Perancangan Sistem Informasi Geospasial Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis *Webgis* Di Kabupaten Wonogiri

Gilang Kurniawan¹, Aan Sunandar², Mega Suryandari³ Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD Jl Raya Setu Km 3,5, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat 17520 E-mail: kurniawangilang176@gmail.com

ABSTRACT

Accident data collection in Wonogiri Regency needs to be improved. Because, until now, there is no information system that can be used to collect data on traffic accidents in Wonogiri Regency. GIS can be applied in describing problem points in accident-prone areas, such as in accident-prone areas in Wonogiri Regency. The public can seek information about areas prone to traffic accidents that will be passed, so as to increase awareness and safety when driving on the highway. In addition, the Geographic Information System program functions as a database for information on Accident Prone Areas and can be used by policy makers. Accident data will be analyzed using the EAN (Equivalent Accident Number) method, with limits using the UCL (Upper Control Limit) method to determine accident-prone areas in Wonogiri Regency and will be presented as an information system using ArcGIS Pro 2.8.0 software. These accident-prone points can cause a hazard and risk (HIRAC) of the 13 road segments analyzed, there are 5 road segments that have an EAN value above the UCL number. These roads are Jalan A. Yani Section 2, Jalan Diponegoro (Wonogiri-Ngadirojo Section 2), Jalan Wonogiri-Pacitan Section 3. From these data it can be found Black Link and Black Area in Wonogiri Regency

Keywords: Accident Prone Areas, Geospatial Information Systems, HIRAC, Wonogiri

ABSTRAK

Pendataan kasus kecelakaan di Kabupaten Wonogiri perlu dilakukan peningkatan. Sebab, sampai saat ini, belum ada sistem informasi yang dapat digunakan untuk pendataan kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Wonogiri. SIG dapat diterapkan dalam penggambaran titik masalah pada daerah rawan kecelakaan, seperti di titik daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Wonogiri. Masyarakat dapat mencari informasi tentang daerah-daerah rawan kecelakaan lalu lintas yang akan dilalui, supaya meningkatkan kewaspadaan dan keamanan dalam berkendara di jalan raya. Selain itu, program Sistem Informasi Geografis berfungsi sebagai pangkalan data-data mengenai informasi Daerah Rawan Kecelakaan dan dapat digunakan oleh pihak pemangku kebijakan. Data kecelakaan akan dianalisis menggunakan metode EAN (*Equivalent Accident Number*), dengan batas menggunakan metode UCL (*Upper Control Limit*) untuk menentukan daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Wonogiri dan akan dipresentasikan menjadi sistem informasi menggunakan softwere ArcGIS Pro 2.8.0. Titik Rawan Kecelakaan tersebut dapat menimbulkan suatu Bahaya dan Resiko (HIRAC) dari 13 segen jalan yang dianalisis terdapat 5 segment jalan yang memiliki nilai EAN diatas angka UCL. Ruas jalan tersebut adalah Jalan A.Yani Ruas 2, Jalan Diponegoro (Wonogiri-Ngadirojo Ruas 2), Jalan Wonogiri-Pacitan Ruas 2, Jalan Wuryantoro-Eromoko-Pracimantoro Ruas 2, dan Jalan

Wonogiri-Pacitan Ruas 3. Dari data tersebut dapat ditemukan Black Link dan Black Area yang ada di Kabupaten Wonogiri

Kata Kunci : Daerah Rawan Kecelakaan, Sistem Informasi Geospasial, HIRAC, Wonogiri

PENDAHULUAN

Pendataan kasus kecelakaan di Kabupaten Wonogiri perlu dilakukan peningkatan. Sebab, sampai saat ini, belum ada sistem informasi yang dapat digunakan untuk pendataan kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Wonogiri. Hal ini tentu menjadi penyebab pencarian dan analisis data kecelakaan tidak dapat dilaksanakan dengan cepat dan akurat. Proses identifikasi lokasi yang sering terjadi kecelakaan yang memperhitungkan data historis membutuhkan basis data kecelakaan yang akurat dan dapat diakses dengan cepat sehingga identifikasi daerah rawan kecelakaan dapat dilakukan dengan analisis yang sistematik dan menghasilkan . Dengan adanya perkembangan tersebut, SIG dapat diterapkan dalam penggambaran titik masalah pada daerah rawan kecelakaan, seperti di titik daerah rawan kecelakaan di Kabupaten Wonogiri. Selain itu, program Sistem Informasi Geografis berfungsi sebagai pangkalan data-data mengenai informasi Daerah Rawan Kecelakaan dan dapat dipergunakan oleh pihak pemangku kebijakan. Keputusan yang cepat dan akurat diharapkan dapat diambil oleh pemangku kebijakan dengan adanya Sistem Informasi Geografis yang informatif. Dalam tindakan pasca kecelakaan menjadi makin efisien karena informasi mengenai fasilitas kesehatan dapat diakses lebih mudah dan dapat dimengerti oleh masyarakat seperti informasi mengenai alamat dan titik fasilitas kesehatan begitu juga dengan nomor yang dapat di hubungi apabila dalam keadaan gawat darurat. Sistem informasi ini juga dapat diintegrasikan dengan pelaporan kejadian kecelakaan lalu lintas, hal ini terkait percepatan tindakan pasca kecelakaan dan upaya dalam penanggulangan kecelakaan lalu lintas.

METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian di lakukan di Kabupaten Wonogiri, berdasarkan tahapan bagan alir penelitian dilakukan yaitu persiapan, identifikasi masalah, rumusan masalah, pengumpulan data, analisis data menggunakan analisis EAN (*Equivalent Accident Number*) dan UCL (*Upper Limit Control*), penentuan titik *Black Spot, Black Link, Black Area,* penentuan titik Fasilitas Kesehatan, Pengelolanan data *vektor* menjadi data *raster*; penyusunan *dashboard* sistem informasi, publikasi, kesimpulan dan saran.

