



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**IDENTIFIKASI TINGKAT RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS
MENGUNAKAN METODE *KERNEL DENSITY* DAN *K-MEDOIDS***

Studi Kasus: Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman

TUGAS AKHIR

AFIFAH ZAFIRAH SIREGAR

21110118130061

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
JANUARI 2023**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**IDENTIFIKASI TINGKAT RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS
MENGUNAKAN METODE *KERNEL DENSITY* DAN *K-MEDOIDS***

Studi Kasus: Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana (Strata – 1)

AFIFAH ZAFIRAH SIREGAR

21110118130061

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**


**SEMARANG
JANUARI 2023**

HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar

NAMA : AFIFAH ZAFIRAH SIREGAR

NIM : 21110118130061

Tanda Tangan : 

Tanggal : 18 Oktober 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir ini diajukan oleh:

NAMA : AFIFAH ZAFIRAH SIREGAR

NIM : 21110118130061

Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI


Judul Skripsi :


IDENTIFIKASI TINGKAT RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS MENGUNAKAN METODE *KERNEL DENSITY* DAN *K-MEDOIDS*

Studi Kasus: Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman


Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/ S1 pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Moehammad Awaluddin, S.T., M.T. ()

Pembimbing 2 : Dr. Yasser Wahyuddin, S.T., M.T., M.Sc. ()

Penguji 1 : Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T. ()

Penguji 2 : Abdi Sukmono, S.T., M.T. ()

Semarang, 08 November 2022

Ketua Departemen Teknik
Geodesi
Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro



Dr. Yudo Prasetyo, S.T., M.T.
NIP. 197904232006041001

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Dia akan membukakan jalan keluar baginya dan memberinya rezeki dari jalan yang tidak ia sangka. Dan barang siapa yang bertawakal kepada Allah maka cukuplah Allah baginya. Sesungguhnya Allah melaksanakan kehendak-Nya. Sesungguhnya Allah telah mengadakan ketentuan bagi setiap sesuatu.”

– QS. At-Talaq ayat 2-3

Tugas akhir ini penulis persembahkan kepada kedua orangtua atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti diberikan kepada penulis serta seluruh orang yang mendukung sehingga penulis bisa bertahan sampai di titik ini.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan segala hambatan yang ada. Tugas akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dari banyak pihak. Tanpa bantuan dan bimbingan yang telah diberikan, tugas akhir ini tidak akan menghasilkan hasil yang seperti diharapkan. Penulis tidak mungkin dapat menyebutkan semuanya, namun dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
2. Bapak Moehammad Awaluddin, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini serta dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama proses perkuliahan di Teknik Geodesi.
3. Bapak Dr. Yasser Wahyuddin, ST., MT., M.Sc., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Bapak Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T. dan Bapak Abdi Sukmono, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen Departemen Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan saran selama mengikuti proses perkuliahan di Teknik Geodesi.
6. Seluruh Staff Tata Usaha Teknik Geodesi Universitas Diponegoro yang selalu membantu penulis dalam segala urusan administrasi dan kemahasiswaan.
7. Seluruh pihak instansi dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang (DPTR) Kabupaten Sleman dan Kepolisian Kabupaten Sleman yang telah membantu penulis dalam perolehan data penelitian tugas akhir.
8. Orangtua dan keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan dengan menanyakan kabar, nasihat, doa dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.

9. Diri saya sendiri yang sudah berusaha bertahan hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Christman Surbakti yang selalu membantu, membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan tugas akhir ini.
11. Zezen Setiawan yang selalu membantu, membimbing, memberikan arahan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
12. Agantry Purba, Vira Febianti dan Devi Nilam Sari yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
13. Teman-teman dari Para Pengabdian Laprak yang beranggotakan Ajeng Roro Setiowati, Ekha Rachmawati, Eliya Nur Faizah, Nur Izah Jannah Rofi'i, Novita Putri Dian Pertiwi dan Rihadatul Aisy yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
14. Teman-teman LITBANG 2018 yang beranggotakan Muhammad Aditya Henla dan Zaidan Dzulfathi Sasongko yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
15. Keluarga besar Batak Geodesi (BAGEOD) yang sudah menjadi keluarga pertama selama di Semarang.
16. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual serta membantu kelancaran dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang penulis dalami.

