

FPIPS : 4770/UN40.A2.12/PT/2024

**ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI
KABUPATEN SUMEDANG DENGAN METODE *KERNEL DENSITY
ESTIMATION (KDE) DAN HOT SPOT ANALYSIS***

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Geografi Prodi Sains Informasi Geografi*



Disusun Oleh :
Endang Widiawati
2001573

**PRODI SAINS INFORMASI GEOGRAFI
FAKULTAS PENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN SOSIAL
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

HAK CIPTA

ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KABUPATEN SUMEDANG DENGAN METODE *KERNEL DENSITY ESTIMATION (KDE) DAN HOT SPOT ANALYSIS*

Disusun Oleh:
Endang Widiawati
2001573

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Geografi di Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial, Universitas Pendidikan Indonesia

© Hak cipta dilindungi Undang-Undang.

Skripsi ini tidak boleh di perbanyak sebagian atau seluruhnya, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

Endang Widiawati

2001573

**ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI
KABUPATEN SUMEDANG DENGAN METODE *KERNEL DENSITY
ESTIMATION (KDE) DAN HOT SPOT ANALYSIS***

Disetujui dan Disahkan Oleh:

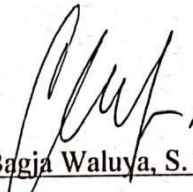
PEMBIMBING I



Dr. Lili Somantri, S. Pd., M. Si.

NIP. 19790226200501 1 008

PEMBIMBING II



Dr. Bagja Waluya, S. Pd., M. Pd.

NIP. 19721024 200112 1 001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Sains Informasi Geografi



Dr. Lili Somantri, S. Pd., M. Si.

NIP. 19790226200501 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KABUPATEN SUMEDANG DENGAN METODE *KERNEL DENSITY ESTIMATION* (KDE) DAN *HOT SPOT ANALYSIS*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika dan ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko dan sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain terhadap keaslian skripsi saya.

Bandung, September 2023

Penulis



Endang Widiawati

**ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI
KABUPATEN SUMEDANG DENGAN *METODE KERNEL DENSITY
ESTIMATION (KDE) DAN HOT SPOT ANALYSIS***

EndangWidiawati^{1*}, Lili Somantri², Bagja Waluya³

Program Studi Sains Informasi Geografi, Fakultas Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial
Universitas Pendidikan Indonesia

ABSTRAK

Secara geografis Kabupaten Sumedang terletak di bagian Timur Provinsi Jawa Barat. Kabupaten Sumedang terdiri dari 26 kecamatan, 7 kelurahan. Kabupaten Sumedang setiap tahunnya memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang cukup tinggi. Kecelakaan lalu lintas dapat dijelaskan sebagai suatu insiden tak terduga dan tidak disengaja yang terjadi di jalan, melibatkan kendaraan atau bahkan tanpa melibatkan pemakai jalan lainnya sehingga mengakibatkan dampak yang mencakup kerugian manusia dan kerusakan materi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui informasi sebaran titik kecelakaan dan daerah yang paling sering terjadi kecelakaan dengan atribut yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa tanggal, jam kejadian, korban kecelakaan, fungsi jalan, sampai dengan kelas jalan. Metode yang digunakan yaitu *Kernel Density Estimation* untuk mendapatkan daerah rawan kecelakaan dengan melihat sering atau tidaknya terjadi kecelakaan dan pemodelan *Hot Spot* untuk mendapatkan urutan *Hot Spot* kecelakaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sekitar 1447 kecelakaan terjadi dari tahun 2018 sampai 2022 dan implementasi *Kernel Density* kecelakaan yang paling sering terjadi berada di ruas Jalan Pangeran Kornel Sumedang Selatan dengan hasil validasi volume lalu lintas pada hari kerja mencapai 92,22% dan hari pekan 94,70% adapun ruas Jalan Pangeran Sugih pada hari kerja mencapai 93,38% dan hari pekan 93,39% dengan *Hot Spot* yang dihasilkan berupa Zscore dengan rata-rata 0.43164.