ANALISIS DATA

Analisis Daerah Rawan Kecelakaan

Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dalam penelitian ini menggunakan EAN (Equivalent Accident Number) dan menggunakan batas UCL (Upper Limit Control)

$$EAN = 12(MD) + 3(LB) + 3(LR) + 1(K)$$

Keterangan :

MD : Meninggal Dunia

LB : Luka Berat

Angka Ekuivalen Kecelakaan								
Metode	Meninggal	Luka Berat	Luka Ringan	Kerugian				
Metode	Dunia (MD)	(LB)	(LR)	Materi (K)				
Pd T-09-2004-B	12	3	3	1				

Sumber : pedoman penanganan lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas, 2004

$$UCL = \lambda + \Psi(\sqrt{([\lambda / m] + [0.829 / m] + [0.5 x m])})$$

Keterangan

- UCL : Garis kendali batas
- λ : Rata Rata Angka Kecelakaan EAN
- Ψ : Faktor Probabilitas = 2.576
- *m* : EAN yang ditinjau

No	Nama Jalan	Skor EAN	Skor UCL	Keputusan
1	Jalan A.Yani Segmen 2 (SALAK)	174	125.2267	Daerah Rawan Kecelakaan
2	Jalan Diponegoro (Wonogiri-Ngadirojo Segmen 2)	174	125.2255	Daerah Rawan Kecelakaan
3	Jalan Wonogiri Wuryantoro Segmen2	111	123.354	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
4	Jalan Ngadirojo-Jatisrono segmen 2	96	122.8305	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
5	Jalan Wonogiri-Pacitan Segmen 2	132	124.0267	Daerah Rawan Kecelakaan
6	Jalan Jatisrono-Biting Segmen 4 (Wonogiri-Ponorogo)	72	121.9078	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
7	Jalan Wuryantoro -Eromoko-Pracimantoro Segmen 2	135	124.1166	Daerah Rawan Kecelakaan
8	Jalan Wonogiri-Wuryantoro Segmen 2	75	122.0311	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
9	Jalan Wuryantoro -Eromoko-Pracimantoro Segmen 4	108	123.2528	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
10	Jalan Ngadirojo-Jatisrono segmen 4	114	123.4537	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
11	Jalan Wonogiri - Pacitan Segmen 3	138	124.2055	Daerah Rawan Kecelakaan
12	Jalan Jatisrono-Biting Segemen 8 (Wonogiri-Ponorogo)	90	122.6108	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan
13	Jalan Raya Solo - Pacitan Segmen 3	54	121.1062	Tidak Daerah Rawan Kecelakaan

Tabel 1 Hasil Analisis EAN dan UCL

Dari analisis tersebut dapat diketahui dari 13 segmen jalan yang dikaji terdapat lima segmen jalan yang termasuk daerah rawan kecelakaan. Lokasi yang termasuk dalam daerah rawan kecelakaan adalah lokasi yang mempunyai angka EAN diatas dari angka UCL. Berikut merupakan grafik dari perbandingan hasil EAN dan UCL pada ruas jalan yang dikaji.



Gambar 1 Grafik Perbandingan EAN dan UCL

Analisis bahaya dan risiko

Pada pelaksanaan metode HIRAC (*Hazard Identification Risk Assessment dan Risk Control*) langkah pertama yaitu melakukan pengamatan observasi secara langsung di lapangan untuk mengetahui dan mengidentifikasi bahaya apa saja yang terdapat di titik *Black Spot* pada ruas jalan yang termasuk Daerah Rawan Kecelakaan di Kabupaten Wonogiri. Setelah dilakukan identifikasi bahaya dalam titik *Black Spot* pada ruas jalan yang termasuk Daerah Rawan Kecelakaan, maka dilakukan analisis terkait risiko yang ditimbulkan dari bahaya yang telah teridentifikasi. Berikut merupakan analisis bahaya dan risiko di segmen jalan yang tergolong daerah rawan kecelakaan.

No	Nama	Uraian Hazard	Risiko	Jenis Bahaya
		Blind Spot dari arah jalan dari pemukiman	Tidak dapat melihat kendaraan dari arah kiri maupun kanan dikarenakan posisi aspal lebih tinggi dan kiri	
1	A Yani	jalan menanjak diikuti tikungan	kanannya merupakan daerah pertokoan yang membuat pengliatan terbatas,	Prasarana Jalan
		Jalan bergelombang karena bekas tambalan	Menyebabkan kendaraan menjadi oleng saat dipacu pada permukaan	
		Jalan berlubang belum dilakukan tindakan	jalan yang tidak rata	
		Tidak Terdapat Saluran Air	Air tidak dapat mengalir dari permukaan aspal	
2	Baturetno	Jalan bersinggungan langsung dengan Kegiatan Ekonomi Masyarakat	resiko terjadinya Tabrakan tinggi karena padatnya kegiatan ekonomi	Prasarana Jalan
		Marka Jalan yang telah pudar	rawan terjadi tabrakan karena pengndara tidak melihat batas jalan	
3	Wonoboyo	Aktivitas hambatan samping tinggi	tidak dapat melihat kendaraan dari arah kiri maupun kanan dikarenakan	Prasarana Jalan

Tabel 2 Bahaya dan Risiko Titik Daerah Rawan Kecelakaan

		Blind Spot dari arah jalan dari pemukiman	posisi aspal lebih tinggi dan kiri kanannya merupakan daerah pertokoan yang membuat pengliatan terbatas		
		Tidak terdapat Saluran Air,	Air tidak dapat mengalir dari permukaan aspal dan dapat menyebabkan Aquaplaning		
4	Kalikatir	Pagar Pengaman Jalan,	kendaraan dapat keluar dari badan jalan	Prasarana Jalan, Alam	
		Bentuk Jalan lurus yang panjang	pengendara terlena karena lurusan yang panjang		
5	Nambangan	Bentuk Jalan lurus yang panjang,	pengendara terlena karena lurusan yang panjang dan dapat memacu kendaraan dengan kecepatan diatas batas	Prasarana	
	5 Nambangan	terdapat jalan bergelombang karena Tambalan	menyebabkan kendaraan menjadi oleng saat dipacu pada permukaan jalan yang tidak rata	Jaiaii	
		Marka Jalan Pudar	Pengendara tidak dapat melihat rambu jalan,		
		bentuk jalan	dapat menyebabkan oleng apabila	Δlam	
6	Purwantoro	tidak ada pembatas jalan	kendaraan dapat keluar dari badan jalan,	Prasarana Jalan	
		tidak ada penerangan Jalan	pandangan saat berkendara malam hari berkurang		
		Jalan yang bergelombang dan berlubang,	dapat menyebabkan oleng pada kendaraan apabila dipacu,		
7	Wonokarto	parkir pada bahu jalan	rawan terjadinya tabrak samping	Prasarana	
,		marka yang sudah pudar	marka yang memudar dapat membahayakan pengemudi dan pengguna jalan lain.	Jalan	
		Permukaan jalan tidak rata akibat penambalan aspal	dapat mengakibatkan kendaraan oleng apabila dipacu		
8	Bulusulur	ruang manfaat jalan yang sebagian besar dijakdikan pemukiman mengakibatkan hambatan samping yang tinggi	hambatan samping yang tinggi dapat membahayakan pengguna jalan lain	Prasarana jalan	
		kondisi jalan berupa lurusan panjang	kendaraan dapat dipacu melebihi batas kecepatan yang telah ditentukan		
9	Gedong	permukaan jalan yang tidak rata akibat tambalan aspal	permukaan jalan yang tidak rata dapat mengakibatkan kendaraan oleng saat dipacu.	Prasarana Jalan, Alam	