Semarang, 08 November 2022

Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : AFIFAH ZAFIRAH SIREGAR
NIM : 21110118130061
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Noneeksklusif Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**IDENTIFIKASI TINGKAT RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS
MENGUNAKAN METODE *KERNEL DENSITY* DAN *K-MEDOIDS***

Studi Kasus: Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada Tanggal : 08 November 2022

Yang menyatakan



Afifah Zafirah Siregar

ABSTRAK

Kecelakaan bisa terjadi tanpa disengaja, tidak terduga, kapan saja maupun di mana saja, terlepas dari apa kendaraannya atau keterlibatan pengguna jalan lainnya. Kecelakaan juga dapat menyebabkan cedera ringan, serius dan bahkan fatal. Permasalahan umum di berbagai tempat di Indonesia adalah terjadinya kecelakaan dengan perbedaan waktu dan faktor penyebab kecelakaannya. Hal ini dapat membuat lebih sulit untuk mengidentifikasi daerah di mana kecelakaan lalu lintas terjadi. Salah satu alat analisis yang bisa digunakan untuk membantu, mengurai, mengidentifikasi dan memetakan permasalahan kecelakaan lalu lintas di suatu wilayah adalah sistem informasi geografis. Dalam penelitian ini, identifikasi tingkat rawan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan dilakukan dengan teknik *clustering* yaitu *Kernel Density* dan *K-Medoids*. Metode *Kernel Density* dioptimalkan untuk menganalisa kerapatan titik terjadinya kecelakaan lalu lintas untuk menentukan tingkat kerawanan dengan berdasarkan jumlah kejadian di titik lokasi kecelakaan berdasarkan segmen jalan menggunakan sistem zonasi dengan jarak 500 dan 1000 meter. Sedangkan penggunaan algoritma *K-Medoids* berguna untuk menentukan jumlah kejadian di setiap pembagian segmen jalan yang dapat memperoleh hasil tingkat kerawanan. Dari penelitian ini diperoleh 430 kejadian kecelakaan lalu lintas pada tahun 2018, 418 kejadian pada tahun 2019, 293 kejadian pada tahun 2020 dan 474 kejadian pada tahun 2021. Dalam pembagian segmen jalan di Kecamatan Depok dan Kalasan terdapat 295 ruas jalan pada segmen jalan 0-500 meter dan 162 ruas jalan pada segmen jalan 0-1000 meter. Hasil penelitian berdasarkan jumlah kejadian menunjukkan bahwa tingkat kerawanan tertinggi kecelakaan lalu lintas banyak terjadi di jalan arteri yaitu di Jalan Pakem-Prambanan dan perbandingan dari kedua metode terdapat perbedaan selisih presentase sebesar $\leq 10\%$ untuk tingkat klasifikasi rawan kecelakaan lalu lintas. Klasifikasi untuk tingkat rawan kecelakaan lalu lintas akan dibagi menjadi 3 kelas yaitu rendah, sedang dan tinggi.

Kata Kunci: Kecelakaan Lalu Lintas, *Kernel Density*, *K-Medoids*, Segmen Jalan, SIG

ABSTRACT

Accidents can happen accidentally, unexpectedly, anytime or anywhere, regardless of the vehicle or the involvement of other road users. Accidents can also cause minor, serious and even fatal injuries. A common problem in various places in Indonesia is the occurrence of accidents with time differences and the factors causing the accident. This can make it more difficult to identify the area where the traffic accident occurred. One of the analytical tools that can be used to help, parse, identify and map traffic accident problems in an area is a geographic information system. In this study, identification of the level of traffic accident-prone in Depok and Kalasan was carried out using clustering techniques, namely Kernel Density and K-Medoids. The Kernel Density method is optimized to analyze the density of traffic accident points to determine the level of vulnerability based on the number of incidents at the accident location points based on road segments using a zoning system with a distance of 500 and 1000 meters. While the use of the K-Medoids algorithm is useful for determining the number of events in each division of the road segment that can obtain the results of the level of vulnerability. From this study, there were 430 traffic accidents in 2018, 418 incidents in 2019, 293 incidents in 2020 and 474 incidents in 2021. In the division of road segments in Depok and Kalasan sub-districts there are 295 roads in the 0-500 road segment, meters and 162 roads in the 0-1000 meter road segment. The results of the study based on the number of events showed that the highest level of traffic accident vulnerability occurred on arterial roads, namely on Jalan Pakem-Prambanan and a comparison of the two methods there was a difference in percentage difference of $\leq 10\%$ for the level of classification prone to traffic accidents. Classification for the level of traffic accident prone will be divided into 3 classes, namely low, medium and high.

Keywords: Traffic Accident, Kernel Density, K-Medoids, Road Segment, GIS

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	4
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	4
I.3.1 Tujuan Penelitian.....	4
I.3.2 Manfaat Penelitian.....	4
I.4 Batasan Penelitian.....	5
I.5 Metodologi Penelitian.....	6
I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
II.1 Penelitian Terdahulu.....	8
II.2 Lalu Lintas.....	13
II.3 Kecelakaan Lalu Lintas	13
II.3.1 Klasifikasi Kecelakaan Lalu Lintas	14
II.3.2 Area Rawan Kecelakaan Lalu Lintas	15
II.4 Klasifikasi Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas	16
II.5 Klasifikasi Jalan.....	17
II.6 Sistem Informasi Geografis	19
II.6.1 Subsistem Sistem Informasi Geografis.....	20
II.6.2 Komponen Sistem Informasi Geografis	20