KataKunci: Kecelakaan, *Kernel Density*, *Hot Spot Analysis*, Sumedang

**SPATIAL ANALYSIS OF TRAFFIC ACCIDENT IN SUMEDANG DISTRICT
USING THE KERNEL DENSITY ESTIMATION (KDE) AND HOT SPOT
ANALYSIS METHODS**

Endang Widiawati^{1*}, Lili Somantri², Bagja Waluya³

*Geographic Information Science Study Program, Faculty of Social Science Education
Universitas Pendidikan Indonesia*

ABSTRACT

Geographically, Sumedang Regency is situated in the eastern part of West Java Province, encompassing 26 sub-districts. Within the regency, there are 7 sub-districts. Despite its scenic location, Sumedang Regency faces a relatively high frequency of traffic accidents annually. A traffic accident is defined as an unforeseen and unintentional incident occurring on the road, involving vehicles, or even without the involvement of other road users, resulting in human casualties and material damage. The objective of this research is to investigate information pertaining to the spatial distribution of accident points and identify areas where accidents occur most frequently. The attributes considered in this study include the date, time of the incident, number of accident victims, road function, and road class. The methodology applied involves Kernel Density Estimation to identify accident-prone areas based on the frequency of accidents. Additionally, Hot Spot modeling is utilized to determine the sequence of accident Hot Spots. The research findings reveal that approximately 1447 accidents took place from 2018 to 2022. Through the implementation of Kernel Density, it was identified that the Jalan Pangeran Kornel South Sumedang section experienced the highest frequency of accidents. The validation results indicated that the traffic volume on weekdays reached 92.22%, and on weekends, it reached 94.70% for the Jalan Pangeran Sugih section. For weekdays, the traffic volume on the Jalan Pangeran Sugih section reached 93.38%, and on weekends, it was 93.39%. The resulting Hot Spot is represented by a Zscore with an average of 0.43164.

Keywords: *Accidents, Kernel Density, Hot Spot Analysis, Sumedang*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan terhadap kehadiran Allah SWT karena berkat limpahan karunia rahmat, rahman, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “ANALISIS SPASIAL KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS DI KABUPATEN SUMEDANG DENGAN METODE *KERNEL DENSITY ESTIMATION* (KDE) DAN *HOT SPOT ANALYSIS*”. Penelitian ini membahas bagaimana melakukan analisis spasial daerah dengan kepadatan kecelakaan lalu lintas terbanyak dan *hotspot* kecelakaan. Adapun maksud dan tujuan dari penulisan skripsi ini untuk memenuhi sebagian syarat untuk mengikuti sidang skripsi Program Studi Sains Informasi Geografi FPIPS UPI.

Perjalanan untuk menyelesaikan skripsi ini merupakan suatu perjuangan yang sulit diungkapkan dengan kata-kata. Namun, berkat bimbingan, doa, dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini berhasil diselesaikan dengan baik. Proses penulisan skripsi ini melibatkan waktu berbulan-bulan yang penuh dengan perjuangan dan pengorbanan. Meskipun begitu, penulis tetap menyadari bahwa mungkin terdapat beberapa kesalahan yang terjadi selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini. Dengan demikian, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna pengembangan pengetahuan dan kreativitas di masa depan. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat tidak hanya bagi penulis sendiri, tetapi juga untuk para peneliti dan pembaca yang akan datang.