		tidak tersedia drainase jalan tidak tersedia penerangan	aliran air hujan yang tidak lancar dapat merusak struktur perkerasan dan menyebabkan aquaplaning pada kendaraan pandangan saat berkendara malam	
		jalan	hari berkurang	
		marka jalan yang banyak memudar	marka yang memudar dapat membahayakan pengguna jalan lain	
		permukaan jalan yang tidak rata akibat tambalan aspal	Dapat terjadi oleng saat kendaraan di pacu	
10	Mojopuro	tidak tersedia drainase jalan	apabila terjadi hujan air tidak dapat mengalir dengan baik dapat mengakibatkan aquaplaning	Prasarana Jalan
		tidak tersedia penerangan jalan	pandangan pengendara akan terbatas karena kurang penerangan jalan	
10		marka jalan yang banyak memudar	kendaraan dapat keluar dari badan jalan karena tidak mengetahui batas jalan	
		Jalan bergelombang akibat tambalan aspal yang tidak rata	dapat mengakibatkan oleng apabila kendaraan dipacu karena permukaan yang tidak rata	
11	Bumihario	marka jalan yang memudar	kendaraan dapat keluar dari badan	Prasarana
	Dummarjo	tidak ada pagar pengaman jalan	jalan	jalan
		Lampu Penerangan Jalan banyak yang tidak	pandangan pengendara pada malam hari terbatas karena kurang optimal	
		menyala	dari segi penerangan jalan	

Perancangan Sistem Informasi Daerah Rawan Kecelakan

Tahap Pembuatan Peta Dasar

Dalam pembuatan peta dasar menggunakan *software* QGIS 3.14 dengan mengolah shapefile batas administrasi wilayah Kabupaten Wonogiri. Pembuatan peta dasar sebagai berikut.

1. Klik *Layer> add layer> add vektor layer*. Akan muncul katalog yang akan menunjukan file mana yang akan dimasukan serta tempatnya, lalu pilih *Add*. Tampilan *Add Layer* dapat dilihat pada gambar V.3



Gambar 2 Menu Add Layer

2. Klik kanan pada file lalu pilih menu *filter*, maka akan muncul pilihan-pilihan menu.

Þ
۶
Þ

Gambar 3 Menu Filter

- 3. Pada menu *filter* akan ditampilkan pilihan yang akan dilakukan *filter*. Pilih *Name_2>* klik tanda sama dengan (=)> pilih menu *All>* klik Wonogiri> klik *run*. Pilihan *Name_2* memiliki artis batas administrasi kabupaten, jadi hanya Kabupaten Wonogiri saja yang ditampilkan.
- 4. Pilih *dissolve field*> *Name_3* untuk memilih batas administrasi kecamatan yang akan ditampilkan. Pilih *Dissolved* untuk memilih tempat menyimpan file hasil penggabungan lalu pilih *run*



Gambar 4 Peta Kabupaten Wonogiri

Tahap Pengelolaan Fasilitas Kesehatan

Titik fasilitas kesehatan berupa rumah sakit dan Puskesmas yang digunakan sebagai pertolongan pertama jika terjadi kecelakaan. Dalam penyusunan titik fasilitas kesehatan menggunakan titik koordinat dengan tipe DD (Derajar Desimal) yang diperoleh dari *Google Earth Pro*

No	Koordinat	Faskes	Alamat	No.Tlp	Kode	Jenis	Pelayanan
1	-7.9818, 110.933	PUSKESMAS BATURETNO I	Batu Tengah RT 01 RW 12, Ds. Baturetno, Kec. Baturetno	0273 461056	1031727	Rawat Inap	UGD, Umum, KIA dan KB, Ambulan
2	-7.9406, 110.9327	PUSKESMAS BATURETNO II	Semanding RT 01 RW 01 Ds. Sendangrejo, Kec. Baturetno	2733300878	1031728	Non Rawat Inap	UGD, Umum, KIA dan KB, Imunisasi, Laboraturium, Ambulan

 Tabel 3 Contoh Database Titik Fasilitas Kesehatan

1. Dalam Pembuatan titik Fasilitas Kesehatan berdasarkan titik Koordinat dengan cara klik layer⁽¹⁾> Add Layer⁽²⁾> Add Delimited Text Layer⁽³⁾. Setelah itu akan muncul Tabel untuk memasukan file Faskes yang berisi Titik Koordinat.

- 1	QGIS	5												
	Lay	er <u>S</u> ettings <u>P</u> lugi	ns Vect <u>o</u> r	<u>R</u> aster	<u>D</u> atabase	Web	<u>M</u> esh	Processing	Help					
E	Ļ,	Data Source Manag	ler		Ctrl+L	- 1	10		I (17)	0 2	0. 11	B		
-		Create Layer				\rightarrow	~ /	a / Li 👊		~ ~		-		
6		Add Layer				•	Va Add	Vector Layer			Ctrl+Shift+V	Ì		
		Embed Layers and Groups					🛃 Add	Raster Layer			Ctrl+Shift+R			
0	Add from Layer Definition File							Add Mesh Layer						
	Ø	Copy Style					🤊 🔒 Add	Delimited Text	Layer		Ctrl+Shift+T	ſ		
4		Paste Style					🖲 Add	PostGIS Layers			Ctrl+Shift+D	h		
	6	Copy Layer					🎤 Add	SpatiaLite Lay	er		Ctrl+Shift+L	ľ		
		Paste Layer/Group				📭 Add	MSSQL Spatia		I					
	11			F6		🔍 Add	Ctrl+Shift+2							
ed	1	Toggle Editing					🗬 Add	Ctrl+Shift+O						
01		Save Layer Edits					🔀 Add/	Edit Virtual La		I				
		Current Edits					🚱 Add	WMS/WMTS L	.ayer		Ctrl+Shift+W	b		
		Save As				_	Add	XYZ Layer				ľ		
		Save As Laver Defin	ition File				🚱 Add .	Arc <u>G</u> IS Map Se	ervice Layer			ſ		
	П	Remove Laver/Gro	ID.		Ctrl+D		🔄 Add	WCS Layer				I		
'	Ē	Duplicate Laver(s)					🕼 Add		ľ					
	Cont.	Set Scale Visibility of	f Laver(s)				Add ArcGIS Feature Service Layer							
Id		Set CBS of Laver(s)		Ctrl+Shift+C		H Add Vector Tile Layer								
				can shift c		Add Spreadsheet Laver								