II.6.3 Manfaat Sistem Informasi Geografis.....	21
II.7 <i>Clustering</i>	22
II.8 <i>K-Medoids Clustering</i>	23
II.9 <i>Kernel Density</i>	24
II.10 Penentuan Sampel.....	25
II.11 Metode Kartometrik	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	27
III.1 Gambaran Umum Area Studi	27
III.2 Alat dan Bahan Penelitian	30
III.2.1 Alat	30
III.2.2 Bahan.....	30
III.3 Diagram Alir Penelitian.....	30
III.4 Tahapan Penelitian.....	31
III.4.1 Tahapan Persiapan.....	31
III.4.2 Tahapan Pengumpulan Data.....	32
III.4.3 Tahapan Pengolahan Data	32
III.4.4 Tahapan Analisis	33
III.4.5 Tahapan Pembuatan Hasil	34
III.5 Pelaksanaan Penelitian.....	34
III.5.1 Pengklasifikasian Data	34
III.5.2 Penentuan Koordinat Kejadian.....	39
III.5.3 Pembagian Segmen Jalan	41
III.5.4 Verifikasi Data Kecelakaan Lalu Lintas.....	42
III.5.5 Pengolahan Metode <i>Kernel Density</i>	43
III.5.6 Pengolahan Metode <i>K-Medoids</i>	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
IV.1 Pemetaan Jalan Berdasarkan Fungsi Jalan	56
IV.2 Pemetaan Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas	57
IV.3 Verifikasi Hasil Pemetaan Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas.....	58
IV.4 Pemetaan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan <i>Kernel Density</i>	59
IV.4.1 Segmen Jalan 0-500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	60
IV.4.2 Segmen Jalan 0-1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	68

IV.4.3	Segmen Jalan 0-500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	75
IV.4.4	Segmen Jalan 0-1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	83
IV.5	Pemetaan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan <i>K-Medoids</i>	90
IV.5.1	Segmen Jalan 0-500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	90
IV.5.2	Segmen Jalan 0-1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	98
IV.5.3	Segmen Jalan 0-500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	105
IV.5.4	Segmen Jalan 0-1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	112
IV.6	Perbandingan Metode <i>Kernel Density</i> dan <i>K-Medoids</i>	118
IV.6.1	Segmen Jalan 0-500 meter.....	118
IV.6.2	Segmen Jalan 0-1000 meter.....	121
IV.7	Segmen Jalan Tingkat Kerawanan Tinggi	124
IV.8	Pemetaan Kecelakaan Lalu Lintas Menggunakan <i>Kernel Density</i> Tanpa Segmen Jalan.....	124
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	127
V.1	Kesimpulan.....	127
V.2	Saran	129
	DAFTAR PUSTAKA	xx

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Ilustrasi <i>Clustering</i>	22
Gambar II-2 Ilustrasi <i>K-Medoids Clustering</i>	23
Gambar III-1 Kabupaten Sleman	27
Gambar III-2 Peta Administrasi Kabupaten Sleman.....	28
Gambar III-3 Peta Rencana Pola Ruang Kabupaten Sleman (Perda 13 Tahun 2021)	29
Gambar III-4 Peta Rencana Struktur Ruang Kabupaten Sleman (Perda 13 Tahun 2021)	29
Gambar III-5 Diagram Alir Penelitian	31
Gambar III-6 Tampilan awal aplikasi Google Earth Pro	39
Gambar III-7 Batas Administrasi Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman.....	40
Gambar III-8 Pengaturan Koordinat	40
Gambar III-9 Penentuan Titik Kejadian Kecelakaan Lalu Lintas.....	41
Gambar III-10 Tampilan Data di Aplikasi ArcGIS.....	43
Gambar III-11 Menghitung Jumlah Kecelakaan pada Tiap Segmen Jalan.....	44
Gambar III-12 Penentuan Klasifikasi Tiap Segmen Jalan	45
Gambar III-13 Hasil Akhir Metode <i>Kernel Density</i>	45
Gambar IV-1 Peta Fungsi Jalan di Kecamatan Depok dan Kalasan.....	56
Gambar IV-2 Persebaran Titik Kejadian Kecelakaan Kecamatan Depok dan Kalasan.....	57
Gambar IV-3 Jumlah Kecelakaan Tahun 2018-2021 di Kecamatan Depok dan Kalasan.....	58
Gambar IV-4 Titik Sampel Verifikasi.....	59
Gambar IV-5 Hasil <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	61
Gambar IV-6 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (4) dan Jalan Janti-Prambanan (8).....	62
Gambar IV-7 Hasil <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	63
Gambar IV-8 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (13) dan	64