Bandung, September 2023

Endang Widiawati

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur atas segala karunia milik Allah SWT yang maha agung yang telah memberikan kemudahan dan kekuatan bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tepat waktu. Dalam pelaksanaannya, penulis mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan yang begitu tulus dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis bermaksud untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada para pihak individu/kelompok yang menjadi jalan kemudahan dalam penyusunan skripsi ini yaitu:

1. Untuk Ayah Cecep dan Ibu Ecin, sebagai orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan emosional, saya ingin menyampaikan penghargaan yang tidak terhingga. Dukungan ini telah menjadi motivasi utama bagi saya untuk menyelesaikan skripsi hingga akhir. Saya merasa tidak akan pernah cukup hanya dengan ungkapan terima kasih, karena jasa dan dukungan yang telah diberikan kepada saya selama berkuliah di program studi Sains Informasi Geografi sangat berarti.
2. Dr. Lili Somantri, S. Pd., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan ketua program studi Sains Informasi Geografi yang telah memberikan banyak sekali dorongan serta saran dalam penyusunan skripsi ini. Senantiasa Memberikan dorongan, nasihat mengenai kehidupan, kemudahan, kritik dan saran mengenai hal – hal yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih atas semua waktu yang diberikan untuk membimbing penulis sampai dengan tahap ini.
3. Dr. Bagja Waluya, S.Pd., M. Pd, selaku dosen pembimbing kedua dan dosen program studi Pendidikan Geografi yang selalu memberikan saran dan masukan demi terwujudnya penelitian yang komprehensif dan sesuai kaidah keilmuan SaIG. Terima kasih atas semua waktu yang dihabiskan dalam proses bimbingan skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan skripsi dengan baik.
4. Dosen–dosen program studi Sains Informasi Geografi yang memberikan ilmu yang luar biasa selama perkuliahan baik di kelas maupun diluar kelas. Ilmu yang diberikan sungguh membantu menyelesaikan karya monumental penulis dalam bentuk skripsi ini.

5. Kepada Polres Sumedang dan Satuan Laka Lantas Sumedang yang turut berkontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada Lia Yuliawati, Wulan Sari Raya Agung, Wulan Assiamu Solikhah. Selaku partner sekaligus sahabat. Banyak terima kasih penulis ucapkan atas waktu yang dihabiskan untuk kebersamaan, memotivasi, memberi dukungan dalam bentuk apapun sehingga penulis menjadi bersemangat dalam menyelesaikan skripsi.
7. Kepada Elva Ni'matal Ummah, M. Fikri Irvansyah, Fiqhi Adha Alrisadi, Sheryl Chaitrina Avelia P, Riza Khorul Amri, M.Rifqi Naufal A, Nurul Fatimah, Elly Syahri, Lestari Danti, Qanita Raisya Meidina, Andara Aulia, Sri Sumiati, Nabila Shovina Putri, dan Alivio Windra. Selaku teman dan kaka angkatan dari awal perkuliahan yang terus memotivasi memberi dukungan dan semangat untuk terus berjuang bersama sampai akhir.
8. Kepada seluruh mahasiswa SaIG 2020 yang telah menjadi teman selama proses perkuliahan, mulai dari mokaku, perkuliahan, sampai dengan proses penyusunan skripsi.
9. Kepada Syukran Ridho Riyadi, S. Tr., Tra sebagai partner yang senantiasa menemani, membantu, memberi do'a dan dukungan dari awal sampai akhir perkuliahan.

Bandung, September 2023

Endang Widiawati

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat	6
1.5 Definisi Operasional	7
1.6 Struktur Organisasi Skripsi.....	8
1.7 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	21
2.1 Kecelakaan Lalu Lintas	21
2.1.1 Definisi Kecelakaan Lalu Lintas.....	21
2.1.2 Faktor-faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas.....	22
2.1.3 Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas.....	30
2.1.4 Jenis-jenis Kecelakaan Lalu Lintas.....	31
2.2 <i>Kernel Density Estimation (KDE)</i>	32
2.3 <i>Hot Spot Analysis</i>	34
2.4 Analisis Spasial dan SIG Untuk Kajian Kecelakaan Lalu Lintas.....	38
BAB III METODE PENELITIAN	42
3.1 Metode Penelitian	42
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	43
3.2.1 Lokasi Penelitian	43
3.2.2 Waktu Penelitian	45
3.3 Populasi dan Sampel	45
3.3.1 Populasi Penelitian	46
3.3.2 Sampel Penelitian	46
3.4 Variabel Penelitian	46
3.5 Alat dan Bahan	47
3.5.1 Alat Penelitian	47