Gambar 5 Tabwl Add Delimited Layer

2. Dalam tabel *Delimited Layer*, klik titik tiga⁽¹⁾ (...) disamping *file name*, lalu pilih file yang akan dimaksukan. *Geometry definition*⁽²⁾ pada *field X* diisi e dan *Field Y* diisi s, lalu klik *Add*.

	/	2 B 2 I	i i × ∂	🗈 i 🗞 🗮 💟	🔩 🍸 🔳 🌺	P 🛯 🖥 🕷		Q.
		ld	Coordinate	Faskes	Alamat	No.Tlp	Kode	Jenis
an Bran and been	1	0	-7.859883 111.1	PUSKESMAS JA	Mloko RT 01 R	2733301235	1031746	Non Rawat Inap
- S. S. Later had	2	0	-7.830205 111.1	PUSKESMAS JA	Kenteng RT 02	0273 411056	1031745	Rawat Inap
	3	0	-7.896202 111.2	PUSKESMAS KI	Terbis RT 03 RW	0273 415061	1031739	Non Rawat Inap
S the A of the	4	0	-8.013564 111.0	PUSKESMAS KA	Timbangan, De	85328272524	1031722	Non Rawat Inap
with the second second	5	0	-8.021404 110.8	PUSKESMAS GI	Selorejo RT 01 R	85225752581	1031720	Non Rawat Inap
	6	0	-8.030154 110.9	PUSKESMAS GI	Jl. Wijaya Kusu	0273 462438	1031719	Non Rawat Inap
	7	0	-7.88115 111.10	PUSKESMAS JA	Janggan Rt 01 R	2733300285	1031738	Non Rawat Inap
$\rightarrow 27$	8	0	-7.801067 111.1	PUSKESMAS JA	Kuryo RT 02 RW	273411665	1031747	Non Rawat Inap
<u>Ч. ү</u>	9	0	-8.051952 110.8	PUSKESMAS PR	Ngulu Tengah R	0273 461415	1031715	Rawat Inap
~~ <u>~</u>	10	0	-8.164114 110.8	PUSKESMAS PA	Parang RT 02 R	8121343569	1031717	Non Rawat Inap
Coordinate 111.013,-7.403 隊 Scale 1:441215 👻 🚔 Hagoifer 102%	11	0	-7.796572 111.2	PUSKESMAS PU	Puhpelem RT 0	85329064800	1031743	Non Rawat Inap
	_							

Gambar 6 Desain Titik Fasilitas Kesehatan

Tahap Penyusunan Jaringan Jalan

- 1. Proses pertama adalah *digitasi* jaringan jalan berdasarkan peta *OpenStreetMap*. Klik *XYZ tiles* pada menu *browser* lalu pilih *OpenStreetMap*. *OpenStreetMap* muncul di layer peta.
- 2. Klik kanan pada file batas kecamatan, pilih *Properties* kemudian *Symbology*, pada bagian single label, diganti menjadi *inverted polygon*



Gambar 7 Menu Symbology

- 3. Untuk melakukan digitasi, klik *Layer*⁽¹⁾> *create Layer*⁽²⁾> *New shapefile layer*⁽³⁾. Akan muncul kotak yang harus diisi
- 4. File name digunakan untuk menyimpan *shapefile* yang akan dibuat dan memberi nama. Pada bagian *Geometry Type* diisi *Line*⁽¹⁾. *Additional dimension* memakai WGS 84⁽²⁾. Pada bagian *new field* ditambahkan "Nama" lalu klik *add to field list*⁽³⁾. Setelah itu klik OK

		C: Users Kat	LANG KURNLAWAN (One	Drive (Documents (Skripsi Gilang (Skripsi	koor (GJS \JARINGAN JALAN.geojson.shp	63				
encoding		UTF-8								
ometry typ		√° Line	\V" line							
ditional dir	rensions	None	None O Z (+ M values) O M values							
		EP5G:4326	- WGS 84			٣				
w Field										
Name										
Туре	^{ibc} Text Data					,	•			
Length 8	0 Pn	ecision								
		15 Add to	Fields List							
Name	Type	Length	Precision							
id	Integer	10								
Nama	String	80								

Gambar 8 Pengisian Tabel Atribut

5. Klik *toggle editing> Add Line feature* untuk menambah digitasi garis jaringan jalan. Menu *Toggle Edting* dan *Add Line Feature* dapat dilihat pada gambarV.25 dan V.26.



6. Dalam editing tabel atribut sama seperti proses editing tabel atribut pada bagian kecamatan. Variabel yang disamakan adalah variabel nama. Isi dari tabel atribut "nama" dengan *excel* dengan kolom "nama" memiliki isian sama



Gambar 10 Peta Jaringan Jalan

Tahap Pengelolaan Peta Black Spot

Pembuatan titik *Black Spot* berdasarkan Kronologi yang diperoleh dari laporan kecelakaan pada segmen. Dalam penyusunannya harus memperhatikan kebutuhan data yang akan ditampilkan nantinya. Data tersebut di olah pada tabel atribut. Proses pembuatan titik dari *Black Spot* sama seperti proses pembuatan pada titik fasilitas kesehatan. Terlebih dahulu harus diketahui titik koordinat dari masing masing titik *Black Spot* dan juga kebutuhan kolom lainnya

Jarak Jenis Koor Uraian Faskes Faskes Nama No Risiko Baha Maps dinat Hazard Terdekat Terdek ya at Tidak dapat Rumah Blind https:// melihat Sakit goo.gl/ Spot dari kendaraan dari 7.809 Prasa Umum arah jalan maps/4 1 arah kiri maupun Daerah dr. 1,4 km 5 A Yani rana weFRxs dari 110.9 kanan Jalan Soediran wrxFrz pemukima 239 dikarenakan Mangun <u>wZD</u>9 n, posisi aspal lebih Sumarso https:// 7.981 Tidak PUSKESM goo.gl/ Air tidak dapat Prasa Terdapat 783, Baturet AS maps/c 2 mengalir dari 100 m rana 110.9 Saluran BATURET nsSBCJ no permukaan aspal, Jalan 3365 Air, NO I 5g91Js 3 93D7

Tabel 4 Contoh Database Titik Black Spot

Tahap Pengelolaan *Black Link*

Titik *Black Link* dibuat berdasarkan letak titik *Black Spot* berada dengan rentan panjang tertentu. Langkah membuat Black Link sebagai berikut.