Gambar IV-9 Hasil <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	65
Gambar IV-10 Hasil <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	67
Gambar IV-11 Keadaan Sekitar Jalan Padjajaran (7) dan Jalan Yogya-Janti (2).	68
Gambar IV-12 Hasil <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	69
Gambar IV-13 Hasil <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	71
Gambar IV-14 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (1).....	71
Gambar IV-15 Hasil <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	73
Gambar IV-16 Hasil <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	74
Gambar IV-17 Keadaan Sekitar Jalan Padjajaran (4).....	75
Gambar IV-18 Hasil <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	77
Gambar IV-19 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (5).....	78
Gambar IV-20 Hasil <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	79
Gambar IV-21 Hasil <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	80
Gambar IV-22 Keadaan Sekitar Jalan Padjajaran (8).....	81
Gambar IV-23 Hasil <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	82
Gambar IV-24 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (12).....	83
Gambar IV-25 Hasil <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	84
Gambar IV-26 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (2).....	85
Gambar IV-27 Hasil <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	86

Gambar IV-28 Hasil <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	88
Gambar IV-29 Hasil <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	89
Gambar IV-30 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (6).....	90
Gambar IV-31 Hasil <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	92
Gambar IV-32 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (15).....	93
Gambar IV-33 Hasil <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	94
Gambar IV-34 Hasil <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	96
Gambar IV-35 Hasil <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	97
Gambar IV-36 Keadaan Sekitar Jalan Janti-Prambanan (6).....	98
Gambar IV-37 Hasil <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	99
Gambar IV-38 Hasil <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	101
Gambar IV-39 Hasil <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	102
Gambar IV-40 Hasil <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	104
Gambar IV-41 Hasil <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	106
Gambar IV-42 Keadaan Sekitar Jalan Kota Yogya Janti (1) dan Jalan Kota Yogya Janti (3).....	107
Gambar IV-43 Hasil <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	108
Gambar IV-44 Hasil <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	109

Gambar IV-45 Hasil <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 500 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	111
Gambar IV-46 Hasil <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	113
Gambar IV-47 Hasil <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	115
Gambar IV-48 Hasil <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	116
Gambar IV-49 Hasil <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 1000 meter Berdasarkan Kondisi Korban.....	117
Gambar IV-50 Hasil <i>Kernel Density</i> 2018-2021 Tanpa Segmen Jalan	125
Gambar IV-51 Hasil <i>Kernel Density</i> dengan Hambatan Samping.....	126

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Jurnal ke-1.....	8
Tabel II-2 Jurnal ke-2.....	8
Tabel II-3 Jurnal ke-3.....	9
Tabel II-4 Jurnal ke-4.....	10
Tabel II-5 Jurnal ke-5.....	11
Tabel II-6 Jurnal ke-6.....	11
Tabel II-7 Kemampuan Kendaraan Berdasarkan Kelas Jalan.....	19
Tabel III-1 Beberapa Data Kecelakaan Lalu Lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan.....	34
Tabel III-2 Pembagian Segmen Jalan (500 m).....	41
Tabel III-3 Pembagian Segmen Jalan (1000 m).....	42
Tabel III-4 Data Kecelakaan Tahun 2018 Berdasarkan Faktor pada Jarak 500 m di Kecamatan Depok dan Kalasan	47
Tabel III-5 Data Kecelakaan Tahun 2018 berdasarkan Faktor pada Jarak 1000 m di Kecamatan Depok dan Kalasan	48
Tabel III-6 <i>Non-Medoid</i> Awal Tahun 2018 pada Jarak 500 m	49
Tabel III-7 <i>Non-Medoid</i> Awal Tahun 2018 pada Jarak 1000 m	49
Tabel III-8 Jarak Pusat Setiap <i>Non Medoids</i> Tahun 2018 pada Ruas Jalan 500 m	50
Tabel III-9 Jarak Pusat Setiap <i>Non Medoids</i> Tahun 2018 pada Ruas Jalan 1000 m	51
Tabel III-10 <i>Non-Medoid</i> Baru Tahun 2018 pada Jarak 500 m.....	51
Tabel III-11 <i>Non-Medoid</i> Baru Tahun 2018 pada Jarak 1000 m.....	52
Tabel III-12 Jarak Pusat Setiap <i>Non Medoids</i> Baru Tahun 2018 pada Ruas Jalan 500 m.....	52
Tabel III-13 Jarak Pusat Setiap <i>Non Medoids</i> Baru Tahun 2018 pada Ruas Jalan 1000 m.....	53
Tabel III-14 Hasil Akhir <i>Cluster</i> Tahun 2018 pada Jarak 500 m	54
Tabel III-15 Hasil Akhir <i>Cluster</i> Tahun 2018 pada Jarak 1000 m	54
Tabel IV-1 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	60