3.5.2 Bahan Penelitian	47
3.6 Tahapan Penelitian.....	47
3.6.1 PraPenelitian.....	47
3.6.2 Pelaksanaan Penelitian.....	48
3.6.3 PascaPenelitian	49
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	50
3.8 Teknik Analisis Data	51
3.8.1 Analisis Data Spasial Sebaran Titik Kecelakaan Melalui SIG	51
3.8.2 Analisis Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Menurut <i>KDE</i>	53
3.8.3 Analisis Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Menurut Analisis <i>Hot Spot Analysis Getis-Ord G*</i>	54
3.9 Diagram Alir Penelitian	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	57
4.1.1 Letak dan Luas Kabupaten Sumedang	57
4.1.2 Kondisi Fisik Kabupaten Sumedang	60
4.1.3 Kondisi Sosial Kabupaten Sumedang.....	62
4.2 Hasil Temuan.....	64
4.2.1 Titik Sebaran Kecelakaan Lalu Lintas	64
4.2.2 Kepadatan kecelakaan lalu lintas dengan KDE.....	76
4.2.3 Pemodelan <i>Hot Spot Analysis</i> kecelakaan	89
4.3 Pembahasan	93
4.3.1 Titik Sebaran Kecelakaan Lalu Lintas	93
4.3.2 Kepadatan kecelakaan lalu lintas dengan KDE	95
4.3.3 Pemodelan <i>Hot Spot Analysis</i> kecelakaan	102
BAB V KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	104
5.1 Kesimpulan	104
5.2 Implikasi.....	104
5.3 Rekomendasi	105
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN.....	xxii

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu.....	10
Tabel 2.3 Tingkat Kecelakaan.....	30
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	45
Tabel 3.2 Variabel Penelitian.....	47
Tabel 3.3 Alat Penelitian	47
Tabel 3.4 Bahan Penelitian	48
Tabel 4.1 Luas Administratif.....	58
Tabel 4.2 Jumlah Penduduk	62
Tabel 4.3 Titik Koordinat Kecelakaan 2018.....	66
Tabel 4.4 Titik Koordinat Kecelakaan 2019.....	68
Tabel 4.5 Titik Koordinat Kecelakaan 2020.....	70
Tabel 4.6 Titik Koordinat Kecelakaan 2021	72
Tabel 4.7 Titik Koordinat Kecelakaan 2012	74
Tabel 4.8 Kecelakaan di Setiap Ruas Jalan.....	77
Tabel 4.9 Jumlah Kecelakaan.....	94
Tabel 4.10 Persentase Volume Jl. Pangeran Kornel Ruas I.....	96
Tabel 4.11 Persentase Volume Jl. Pangeran Kornel Ruas II.....	96
Tabel 4.12 Persentase Volume Jl. Pangeran Kornel Ruas I.....	97
Tabel 4.13 Persentase Volume Jl. Pangeran Kornel Ruas II	98
Tabel 4.14 Persentase Volume Jl. Pangeran Sugih Ruas I.....	99
Tabel 4.15 Persentase Volume Jl. Pangeran Sugih Ruas II	100
Tabel 4.16 Persentase Volume Jl. Pangeran Sugih Ruas I.....	101
Tabel 4.17 Persentase Volume Jl. Pangeran Sugih Ruas II	102
Tabel 4.18 Kecepatan Lalu Lintas di Area <i>Hot Spot</i>	103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Komponen Lalu Lintas	21
Gambar 2.2 Estimasi Kepadatan Titik Data	33
Gambar 2.3 Perbandingansifat-sifat jaringan biasa	37
Gambar 2.4 Kisi Hexagonal Multi-Resolusi	38
Gambar 2.5 Aspek-aspek dalamdefinisi Sistem Informasi Geografi	39
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	44
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	56
Gambar 4.1 Peta Batas Administrasi	59
Gambar 4.2 Peta Kemiringan Lereng.....	61
Gambar 4.3 Peta Kepadatan Penduduk	63
Gambar 4.4 Peta Kecelakaan 2018-2022	65
Gambar 4.5 Peta Kecelakaan 2018.....	67
Gambar 4.6 Peta Kecelakaan 2019.....	69
Gambar 4.7 Peta Kecelakaan 2020.....	71
Gambar 4.8 Peta Kecelakaan 2021	73
Gambar 4.9 Peta Kecelakaan 2022.....	75
Gambar 4.10 Grafik 2018-2022.....	76
Gambar 4.11 Jl. Pangeran Kornel.....	77
Gambar 4.12 Jl. Pangeran Sugih	77
Gambar 4.13 Peta Kepadatan Kecelakaan.....	78
Gambar 4.14 Grafik Kasus Kecelakaan 2018	79
Gambar 4.15 Peta Kepadatan Kecelakaan 2018	80
Gambar 4.16 Grafik Kasus Kecelakaan 2019	81
Gambar 4.17 Peta Kepadatan Kecelakaan 2019	82
Gambar 4.18 Grafik Kasus Kecelakaan 2020	83
Gambar 4.19 Peta Kepadatan Kecelakaan 2020	84
Gambar 4.20 Grafik Kasus Kecelakaan 2021	85
Gambar 4.21 Peta Kepadatan Kecelakaan 2021	86
Gambar 4.22 Grafik Kasus Kecelakaan 2022	87