- 1. Membuat Shapefile baru dengan cara klik Layer³> create Layer> New shapefile layer
- 2. Dalam pengisian *filename* terlebih dahulu dilakukan *save* dengan klik titik tiga (...) pada kanan atas dan memilih di mana file akan disimpan. Pada Geometry type memilih *Line*. Additional dimension dengan None dan EPSG WGS 84³. Mengisi field name harus disesuikan dengan data Excel sehingga pada saat mengimport titik berdasarkan kesesuaian penamaan pada *shapefile* dan file Excel. Lalu klik OK

ie name		C:Nicare)GI A		rivalDog mante\Skrinei Gilang\Skrin	rilkoor/Black Link Wononiri shn	
ie name		C: (DSETS (DLCA	NO KOKNIAWAN (OTE)	nive (pocuments paripsi diang parip	a woor plack crik wonogin.srp	
ie encoding		UIF-8				
eometry type		V Line				
dditional dimensi	ons	None Z (+ M values) M values				
		EPSG:4326 - 1	VGS 84			-
lew Field						
Name						
The second						
Type and Te	ext Data					
Length 80	Precision					
		add to Fi	elds List			
ields List						
Name	Type	Length	Precision			
id	Integer	10				
Nama	String	80				

Gambar 11 Tabel Pengisian Shapefile

3. Klik *toggle editing> Add Line feature* untuk menambah digitasi garis jaringan jalan. Melakukan pembuatan garis mengikuti jaringan jalan berdasarkan *OpenStreetMap* dengan panjang yang telah ditentukan. klik kanan ketika langkah menggambar telah usai, pada *field name* diisi dengan nama jalan yang digambar

	Ngadire	0 0	·····l	/	5	
jaringan	i Jalan - Featur	e Attributes			_	×
id	NULL					
Nama	Jalan Wonogiri					-
			ОК		ancel] =
5	- 54	C. Promosil	1	<u> </u>	20	Gl

Gambar 12 Tabel Feature Attribute

4. *Import* file *excel* yang berisi data *Black Link* yang akan disatukan dengan *shapefile Black Link*. dengan klik *Layer> Add Laye[>] Add spreadsheet layer*. Masukan ke dalam *file name* data yang akan dimasukan ke dalam *layer*. klik *OK*

- She	Name C:A	Jsers/GELANG KLRNEAWA	N/Music/Ink.xtsc				trowse	1 👌
Law	r name link	8jack Link						
Row	s Num Geometry	ber of lines to ignore 0	Header at Header at	first line			End of file detection	
6	rcoding	PointFromColumns					*	
6	eld	X field	▼ Y feld		+ Show fields	in attribute table		
R	eference syst	tem invalid projection						
	Nama Jai	an Panjang (Heter)	Field3	Field4	FieldS	Field6		
	String	* String *	String	* String	* String	* String *		9 I <u>89</u> + 9
1	3. A.Yani Se	gm 450	NULL	NULL	NULL	NULL		DNOGIRI
2	Jl. Wonogiri	P 225	NULL	NULL	NULL	NULL		
з	3. Diponego	no (500	NULL	NULL	NULL	NULL		
4	Jl. Wonogiri+	Ng 450	NULL	NULL	NULL	NULL		acitan Seame
5	3. Wonogiri -	Ng 225	NULL	NULL	NULL	NULL		
6	Jl. Jetisrono-	86 120	NULL	NULL	NULL	NULL		
7	Jalan A.Yani	se 350	NULL	NULL	NULL	NULL		
8	Jalan Dipone	go 430	NULL	NULL	NULL	NULL		
9	Jalan Wonog	iri 600	NULL	NULL	NULL	NULL		
10	Jalan Wurya	nts 450	NULL	NULL	NULL	NULL		
11	Jalan Wonog	iri 650	NULL	NULL	NULL	NULL	*	-

Gambar 13 Tabel dalam Join Add Spreadsheet Layer

5. Klik kanan pada file *Black Link* yang telah dibuat lalu memilih *Join*. Klik tanda +⁽¹⁾ pada sisi kiri bawah lalu pilih file yang akan dilakukan join attribute. Dalam proses join, harus terdapat variabel yang sama, sebagai contoh pada kasus ini menggunakan variabel nama dan lokasi⁽²⁾, karena di dalam kolom tersebut mempunyai isi atribut yang sama. Memilih field apa yang akan di gabungkan⁽³⁾ lalu Klik OK

tings <u>P</u> lu	Q	Setting Value	
ia (information	Add Vector Join X	
V ₀	Source	Join layer	3 👶
	😽 Symbology	Join field ** Nama Jalan *	
	abc Labels	Target field while Lokasi w	
*	aba Masks	Cache join layer in memory Create attrbute index on join field	_
	💎 3D View	Dynamic form	
	👫 Diagrams		_
	Fields	✓ Nama Jalan ✓ Panjang (Meter)	e i 🙉 -
	Attributes Form	Field3 Field4 Field5	ONOGIRI
-	Auxiliary Storage		
28 -	🔅 Actions		Pacitan Segn
an Fata	🧭 Display		
	🎸 Rendering	▼ 🗸 Custom field game prefix	
RI	🕓 Temporal		
	E Variables		
TEN WC	📝 Metadata	OK Canoel	
	Dependencies	• - /	
•	E Legend	v Style * OK Cancel Apply Help	

Gambar 14 Proses join layer

Tahap Pengelolaan Black Area

Peta *Black Area* dibuat berdasarkan banyaknya ruas jalan yang tergolong *Black Link* dalam satu area. Area-area tersebut dalam kajian ini menggunakan batas administrasi desa yang ada di Kabupaten Wonogiri. Dalam pembangunan peta *Black Area* juga membutuhkan tabel atribut sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan

N o	Nama	Daftar Wilayah (Desa/Kelurahan)	Daftar <i>Black Link</i>	Daftar Titik <i>Black</i> <i>Spot</i>	Panjan g Jalan Total <i>Black</i> <i>Link</i> (Meter)
1	Area 1	Gemantar, Kaliancar, Nambangan, Bulusulur, Giripurwo, Wonoboyo, Wonokarto	Jl. Wonogiri-Nguter Segmen 3, Jl. Wonogiri- Nguter Segmen 5, Jl. A. Yani Segmen 2, Jl. A.Yani Segmen 3, Jl. Diponegoro (Wonogiri-Ngadirojo Segmen 2)	Kalikatir, Nambangans, Wonokarto, Bulusulur,Wonoboy o	2310
2	Area 2	Sukomangan, Tunggur	Jl. Jatisrono-Biting Segmen 6	Purwantoro	270

Tabel 5 Cor	ntoh Database	Black Area
-------------	---------------	------------

- 1. Memasukan peta administrasi desa yang akan digunakan sebagai batas dari *Black Area* dengan cara klik pada *laye¹* > *Add Layer* > *Add Vector Laye¹*, pilih *Directory* penyimpanan *shapefile* batas desa yang akan digunakan pada bagian *source* lalu klik OK
- 2. Setelah *shapefile* telah masuk, lalu memilih batas desa yang digunakan sebagai *Black Area*. Dengan cara melakukan seleksi pada semua batas desa dengan *tools sellect features by area* lalu klik batas desa agar tidak ikut terseleksi.
- 3. Setelah itu membuka *attribute table* dan klik ikon yang bertanda pensil agar mengaktifkan *editing*, setelah *editing* aktif, klik tombol *delete* agar menyisakan area yang tidak terseleksi.
- 4. Untuk menggabungkan antar desa agar menjadi satu area dapat menggunakan Toolbar Dissolve dengan cara, seleksi area yang akan dijadikan satu lalu klik Geoprocessing⁽²⁾ > Dissolve⁽³⁾ > aktifkan centang pada selected featured only⁽⁴⁾ > pilih directory penyimpanan dari file yang akan di dissolve. Proses ini dilakukan untuk beberapa pengulangan sampai semua area yang akan dijadikan satu telah selesai.



Gambar 15 Proses Dissolve pada Feature tertentu

5. Setelah proses dissolve pada masing-masing area, selanjutnya menggabungkan masing masing *dissolve* menjadi satu *shapefile* dengan klik *vektor* > *Geoprocessing tools* > *Union*. dalam proses *Union* dilakukan sampai file *Dissolve* menjadi satu *shapefile*.

Input layer Toput layer Selected features only Selected features only Advanced Parameters Union [Create temporary layer] Const temporary layer]	v CD % in v CD % in Overlay layer Python identifier (VD) int n	The algorithm checks overlaps between features within the Enjock overlapping and non-overlapping parts. The sea of overlapping care as an environment of the participate in that overlap, and the environment of the participate from both Environment of the envi

Gambar 16 Tabel dalam proses Union

6. Memasukan file *Excel* yang berisi informasi mengenai *Black Area* dengan klik *Layer*> *Add Layer*> *Add Spreadsheet layer*> memilih file *Excel* yang akan dimaksukan lalu sesuaikan kolom dan baris pada tabel, lalu klik OK

r <u>S</u> ettings	Plu Q Layer Properties — bal	an — Joins	×
S 🛃 🗉	Ch Q	Setting Value	
	1 Information	Q Add Vector Join X	2
	Source	Join layer	
	Symbology	Join field **	
5 (20)		Target field abc NAME_0 *	
	Labels	Cache join layer in memory	-
	CC3 Masks	Create attribute index on join field	-
	幹 3D View	Dynamic form Editable join layer	
	Magrams	▼ ✓ joined fields	
	📔 Fields	No Nama	ysis
	🔚 Attributes Form	✓ Daftar Wilayah (Desa/Kelurahan) ✓ Daftar Black Link ✓ Daftar Black Link	5
	Joins	Panjang Jalan Total Black Link (Meter)	n
-	Auxiliary Storage		5
39 39	Actions		n 1
am	🧭 Display		stry
N	🞸 Rendering	Custom field game prefix	2n
INC	🕓 Temporal	area-Gack Area_	
7	🗧 Variables		
₿ <i>U</i> #	Metadata	OK Cancel	
	Dependencies		
Þ	E Legend	Style * OK Centel Andy H	eb

Gambar 17 Menu dalam Join Attribute

Tahap Penyusunan WebMap

Penyusunan WebMap adalah proses pengumpulan Shapefile yang telah disusun mulai dari Peta dasar, Titik Fasilitas Kesehatan, Jaringan Jalan, Black Spot, Black Link, dan Black Area. Dalam proses ini menggunakan Software ArcGIS Pro 2.8.0

- 1. Sebelum Proses penyusunan WapMap pada ArcGIS Pro, terlebih dahulu membuat akun pada lama https://www.ArcGIS.com/index.html. Lalu pilih masuk, setelah itu akan diarahkan pada Dashboard login akun, setelah itu pilih buat akun
- 2. Setelah proses pendaftaran selesai dan akun telah terdaftar, selanjutnya membuka Software ArcGIS Pro 2.8.0 dan menyambungkan ke dalam akun yang telah dibuat pada menu Sign In di pojok kiri atas.
- 3. Setelah proses pendaftaran selesai dan akun telah terdaftar, selanjutnya membuka Software ArcGIS Pro 2.8.0 dan menyambungkan ke dalam akun yang telah dibuat pada menu Sign In di pojok kiri atas.



Gambar 18 Layer Content dan tampilan ArcGIS Pro yang telah diisi Shapefile

- 4. Melakukan simbologi agar membedakan bentuk dan warna dari masing masing shapefile dengan cara klik kanan pada shapefile yang akan dilakukan simbology > Symbologi (1)> pilih gaya layer sesuai kebutuhan. Setelah proses simbologi telah selesai, klik *Share* pada *Tools bar*, lalu pilih *WebMap*
- 5. Mengatur Nama dan Directorypenyimpanan pada Server ArcGIS lalu klik Share, Secara Otomatis semua shapefile yang disatukan menjadi satu dalam WebMap akan tersimpan dalam server ArcGIS dengan akun yang telah terdaftar di awal.