Tabel IV-2 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	63
Tabel IV-3 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	65
Tabel IV-4 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	66
Tabel IV-5 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	70
Tabel IV-6 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	70
Tabel IV-7 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	73
Tabel IV-8 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian.....	74
Tabel IV-9 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban	76
Tabel IV-10 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban	78
Tabel IV-11 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban	80
Tabel IV-12 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban	81
Tabel IV-13 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2018 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban	84
Tabel IV-14 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2019 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban	85
Tabel IV-15 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2020 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban	87
Tabel IV-16 Klasifikasi <i>Kernel Density</i> 2021 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban	88
Tabel IV-17 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	91

Tabel IV-18 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	93
Tabel IV-19 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	96
Tabel IV-20 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	97
Tabel IV-21 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	100
Tabel IV-22 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	100
Tabel IV-23 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	103
Tabel IV-24 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Jumlah Kejadian	103
Tabel IV-25 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	105
Tabel IV-26 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	107
Tabel IV-27 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	109
Tabel IV-28 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 500 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	110
Tabel IV-29 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2018 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	112
Tabel IV-30 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2019 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	114
Tabel IV-31 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2020 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	116
Tabel IV-32 Klasifikasi <i>K-Medoids</i> 2021 Pada Jarak 1000 m Berdasarkan Kondisi Korban.....	117

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kabupaten Sleman adalah kabupaten di Daerah Istimewa Yogyakarta yang ibukotanya berada di Kapanewon Sleman yang memiliki luas 57,493 hektar atau 574,93 kilometer persegi. Kabupaten Sleman memiliki kondisi geografis antara 110°33'00" - 110°13'00" Bujur Timur, 7°34'51" - 7°47'30" Lintang Selatan dan secara administratif terdiri atas 17 kecamatan, 86 desa dan 1212 dusun. Jumlah penduduk Kabupaten Sleman mengalami peningkatan setiap tahunnya. Dari data Statistik Kependudukan Daerah Istimewa Yogyakarta, jumlah penduduk di Kabupaten Sleman di periode Semester II 2021 berjumlah 1.089.109 jiwa. Peningkatan jumlah penduduk dapat menjadi salah satu penyebab meningkatnya kebutuhan kendaraan yang dapat mengakibatkan kecelakaan lalu lintas sehingga bisa mengalami trauma, cedera ataupun kematian.

Berdasarkan data yang diperoleh dari Polres Sleman, jumlah kasus kecelakaan lalu lintas pada tahun 2020 di Kabupaten Sleman mengalami penurunan dibandingkan dengan tahun sebelumnya, yaitu 1.646 kasus kecelakaan lalu lintas tahun 2018, 1.493 pada 2019 dan 1.399 di tahun 2020. Namun, kasus kecelakaan lalu lintas tahun 2021 mengalami peningkatan kembali yakni berjumlah 1.502 kasus dimana korban yang mengalami luka ringan berjumlah 1.819 korban dan meninggal dunia berjumlah 171 korban (InilahJogja.com, 2021). Upaya tetap harus dilakukan untuk menekan jumlah kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Sleman. Selama ini kantor polisi hanya mencatat data kecelakaan lalu lintas tanpa membuat visualisasi data ke dalam bentuk peta yang dapat berguna untuk dianalisis dan diidentifikasi lebih lanjut mengenai titik dan daerah dimana kecelakaan lalu lintas lebih mungkin terjadi.

Dari data Statistik Kependudukan Daerah Istimewa Yogyakarta Periode Semester II 2021, kecamatan terpadat di Kabupaten Sleman adalah Kecamatan Depok yang berjumlah 123.886 jiwa dan Kecamatan Kalasan merupakan kecamatan urutan kelima dengan jumlah penduduk 84.038 jiwa (DIY, 2021). Dikarenakan padatnya penduduk di dua kecamatan tersebut, tentu jumlah

masyarakat yang menggunakan kendaraan bermotor di Kecamatan Depok dan Kalasan juga berbanding lurus. Selain itu, Kecamatan Depok merupakan kawasan yang menjadi pusat kegiatan mahasiswa, tempat wisata dan juga terdapat bandara internasional, sedangkan Kecamatan Kalasan merupakan kawasan yang memiliki banyak sekali tempat wisata. Pada dua kecamatan tersebut juga terdapat jalur jalan raya Solo-Yogyakarta yang sering terjadi kecelakaan di jalur tersebut. Oleh karena itu, besar kemungkinan wilayah penelitian ini termasuk wilayah rawan kecelakaan.

Kecelakaan bisa terjadi tanpa disengaja, tidak terduga, kapan saja maupun di mana saja, terlepas dari apa kendaraannya atau keterlibatan pengguna jalan lainnya. Kecelakaan juga dapat menyebabkan cedera ringan, serius dan bahkan fatal. Korban kecelakaan pastinya membutuhkan pertolongan medis secepat mungkin agar bisa menyelamatkan nyawa korban. Permasalahan umum di berbagai tempat di Indonesia adalah terjadinya kecelakaan dengan perbedaan waktu dan faktor penyebab kecelakaannya. Hal ini dapat membuat lebih sulit untuk mengidentifikasi daerah di mana kecelakaan lalu lintas terjadi. Namun, banyak pihak yang membutuhkan informasi mengenai daerah rawan kecelakaan ini seperti pihak kepolisian lalu lintas, pemerintahan dan juga masyarakat.