Gambar 4.23 Peta Kepadatan Kecelakaan 2022	88
Gambar 4.24 Peta <i>Hot Spot</i> Kecelakaan.....	92
Gambar 4.25 Polsek Sumedang Selatan	93
Gambar 4.26 Rekapulasi Data	94
Gambar 4.27 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Kornel Ruas I.....	95
Gambar 4.28 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Kornel Ruas II	96
Gambar 4.29 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Kornel Ruas I.....	97
Gambar 4.30 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Kornel Ruas II	98
Gambar 4.31 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Sugih Ruas I	99
Gambar 4.32 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Sugih Ruas II	100
Gambar 4.33 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Sugih Ruas I	101
Gambar 4.34 Fluktuasi Volume Kendaraan Jl. Pangeran Sugih Ruas II	102
Gambar 4.35 Distribusi GiZScore	103
Gambar 4.36 Distribusi GiPValue	103

DAFTAR PUSTAKA

- Abou Zeidan, T. M., & Rempel, M. (2023). GeoHexViz: A Python package for the visualizing hexagonally binned geospatial data. *Journal of Open Source Software*, 8(82), 5073.
- Adawiyah, R., Rahmatullah, R., & Surya, A. (2021). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Ruas Jalan Km 10-Km 17 Gambut). *Jurnal Teknologi Berkelanjutan*, 10(01), 16-21.
- Agung, D., & Pratiwi, A. D. (2022). Peningkatan Kesadaran Hukum Masyarakat ORT. 013/RW. 01 Kelurahan Banta-Bantaeng sebagai Upaya Preventif terhadap Kecelakaan Lalu Lintas. *Beru'-beru': Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1), 59-63.
- Arumsari, N. D., Nugraha, A. L., & Awaluddin, M. (2016). Pemodelan daerah rawan kecelakaan dengan menggunakan cluster analysis (Studi kasus: Kabupaten Boyolali). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 174-183.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Sumedang.(2023).
- Beresnev, A., Semenov, A., & Panidi, E. (2022). Hexagonal grids applied to clustering locations in web maps. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 43, 435-440.
- Chen, Y. C. (2017). A tutorial on kernel density estimation and recent advances. *Biostatistics & Epidemiology*, 1(1), 161-187.
- Enggarsasi, U., & Sa'diyah, N. K. (2017). Kajian terhadap faktor-faktor penyebab kecelakaan lalu lintas dalam upaya perbaikan pencegahan kecelakaan lalu lintas. *Perspektif*, 22(3), 238-247.
- Fadli, A., Sugiyanto, G., & Zulfa, M. I. (2020). Upaya Mereduksi Jumlah Kecelakaan Lalu Lintas Melalui Penggunaan Sistem Informasi Geografis. *Warta LPM*, 23(2), 115-128.
- Fitriah, W. W., Mashuri, M., & Irhamah, I. (2012). Faktor-Faktor yang mempengaruhi keparahan korban Kecelakaan lalu lintas di kota Surabaya dengan pendekatan bagging regresi logistik ordinal. *Jurnal sains dan seni ITS*, 1(1), D253-D258.