E Peta Daerah R	lawan Kecelakaan Lalu	Lintas Kab	1		Buka di Ma	p Viewer Classic	🗘 😥 Ragil Ba	yu Triwib ta
) Tambahkan	Lapisan	×		11 0		The second	Titik Black Spot Kabupaten W	onogir ~
t Lapisan	Titik Black Spot	î B		Ser 1	man Free	Girimarto	Properti	×
	Kabupaten Wonogiri		- mil	e: Salogin Enc. Workgin	187	Cale.	Informasi	×
	Titik Fasilitas Kesehatan		- 13		Kec. Ngadirojo	The	Simbologi	^
	Kabupaten Wonogiri		Kec. Manyaran	Contraction of the second	Kec. Skiaha	to	Tampilkan di legenda peta	
	Black Link		Kee Wyryn	intoro Kee Ngun	toronadi - 50	Kag Jatirot	Titik Black Spot Kabupaten Wonogiri	
	Kabupaten Wonogiri			a strange	NATES -	3	^	
	Jaringan Jalan Kabupaten		KeelEmmole	Kec. Baturetno	The second second	Trtanoyo	Edit gaya layer	
	Wonogiri			1	Kec. Ballinning	Q	Penampilan	^
	Black Area Kabupaten Wonogiri		2 h	Con Co	Kec. Kiiran	gtengah	Pemanduan	
	Batas		NY :	Kea. Gerwaye		A A	Transnaransi	
	Administrasi Kecamatan		Kec./Pradmantoro	Kie, Girliontre	Non and		0%	
	😂 Tambahkan	-	The second second	1 7			259 509 759	

Gambar 19 Bentuk peta yang digunakan dalam Sistem informasi

Tahap Penysunan Aplikasi Instan ArcGIS Online

Proses pembentukan peta dasar yang telah menjadi sebuah WebMap yang kemudian akan diolah menjadi sebuah Sistem Informasi menggunakan Aplikasi Instan ArcGIS Online. Proses pembuatan Peta Dasar menjadi Sistem sebagai berikut

- 1. Membuka ArcGIS Online >Konten > mencari file yang mempunyai format WebMap. Lalu klik file tersebut hingga terbuka. Klik file yang mempunyai format *WebMap* dan pilih *Web Viewer*
- 2. Setelah file terbuka, Selanjutnya memilih Lainnya>Buat Aplikasi> *Instan App*³. Selanjutnya akan diarahkan ke dalam sistem pembuatan SIG

	Peta Daerah Rav	wan Kecelakaa	ın Lalu Lintas Kab	1		Buk	a di Map Viewer Classic	Ů		Ragil Bayu indraprasta	Triwibov	NO
۲	Tambahkan	Lapisan	×		12-4			TITIK FASK	ES KABU	IPATEN WO	NOG ~	幸
\$	Lapisan	TITIK FASKE	5		人言世			Properti			×	20
	Tabel	WONOGIRI					STAL.	Informasi			~	7
	Peta Dasar	Titik Black Sp Kabupaten		1		1 And		Simbologi				*
ыb	Diagram	Wonogiri				J.	JA-	Tampilkan di	egenda p	iota		So.
	Lainnya	Black Link Kabupaten Wongoisi			*/ 5			WONOG	iri Iri	BUPATEN	- 1	٩
8	Simpan dan buka	Jaringan Jak				A Providence		0			- 1	10
\$	Properti peta	Kabupaten		1- 180					Edit gaya	a layer		ø
ß	Bagikan peta		Instant Apps 🖸			Cr		Penampilar	i.		^	W
	Lainnya	막	Pilih aplikasi untuk memb khusus menggunakan pe	erikan pengalaman ta Anda.				Pemanduar	nal.			p
			ArcGIS StoryMaps					Transparans	i			
0	Informasi	Пŝ	Ceritakan kisah dengan n dengan teks dan media n	nenggabungkan peta aratif.				0%				
~	Tutup					· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Powered by Esn	25	% 50%	6 75%		<<

Gambar 20 Tampilan WebMap

- 3. Setelah memilih format dari sistem informasi, maka dilakukan proses penataan tampilan agar menjadi suatu tampilan Website sesuai dengan kemauan pembuat.
- 4. Apabila proses penyusunan *WebGIS* telah selesai, untuk mempublikasi *WebGIS* tersebut dengan cara klik Bagikan lalu atur menjadi *Server* Publik pada bagian level berbagi, lalu pilih luncurkan



Gambar 21 Tampilan Proses Mempublikasi WebGIS

5. Agar *WebGIS* terpublish, salin alamat *WebGIS* tersebut untuk disebarkan atau dikoneksikan dengan server pemerintah. WebGIS dapat diakses pada <u>http://giswonogirikab.site</u>



Gambar 22 Isi dan Tampilan Dashboard WebGIS

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada Perancangan Sistem Informasi Geospasial Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kabupaten Wonogiri, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Dari hasil analisis Daerah Rawan Kecelakaan di Kabupaten Wonogiri menggunakan metode *Equivalent Accident Number* (EAN) dan *Upper Limit Control* (UCL), dapat diketahui 5 Daerah Rawan Kecelakaan yaitu Jalan A.Yani Segmen 2 (Salak), Jalan Diponegoro (Wonogiri-Ngadirojo Segmen 2 (Bulusulur), Jalan Wonogiri-Pacitan Segmen 2, Jalan Wuryantoro-Eromoko-Pracimantoro Segmen 2 dan Jalan Wonogiri-Pacitan Segmen 3.

- 2. Peta yang ditampilkan dalam Sistem Informasi Geospasial terdiri dari atas *Black Spot* (A.Yani, Baturetno, Wonoboyo, Kalikatir, Nambangan, Purwantoro, Wonokarto, Bulusulur, Gedong, Mojopuro,Bumiharjo), *Black Link* (Jl. A Yani Segmen 3, Jl. Wonogiri-Pacitan Segmen 3, Jl. Diponegoro, Jl. Nguter-Wonogiri Segmen 3, Jl. Wonogiri-Nguter Segmen 5, Jl. Jatisrono-Biting Segmen 6, Jl. A Yani Segmen 2, Jl. Diponegoro Bulusulur, Jl. Wonogiri-Pacitan Segmen 2, Jl. Wuryantoro-Eromoko-Pracimantoro Segmen 2, Jl. Wonogiri-Pacitan Segmen 2), dan *Black Area* sesuai dengan hasil dari analisis Daerah Rawan Kecelakaan dan Fasilitas kesehatan yang terkoneksi dengan Google Maps agar mempermudah menemukan titik secara *realtime* secara langsung.
- 3. Sistem Informasi Geospasial berbasis *WebGIS* dalam penyajiannya menampilkan peta, grafik, tabel, serta uraian bahaya dan risiko pada titik daerah rawan kecelakaan.