Salah satu alat analisis yang bisa digunakan untuk membantu, mengurai, mengidentifikasi dan memetakan permasalahan kecelakaan lalu lintas di suatu wilayah adalah sistem informasi geografis. SIG adalah sistem komputerisasi yang dapat digunakan untuk menganalisis, menyimpan, dan mengumpulkan objek-objek yang letak geografisnya penting untuk dianalisis lebih lanjut (Wibowo, 2015). Analisis SIG memiliki dua kegunaan, yaitu analisis spasial dan atribut. Teknologi pemetaan berdasarkan sistem informasi geografis memiliki banyak kelebihan, salah satunya adalah SIG bermanfaat untuk mengintegrasikan dan menganalisis sebaran daerah kecelakaan berdasarkan segmen jalan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat berguna dalam membantu polisi menganalisis daerah yang berisiko kecelakaan di jalan. *Clustering* adalah suatu metode untuk mengelompokkan, menganalisis data dan merepresentasikan posisi sebaran data secara riil (Prasetyo, 2012). Dalam penelitian ini, teknik *clustering* yang digunakan adalah *Kernel Density* dan *K-Medoids*.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Masron (2018), metode *Kernel Density* memiliki kemampuan yang digunakan untuk menghitung tingkat kepadatan lokasi terjadinya kasus kecelakaan dan menganalisis wilayah rawan kecelakaan dengan cara menghitung padatnya kasus kecelakaan tertinggi dengan membandingkan suatu ruas jalan lokasi kecelakaan yang memiliki radius 500 meter dengan ruas jalan lain. Penelitian ini mengidentifikasi titik rawan kecelakaan di wilayah penelitiannya selama tiga tahun berturut-turut (Masron, 2018). Disisi lain, beberapa penelitian yang menggunakan metode *Kernel Density*, sebagai contoh penelitian Andini dan Arifin (2020) membuktikan bahwa kemampuan *K-Medoids* lebih baik karena tiap objek di suatu cluster dikelompokkan berdasarkan tingkat kemiripan yang tinggi. Penelitian tersebut juga membuktikan bahwa nilai validasi menggunakan algoritma *K-Medoids* lebih akurat jika mengelompokkan data daripada metode *K-Means*.

Berdasarkan dari penelitian terdahulu tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu metode *Kernel Density* dan *K-Medoids*. Kedua metode memiliki tujuan yang sama yaitu untuk menentukan tingkat rawan kecelakaan lalu lintas di setiap segmen jalan di Kecamatan Depok dan Kalasan. Metode *Kernel Density* dioptimalkan untuk menganalisa kerapatan titik terjadinya kecelakaan lalu lintas untuk menentukan tingkat kerawanan dengan berdasarkan jumlah kejadian di titik lokasi kecelakaan berdasarkan segmen jalan menggunakan sistem zonasi dengan jarak 500 dan 1000 meter. Sedangkan penggunaan algoritma *K-Medoids* berguna untuk menentukan jumlah kejadian di setiap pembagian segmen jalan yang dapat memperoleh hasil tingkat kerawanan. Penelitian dilakukan selama 4 tahun (2018, 2019, 2020 dan 2021) untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan lalu lintas berdasarkan tingkat kerawanannya agar hasil yang diperoleh lebih baik dan teliti. Hasil akhir dari penelitian yang akan dilakukan yaitu membuat visualisasi berbentuk peta rawan kecelakaan lalu lintas tiap tahun dengan dua variasi panjang ruas jalan yang berbeda di Kecamatan Depok dan Kecamatan Kalasan yang diharapkan dapat dimanfaatkan dan digunakan dengan baik oleh pihak kepolisian dan juga pemerintahan untuk meminimalisir terjadinya kasus kecelakaan lalu lintas di wilayah tersebut.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah yakni:

1. Bagaimana identifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan menggunakan metode *Kernel Density* dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m?
2. Bagaimana identifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan menggunakan metode *K-Medoids* dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m?
3. Bagaimana hasil dari perbandingan metode *Kernel Density* dan *K-Medoids* dalam mengidentifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

I.3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan diantaranya yaitu:

1. Mengidentifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan menggunakan metode *Kernel Density* dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m.
2. Mengidentifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kalasan menggunakan metode *K-Medoids* dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m.
3. Mengetahui hasil dari perbandingan metode *Kernel Density* dan *K-Medoids* dalam mengidentifikasi tingkat kerawanan kecelakaan lalu lintas di Kecamatan Depok dan Kecamatan Kalasan dengan panjang ruas jalan 500 dan 1000 m.