- Gigy, D. P. D., Setyobudi, A., & Tira, D. S. (2020). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Risiko Kecelakaan Lalu Lintas Pada Siswa Sekolah Menengah Atas (Sma) Di Kota Kupang Tahun 2019:(Studi kasus pada Sekolah Menengah Atas Negeri 3 dan 7 serta Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 2 Kota Kupang). *Jurnal Pangan Gizi dan Kesehatan*, 9(2), 1091-1099.
- Hazaymeh, K., Almagbile, A., & Alomari, A. H. (2022). Spatiotemporal analysis of traffic accidents hotspots based on geospatial techniques. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(4), 260.
- Herlinda, A., & Riyati, T. T. (2020). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN WILAYAH KOTA BANDA ACEH. *JOURNAL OF INFORMATICS AND COMPUTER SCIENCE*, 6(1).
- Hidayat, A. W., & Utami, S. R. L. (2020). Analisis Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Di Kota Semarang. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 5(1), 28-35.
- Imtihan, K., & Fahmi, H. (2020). Analisis Dan Perancangan Sistem Informasi Daerah Rawan Kecelakaan Dengan Menggunakan Geographic Information Systems (GIS). *Jurnal Manajemen Informatika dan Sistem Informasi*, 3(1), 16-23.
- Jana, M., & Sar, N. (2016). Modeling of hotspot detection using cluster outlier analysis and Getis-Ord G_i^* statistic of educational development in upper-primary level, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-10.
- Jauhari, A. (2020). Pemanfaatan SIG untuk Pemetaan Kawasan Produksi Komoditas Unggulan Tanaman Pangan di Kabupaten Pacitan. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan)*, 4(3), 154-171.
- Jones, M. C. (1989). Discretized and interpolated kernel density estimates. *Journal of the American Statistical Association*, 84(407), 733-741.
- Kalinic, M., & Krisp, J. M. (2018, June). Kernel density estimation (KDE) vs. hot-spot analysis—detecting criminal hot spots in the City of San Francisco.

In Proceeding of the 21 Conference on Geo-Information Science.

- Kang, S. J. (2018). *Advances in the Modeling of Heavy-tailed Distributions* (Doctoral dissertation, The University of Western Ontario (Canada)).
- Kasus: Kecelakaan Lalu Lintas di Sleman, Yogyakarta Tahun 2016- 2017).
- Kim, J., & Scott, C. D. (2012). Robust kernel density estimation. *The Journal of Machine Learning Research*, 13(1), 2529-2565.
- 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).
- Lili Somantri (2022). *Metode Penelitian Sains Informasi Geografi*. Jendela Hasanah.
- Maesaroh, S. (2019). *Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Tahun 2017 Dengan Cluster Analysis (Studi Kasus: Kabupaten Pati)* (Doctoral dissertation, ITN Malang).
- Mainolo, W. Y. (2017). *Karakteristik Kecelakaan dan Inspeksi Keselamatan Jalan Di Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta (Studi Kasus: Ruas Jalan Godean Km 3–Km 12)*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Manepalli, U. R., Bham, G. H., & Kandada, S. (2011, September). Evaluation of hotspots identification using kernel density estimation (K) and Getis-Ord (Gi*) on I-630. In *3rd International Conference on Road Safety and Simulation* (Vol. 21, pp. 14-16). Indianapolis Indiana, United States: National Academy of Sciences.
- Montella, A. (2010). A comparative analysis of hotspot identification methods. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 571-581.
- Nanda, I. G. R. A. G., Kusdiby, K., & Supriyanto, S. (2022). ANALISIS FAKTOR HUMAN ERROR, HEWAN, CUACA DAN RAMBU- RAMBU LALU LINTAS TERHADAP TERJADINYA KECELAKAAN LALU-LINTAS PADA JALAN RAYA