SARAN

Berdasarkan hasil Analisis dalam Perancangan Sistem Informasi Geospasial Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Berbasis WebGIS di Kabupaten Wonogiri, terdapat beberapa saran yang perlu mendapatkan perhatian yaitu sebagai berikut

- 1. Sistem ini diharapkan menjadi suatu pangkalan data mengenai daerah rawan kecelakaan dan harus dilakukan *updating* agar sistem ini relevan untuk digunakan.
- 2. Sistem informasi ini belum dilengkapi dengan analisis penanganan lokasi rawan kecelakaan, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam penanganan lokasi kecelakaan
- 3. Dalam penyajian tampilan sistem informasi ini masih bisa di tingkatkan agar lebih informatif dengan melakukan peningkatan ketersediaan fasilitas pada *ArcGIS* dengan cara berlangganan.
- 4. Sistem ini tidak hanya menyajikan tentang data daerah rawan kecelakaan, tetapi dengan mudahnya informasi mengenai keselamatan transportasi dalam hal ini informasi daerah rawan kecelakaan beserta bahaya dan risikonya, diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat akan keselamatan berlalu lintas. Hal ini dimaksud agar masyarakat dapat mengakses dengan mudah infomasi mengenai daerah rawan kecelakaan sehingga meningatkan kesadaran masyarakat dalam beraktivitas dengan angkutan umum maupun angkutan pribadi.
- 5. Data yang diperoleh dari pihak-pihak yang terkait dapat menjadi acuan dalam pengembangan Sistem informasi ini, maka dari itu diharapkan koordinasi dan komunikasi antar lembaga atau dinas yang terkait dapat berjalan dengan baik guna mewujudkan keterpaduan 5 pilar dalam Rencana Umum Nasional Keselamatan Lalu Lintas Angkutan Jalan yang tertuang pada Perpres No.1 Tahun 2022.
- 6. Sistem Informasi ini dapat dikembangkan agar terintegrasi dengan pelaporan dan pengaduan terkait kejadian kecelakaan lalu lintas, sehingga dapat mempercepat dalam penanganan tindakan pasca kecelakaan dan penanggulangan dalam upaya pengurangan angka kecelakaan di Kabupaten Wonogiri.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2009, Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan, Jakarta
- _____, 2021, Peraturan Pemerintah No. 45 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial, Jakarta
- Kurniawan, Gilang dkk. 2022. *Laporan Umum Tim PKL Kabupaten Wonogiri*. Bekasi: Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD.

- AS/NZS 4360:2004. 2004. "Australian/New Zealand Standard Risk MAnagement." Australian Standards / New Zeland Standards 4360:2004.
- Bolla.Margareth. 2013. "[17] Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas" II (2): 191–200.
- BPS. 2023. Kabupaten Wonogiri dalam Angka 2023.
- Darisa, Alin. 2012. "Identifikasi keselamatan dan kesehatan kerja (k3) dengan Metode Hazard Identification Risk Assessment Control (HIRAC)." UPN "Veteran" Jawa Timur.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. Penanganan-Lokasi-Rawan-Kecelakaan.
- Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 2007. "Pedoman Operasi Accident Blackspot Investigation Unit/ Unit Penelitian Kecelakaan Lalulintas (Abiu/Upk)." *Direktorat Keselamatan Transportasi Darat*, 1–82.
- Husein, Rahmad. 2003. "Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis," 1-9.
- Irwansyah, Edy. 2013. "Edy Irwansyah." Digibooks, no. June 2013: 237.
- Juniardi, Ferry, dan Heri Azwansyah. 2014. "Penyusunan Sistem Informasi Geografis Infrastruktur Transportasi Kabupaten Kapuas Hulu Berbasis WEB." *Elkha* 6 (1): 6–12.
- Muhammad Fakhruriza Pradana, dan Dwi Esti Intari. 2019. "Analisa Kecelakaan
- Lalu Lintas Dan Faktor Penyebabnya Di Jalan Raya Cilegon." Kajian Teknik Sipil 04 (2): 165-75.
- Murai, Shunji. 1999. "GIS Work Book (Fundamental Course) GIS Work Book (Fundamental Course)."
- Nurpilihan Bafdal, Kharistya Amaru dan Boy Macklin Pareira P. 2011. Buku Ajar Sistem Informasi Geografis, Edisi 1. Buku Ajar Sistem Informasi Geografis, Edisi 1. 1 ed. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Oktopianto, Yogi, dan Sindy Pangesty. 2021. "Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak." *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)* 8 (1): 26–37. https://doi.org/10.46447/ktj.v8i1.301.
- Panjaitan, Ryadi Pratama. 2021. "Analisis Kecelakaan Lalu Lintas di Jalan Pemda Perawang Barat Dengan Menggunakan Metode Angka Ekivalen Kecelakaan dan Metode Upper Control Limit," 16–92.
- Pd-T-09-2004-B. 2004. Penanganan-Lokasi-Rawan-Kecelakaan.
- Permana, Dony. 2022. "INSPEKSI KESELAMATAN JALAN DENGAN METODE HAZARD IDENTIFICATION RISK ASSESSMENT AND RISK CONTROL DI KABUPATEN TANA TIDUNG." Politeknik Transportasi Darat Indonesia -STTD. https://doi.org/10.14445/23499362/ijie-v2i3p101.
- Siregar, Widyanto Aditya. 2019. "Program Sistem Informasi Geografis Lokasi Rawan Kecelakaan Di Kabupaten Tanah Laut."
- Sugiyanto, G, dan A Fadli. 2016. "Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Metode Batas Kontrol Atas Dan Upper Control Limit." *Jurnal Program Studi Teknik Sipil*
- .Wedasana, Agus Surya. 2011. "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dan Penyusunan Database Berbasis Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kota Denpasar)." *Universitas Udayana*, 7.