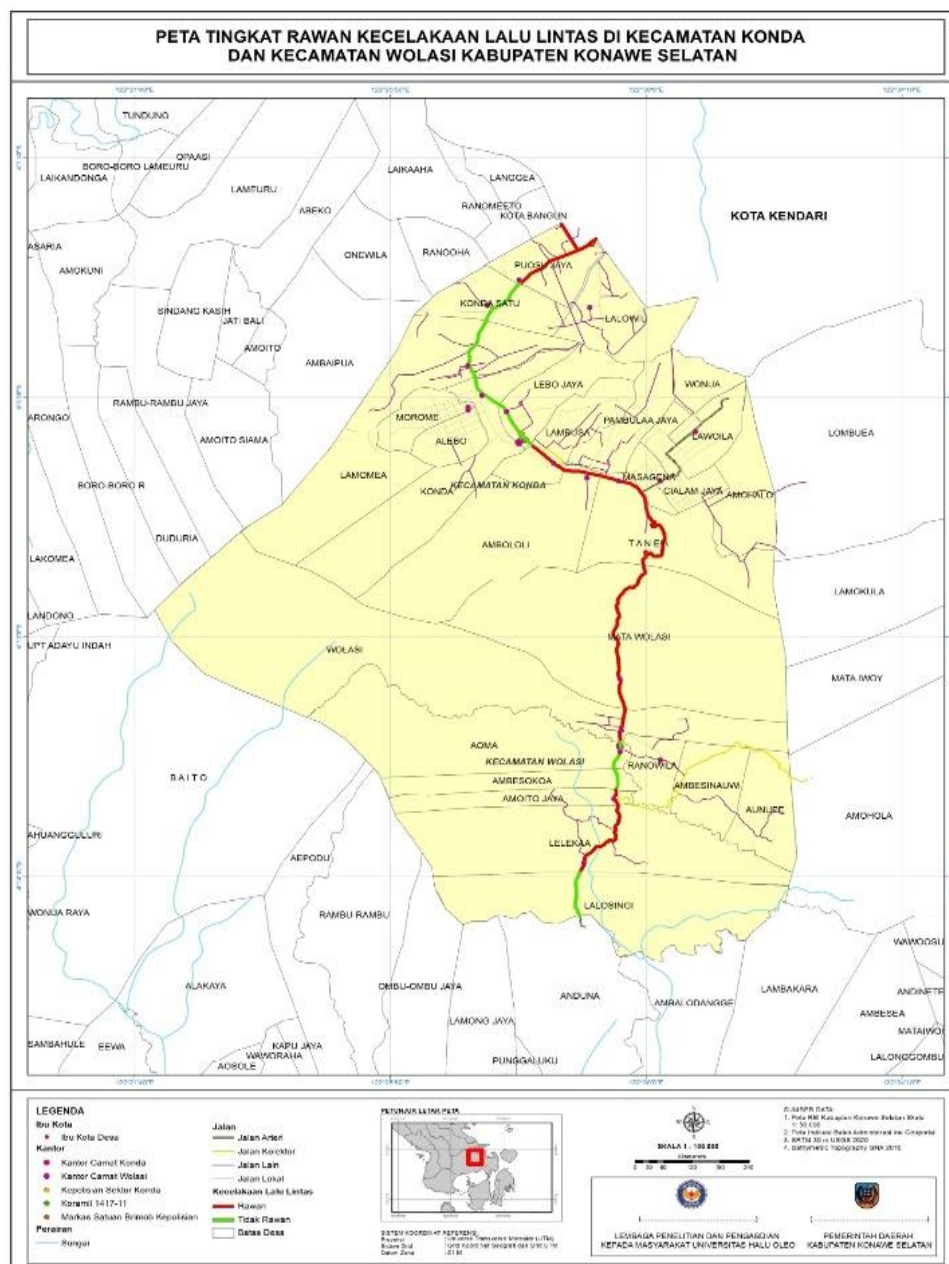
lebih sesuai dengan distribusi data mungkin lebih tepat (Al-Aamri dkk., 2021).

KESIMPULAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan kejadian lalu lintas pada suatu jalan di mana melibatkan satu kendaraan atau lebih yang menimbulkan kerusakan yang dapat merugikan pemiliknya atau korbannya. Pada Kecamatan Konda terdapat 4 desa yang menjadi titik rawan kecelakaan yaitu desa Ambololi, Lambusa, Puuosu Jaya dan Tanea, sedangkan pada Kecamatan Wolasi terdapat 4 desa yang juga

menjadi titik rawan kecelakaan yaitu Desa Wolasi, Mata Wolasi, Amoito dan Leleka. Setiap titik rawan kecelakaan disebabkan beberapa faktor seperti jalan yang rusak, jalan yang sempit, tikungan dan perempatan.

Analisis rawan kecelakaan lalu lintas dengan menggunakan SIG mendapatkan hasil yang cukup baik karena menggunakan data kecelakaan yang diperoleh langsung di lapangan serta dapat digambarkan dalam bentuk peta. Studi di masa depan dapat mempertimbangkan parameter fisik seperti ketinggian, kemiringan lereng, penggunaan lahan, dan pola jalur.