DENPASAR-GILIMANUK KABUPATEN JEMBRANA BALI.
Jurnal Ekonomi, Bisnis dan Manajemen, 1(1), 1-10.

- Nirwansyah, A. W. (2017). Dasar Sistem Informasi Geografi dan Aplikasinya Menggunakan ARCGIS 9.3. Deepublish.
- O'Brien, T. A., Kashinath, K., Cavanaugh, N. R., Collins, W. D., & O'Brien, J. P. (2016). A fast and objective multidimensional kernel density estimation method: fastKDE. *Computational Statistics & Data Analysis*, 101, 148-160.
- Pandey, S. V., & Lalamentik, L. (2014). Kelas jalan daerah untuk angkutan barang. *Tekno*, 12(60).
- Perrina, M. G. (2021). Literature Review Sistem Informasi Geografis (SIG). *Journal of Information Technology and Computer Science (JOINTECOMS)*.
- Pradipta, A. D. R., Awaluddin, M., & Nugraha, A. L. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Di Kota Semarang Dengan Menggunakan Metode Cluster Analysis (Studi Kasus: Kecamatan Banyumanik Dan Tembalang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(4), 185-194.
- Puspitasari, D., Syaifudin, Y. W., & Nofyandi, R. D. (2019). Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Menggunakan Metode Fuzzy C-Means. *Jurnal Informatika Polinema*, 5(2), 90-95.
- Putra, H. A., Hariyani, I. P., & Akbar, R. R. (2022). Gambaran pola luka pada kasus kecelakaan lalu lintas di RSUD Mayjen HA Thalib Kerinci periode 2018-2019. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan: Publikasi Ilmiah Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 9(2), 207-212.
- Rahmat Brilliant, C. T. I., & Gafar, A. A. (2017). Implementasi K-Means Clustering Pada RapidMiner Untuk Analisis Daerah Rawan Kecelakaan. In *Jurnal Sains dan Informatika*, Paper yang dipresentasikan pada Seminar Nasional Riset Kuantitatif Terapan. Kendari: Universitas Halu Oleo.
- Sahti, A. (2019). Penerapan Konsep Restorative Justice dalam Penyelesaian Perkara Kecelakaan Lalu Lintas. *AKTUALITA*, 2(2), 615-642.
- Sakhare, A. V., & Kasbe, P. S. (2017, March). A review on road accident data