I.3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bisa dimanfaatkan oleh beberapa pihak yang membutuhkan yaitu seperti:

1. Manfaat bagi penulis
 - a. Studi ini bertujuan untuk memperoleh, membagi dan menambah wawasan tentang pemetaan kecelakaan lalu lintas dengan metode yang diterapkan.

- b. Penelitian ini dapat membantu penulis dalam menyelesaikan masalah yang terdapat di wilayah penelitian dengan cara melakukan identifikasi permasalahan sesuai dengan keilmuan yang diterapkan.
2. Manfaat bagi pemerintah dan pihak kepolisian
 - a. Penelitian ini dapat membantu pihak pemerintahan untuk meningkatkan sarana prasarana yang terdapat di jalan.
 - b. Penelitian ini dapat membantu pihak kepolisian dengan memberikan informasi mengenai kelompok daerah yang berpotensi menjadi daerah rawan kecelakaan.
3. Manfaat bagi masyarakat
 - a. Masyarakat memiliki kesadaran untuk lebih waspada dan berhati-hati selama berkendara di jalan.
 - b. Penelitian ini dapat membantu masyarakat dengan memberikan informasi mengenai wilayah mana saja yang menjadi rawan kecelakaan lalu lintas.

I.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang dilakukan sesuai dengan tema penelitian yaitu:

1. Wilayah penelitian di Kecamatan Depok dan Kalasan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Data yang dibutuhkan adalah data kecelakaan lalu lintas Kabupaten Sleman untuk jangka waktu 4 tahun, dari tahun 2018 sampai dengan tahun 2021 dari Satlantas Polres Sleman.
3. Pengelompokan data kecelakaan berdasarkan jalan meliputi jalan arteri, jalan kolektor dan jalan lokal yang diperoleh dari Dinas Pertanahan dan Tata Ruang (DPTR) Kabupaten Sleman.
4. Pembagian segmen jalan dihitung berdasarkan jarak setiap kasus kecelakaan lalu lintas di wilayah Kecamatan Depok dan Kalasan dengan jarak maksimum masing-masing ruas jalan 500 dan 1000 meter.
5. Faktor yang perlu diperhatikan adalah lokasi kecelakaan, waktu terjadinya kecelakaan, kondisi korban, jumlah kecelakaan dan jenis kendaraan yang digunakan.

6. Metode yang digunakan di dalam penelitian untuk memetakan daerah rawan kecelakaan adalah *Kernel Density* dan *K-Medoids*. Metode *Kernel Density* untuk menganalisis kerapatan lokasi terjadinya kecelakaan lalu lintas untuk menentukan tingkat kerawanan. Sedangkan *K-Medoids* berguna untuk menentukan jumlah kejadian di setiap pembagian segmen jalan yang dapat memperoleh hasil tingkat kerawanan.
7. Hasil pemetaan data kecelakaan tahun 2018-2021 akan dibuat menjadi peta rawan kecelakaan lalu lintas berdasarkan dua metode yang digunakan dan akan dilakukan perbandingan pada hasil peta rawan kecelakaan lalu lintas pada kedua metode tersebut menggunakan berbagai variasi segmen jalan.
8. Pembuatan peta rawan kecelakaan lalu lintas berdasarkan segmen jalan yang akan dibuat dengan sistem zonasi dengan dua variasi panjang ruas jalan yaitu 500 m dan 1000 m.
9. Verifikasi data dilakukan dengan observasi langsung di lapangan dengan metode *sampling* yang tersebar pada daerah penelitian.

I.5 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan yang akan dilakukan yaitu mencari studi literatur terdahulu dalam penyelesaian masalah penelitian, menyediakan peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk memudahkan penelitian serta melakukan observasi lapangan agar lebih memahami wilayah penelitian.
2. Tahapan pengolahan yang terdiri dari penentuan koordinat kejadian, *cleaning* data, transformasi data dan normalisasi data, pembagian segmen jalan yang dibutuhkan dalam penelitian ini menggunakan metode *Kernel Density* dan *K-Medoids* serta membuat peta rawan kecelakaan lalu lintas yang diolah menggunakan *software* ArcGIS 10.8.
3. Tahapan analisis dilakukan jika telah memperoleh hasil dari pengolahan data dan verifikasi data. Kemudian dilakukan analisis berdasarkan dari faktor yang diamati yakni lokasi kejadian, jumlah kejadian, waktu kejadian, kondisi korban dan jenis kendaraan yang digunakan untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan lalu lintas.

4. Tahapan pembuatan laporan merupakan tahapan terakhir dalam penelitian yang bertujuan untuk menyajikan hasil penelitian yang lebih baik.