Gambar 4. Peta Sebaran Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Jalur Konda-Wolasi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis memberikan apresiasi kepada rekan-rekan peneliti dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Halu Oleo yang membantu penganggaran dalam penelitian ini baik secara administratif maupun teknis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada *reviewers* dan editor Journal of Geographical Sciences and Education.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Aamri, A. K., Hornby, G., Zhang, L.-C., Al-Maniri, A. A., & Padmadas, S. S. (2021). Mapping Road Traffic Crash Hotspots Using GIS-based Methods: A Case Study of Muscat Governorate in the Sultanate of Oman. *Spatial Statistics*, 42, 100458. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100458>
- Badan Pusat Statistik [BPS] (2019). Provinsi Sulawesi Tenggara Dalam Angka 2019. Retrived June 16, 2024, from [tps://sultra.bps.go.id/](https://sultra.bps.go.id/)
- Fitri. (2021). Pembuatan Sistem Informasi Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan di Kabupaten Kampar. *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*, 4(2), 1–6. <https://doi.org/10.59061/jsit.v4i2.47>
- Gregoriades, A., & Christodoulides, A. (2017). Traffic Accidents Analysis Using Self-Organizing Maps and Association Rules for Improved Tourist Safety. *Proceedings of the 19th International Conference on Enterprise Information Systems*, 452–459. <https://doi.org/10.5220/0006356204520459>
- Hasan, I. (2001). *Kajian Lalu Lintas dan Analisis Jalan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- He, S., Sadeghi, M. A., Chawla, S., Alizadeh, M., Balakrishnan, H., & Madden, S. (2021). Inferring High-Resolution traffic Accident Risk Maps Based on satellite Imagery and GPS Trajectories. *In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, 11957–11965. <https://doi.org/10.1109/ICCV48922.2021.01176>
- Irsan, L. M., Musyawah, R., & Ati, A. (2020). Estimasi Produksi Jagung (Zea Mays L.) Menggunakan Pendekatan Ekologi Spasial di Kabupaten Jeneponto. *Jambura Geoscience Review*, 2(2), 69–77. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v2i2.4773>
- Kmet, R., Dvorak, Z., & Kvet, M. (2019). Map of Traffic Accidents. *Transportation Research Procedia*, 40, 1418–1425. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.196>
- Latifah, L. L., Hudjimartsu, S. A., & Yanuarsyah, I. (2022). Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan Cluster Analysis di Kota Bogor Berbasis Webgis. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 8(2). <https://doi.org/10.33197/jitter.vol8.iss2.2022.760>
- Manik, M. A., Rindengan, Y. D. Y., & Lumenta, A. S. M. (2018). Sistem Informasi Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Manado Berbasis Android. *Jurnal Teknik Informatika*, 13(3), 1-7. <https://doi.org/10.35793/jti.13.3.2018.28076>
- Samsudin, I. (2020). Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Pada Ruas Jalan Ir. H. Alala Kota Kendari Ditinjau Dari Prasarana dan Geometrik Jalan. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(1), 59–66. <https://doi.org/10.25104/jptd.v21i1.1166>
- Satria, R. (2020). *Spatial Analysis of Traffic Accidents using GIS: The Case of Banda Aceh, Indonesia* (PhD Thesis, [Madrid Spain]: Universidad Politécnica de Madrid). <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.62778>
- Stephane, I., Saputra, H., & Jelita, S. (2018). Sistem Informasi Geografis Titik Rawan Kecelakaan Daerah Sumatera Barat Berbasis Web. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(2), 225-231. <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i2.312.225-231>
- Topçuoğlu, B., Memişoğlu Baykal, T., & Tuydes Yaman, H. (2022). Speed-Related Traffic Accident Analysis Using Gis-Based Dbscan and Nnh Clustering. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLVIII-4/W1-2022, 487–494. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-4-W1-2022-487-2022>

- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009. Tentang Lalu Lintas Jalan Raya.
- Vernanda, A. A., Faisol, A., & Vendyansyah, N. (2021). Penerapan Metode K-Means Clustering untuk Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Malang Berbasis Website. *Jati (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(2), 836–844.
<https://doi.org/10.36040/Jati.V5i2.3791>
- Vitianingsih, A. V., & Cahyono, D. (2016). Geographical Information System for Mapping Accident-Prone Roads and Development of New Road Using Multi-Attribute Utility Method. In *2016 2nd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST)*, 66–70.
<https://doi.org/10.1109/ICSTC.2016.7877349>
- Watrianthos, R., Kurniawan, M. B., Budiman, S., & Ulya, B. (2020). Mapping of Traffic Accidents in Labuhanbatu Regency Using GIS Support. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1566(1), 012104.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1566/1/012104>
- Wibowo, A. (2021). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Kabupaten Kuantan Singingi. *Jurnal Perencanaan, Sains dan Teknologi (JUPERSATEK)*, 4(1), 9-18.
- Wijaya, P. I., Sari, R. P., & Febriyanto, F. (2022). Sistem Informasi Geografis Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Berbasis Web di Kota Pontianak. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 10(01), 71-81.
<https://dx.doi.org/10.26418/coding.v10i01.52717>
- World Health Organization [WHO]. (2011). *Decade of Action for Road Safety*. Switzerland: Geneva.



Copyright (c) 2024 by the authors. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).