- analysis using data mining techniques. In 2017 International Conference on Innovations in Information, Embedded and Communication Systems (ICIIECS) (pp. 1-5). IEEE.
- Saputra, A. D. (2018). Studi Tingkat Kecelakaan Lalu Lintas Jalan di Indonesia Berdasarkan Data KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi) dari Tahun 2007-2016. *Warta Penelitian Perhubungan*, 29(2), 179-190.
- Sartavie, R. I. A., Noviandi, N., Cahyo, A. A. D., & Anwar, S. (2022). IMPLEMENTASI KERNEL DENSITY PADA ANALISA DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS PROVINSI DKI JAKARTA. *Jurnal Ilmiah Informatika Komputer*, 27(2), 159-168.
- Songchitruksa, P., & Zeng, X. (2010). Getis-Ord spatial statistics to identify hot spots by using incident management data. *Transportation research record*, 2165(1), 42-51.
- Sriastuti, D. A. N. (2019). Pengembangan Sistem Informasi Kecelakaan Melalui Upaya Keselamatan Jalan Sebagai Implementasi Efisiensi Manajemen Lalu Lintas. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 8(1), 70-81.
- Srikanth, L., & Srikanth, I. (2020, January). A case study on kernel density estimation and hotspot analysis methods in traffic safety management. In *2020 international conference on communication systems & networks (COMSNETS)* (pp. 99-104). IEEE.
- Sugiyanto, G., & Fadli, A. (2017). Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Black Spot) di Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 19(2), 128-135.
- Sujati, B. (2019). Penegakan Hukum Polres Sumedang dalam Menangani Perkara Kecelakaan Lalu Lintas di tinjau dari Pasal 235 UU No 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. *Al-Qisthu: Jurnal Kajian Ilmu-Ilmu Hukum*, 17(2).
- Surbakti, C., Sudarsono, B., & Wahyuddin, Y. (2021). Implementasi Metode Cluster Analysis Dalam Analisis Daerah Rawan kecelakaan Di Kecamatan Semarang Utara. *Jurnal Geodesi UNDIP*, 10(3), 1-10.

- Susianto, D., & Guntoro, R. A. (2017). Rancang Bangun Sistem Informasi Geografis Daerah Titik Rawan Kecelakaan Di Provinsi Lampung. *Jurnal Cendikia*, 15(2 Oktober), 19-25.
- Syahriza, M. (2019). Kecelakaan Lalulintas: Perlukah Mendapatkan Perhatian Khusus?. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 5(2), 89-101.
- Syaputra, I. (2018). KLASIFIKASI KEJADIAN KECELAKAAN LALU LINTAS BERDASARKAN LUKA KORBAN DENGAN METODE SUPPORT VECTOR MACHINE POLYNOMIAL SMOTE (Studi Kasus: Kecelakaan Lalu Lintas di Sleman, Yogyakarta Tahun 2016-2017).
- Utomo, N. (2019). Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Segmen Jalan By-Pass Krian–Balongbendo (KM. 26+ 000–KM. 44+ 520). *Kern: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2).
- UUNomor22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan.
- 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.
- Vitianingsih, A. V., & Cahyono, D. (2016, October). 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)* (pp. 66-70). IEEE.
- Wandra, M. H., & Fadhli, M. (2021). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA SPASIAL PENENTUAN DAERAH RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS (STUDI KASUS: KOTA PEKANBARU). *ABEC Indonesia*, 9, 67-78.
- Węglarczyk, S. (2018). Kernel density estimation and its application. In *ITM web of conferences* (Vol. 23, p. 00037). EDP Sciences.
- World Health Organization (WHO)*.
- Xie, Z., & Yan, J. (2008). Kernel density estimation of traffic accidents in a

- network space. *Computers, environment and urban systems*, 32(5), 396-406.
- Yu, H., Liu, P., Chen, J., & Wang, H. (2014). Comparative analysis of the spatial analysis methods for hotspot identification. *Accident Analysis & Prevention*, 66, 80-88.
- Zaini, A. K., & Alqodri, M. (2022). Analysis of Black Spot and Black Site the Highway in Tenayan Raya Pekanbaru City. *Jurnal Teknik Sipil Institut Teknologi Padang*, 9(2), 5-5.
- Zanuardi, A., & Suprayitno, H. (2018). Analisa karakteristik kecelakaan lalu lintas di jalan ahmad yani surabaya melalui pendekatan knowledge discovery in database. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 2(1).
- Zulfikri, M., Yudhaningtyas, E., & Rahmadwati, R. (2019). RETRACTED: Sistem Penegakan Speed Bump Berdasarkan Kecepatan Kendaraan yang Diklasifikasikan Haar Cascade Classifier. *Techno. Com*, 18(2), 97-109.