I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Sistem pembuatan laporan penelitian tugas akhir perlu diberikan gambaran mengenai ringkasan struktur laporan sehingga tugas akhir dapat lebih terorganisir. Sistematika penulisannya tugas akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini meliputi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan penelitian, metodologi penelitian serta sistem pembuatan tugas akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini meliputi referensi penelitian-penelitian terdahulu, penjelasan beberapa kajian mengenai penelitian dan metode penelitian yang digunakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini meliputi uraian deskripsi metode yang digunakan dan bagaimana kegiatan penelitian ini dilakukan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini meliputi hasil akhir dan analisis pengolahan pemetaan tingkat kerawanan kecelakaan dan verifikasi data untuk mengidentifikasi wilayah rawan kecelakaan lalu lintas.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini meliputi kesimpulan tentang penelitian yang dilaksanakan dan saran dari peneliti untuk pelaksanaan penelitian selanjutnya supaya mencapai hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Pustaka dari Buku dan Jurnal Penelitian:

- Abidin, H. Z. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Anggoro, J. W. (2019). Zonasi Daerah Rawan Pencurian Kendaraan Bermotor (Curanmor) di Kota Semarang dengan Menggunakan Metode Cluster Analysis. *Jurnal Geodesi Undip*.
- Ardiantoro, L. (2015). *Clustering Data Mining dan Data Warehousing*.
- BPKP, B. P. (2022). *Profil Kabupaten Sleman*. Kabupaten Sleman.
- DIY, B. T. (2021). *Statistik Kependudukan Daerah Istimewa Yogyakarta Periode Semester II 2021*. Retrieved from Statistik Penduduk DIY: <https://kependudukan.jogjapro.go.id/statistik/penduduk/jumlahpenduduk/17/0/00/04/34.clear>
- Doktafia. (2000). *Sistem Informasi Geografis*. Universitas Gunadharma.
- Han, J. K. (2012). *Data Mining Concept and Techniques*. Amsterdam: Morgan Kaufmann-Elsevier.
- Harmon, J. E., & Anderson, S. J. (2003). *Design and Implementation of Geographic Information Systems*. New Jersey: John Wiley.
- Hiota, K. P. (1995). D-Fuzzy clustering, *Pattern Recogn, Lett.* 16, 193-200.
- Indonesia. (2004). *Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas*. Departemen Perhubungan dan Prasarana Wilayah.
- Indonesia. (2004). *Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- Indonesia. (2016). *Pedoman Penentuan dan Pengkajian Blackspot*. Kepala Korps Lalu Lintas POLRI.
- Indonesia. (n.d.). *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Sekretariat Negara.
- InilahJogja.com. (2021, Desember 17). *Kecelakaan di Sleman Tahun Ini Alami Peningkatan*. Retrieved Februari 19, 2022, from Inilah Jogja: <https://inilahjogja.com/kecelakaan-di-sleman-tahun-ini-alami-peningkatan/>

- Kloog, d. (2009). Using Kernel Density Function As An Urban Analysis Tool: Investigating The Association Between Nightlight Exposure and The Incidence Of Breast Cancer in Haifa, Israel. *33*, 55-63.
- Masron, T. H. (2018). Applying GIS in analysing black spot areas in Penang, Malaysia. *Indonesian Journal of Geography*, 50(2), 113-114.
- Prahasta, E. (2002). Sistem Informasi Geografis. In *Konsep-Konsep Dasar Informasi Geografis*. Bandung: Informatika Bandung.
- Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografis : Konsep-konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika)*. Bandung: Penerbit Informatika.
- Prasetyo, E. (2012). *Data Mining: Konsep dan Aplikasi Menggunakan Matlab*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Putra, M. A. (2015). Peta Sebaran Gedung-Gedung Tinggi Untuk Menentukan Zona Kawasan Kota Semarang (Studi Kasus: Semarang Tengah, Semarang Selatan Dan Candisari).
- Setyowati, E. (2015). Analisis Pengelompokan Daerah Menggunakan Metode Non- Hierarchical Partitioning K-Medoids Dari Hasil Komoditas Pertanian Tanaman Pangan. *Vol. 4 No. 4*.
- Simamora, M. A. (2011). Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Di Jalan Tol Belmera.
- Simanungkalit, H. M. (2013). *Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Sisingamangaraja (STA 00+00 – STA 10+000) Kota Medan*. Medan: Jurusan Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA, CV.
- Sumarsono. (1996). *Perencanaan Lalu Lintas*. Yogyakarta: UGM.
- Tan, P. S. (2006). *Introduction to Data Mining*. Pearson Education, Inc.
- WHO, W. H. (2011). Decade of Action for Road Safety.
- Wibowo, K. M. (2015). Sistem Informasi Geografis (Sig) Menentukan Lokasi Pertambangan Batu Bara Di Provinsi Bengkulu Berbasis Website. *Jurnal Media Infotama*, Vol. 11, No. 1.

Pustaka dari Wawancara:

Setiawan, G. N. 2022. “Klasifikasi Tingkat Kerawanan pada Ruas Jalan”. *Hasil Wawancara Pribadi*: 12 Agustus 2022. Satuan Lalu Lintas Kepolisian Resort Kabupaten Sleman.