

INSTITUT TRANSPORTASI DAN LOGISTIK TRISAKTI PEMETAAN LOKASI RAWAN KECELAKAAN TRANSPORTASI DI RUAS JALAN TOL JAKARTA - CIKAMPEK

Ketrin Yoan Tamara

Institut Transportasi dan Logistik Trisakti, Jakarta Timur, Indonesia
Email: Ketrinyoantamara@gmail.com

Abstrak. Seiring dengan perkembangan transportasi, kebutuhan akan transportasi juga semakin meningkat tiap tahunnya, secara tidak langsung akan memperbesar risiko tumbuhnya permasalahan lalu lintas, seperti kecelakaan. Menurut data dari PT. Jasamarga Transjawa Tol, diperoleh informasi bahwa dalam tiga tahun terakhir ini telah terjadi 525 kejadian kecelakaan di jalur A dan 516 kejadian kecelakaan di jalur B. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan pemetaan lokasi daerah rawan kecelakaan (black site) di jalan tol Jakarta – Cikampek dengan memanfaatkan Sistem Informasi Geografis. Pemetaan daerah rawan kecelakaan (black site) ini diharapkan sebagai informasi juga masukan untuk melihat permasalahan lalu lintas dan juga penanggulangan permasalahan tersebut bagi instansi terkait. Penentuan kriteria daerah rawan kecelakaan (black site) dalam penelitian ini menggunakan metode statistik Z-Score. Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa pada jalur A terdapat 13 ruas jalan yang termasuk daerah rawan kecelakaan dan 19 ruas jalan yang termasuk daerah tidak rawan kecelakaan. Sedangkan pada jalur B terdapat 14 ruas jalan yang termasuk daerah rawan kecelakaan dan 18 ruas jalan yang termasuk daerah tidak rawan kecelakaan selama rentan waktu tahun 2020 sampai dengan tahun 2022.

Kata kunci: Pemetaan Lokasi, Daerah Rawan Kecelakaan Transportasi, dan Analisi Z-Score

Abstract. Along with the development of transportation, demand for transportation is also increasing every year, which will indirectly increase the risk of growing traffic problems, such as accidents. According to data from PT. Jasamarga Transjawa Tol, obtained information that in the last three years there have been 525 incidents of accidents on lane A and 516 incidents of accidents on lane B. This study aims to analyze the location of accidents in accident-prone areas (black sites) on the Jakarta - Cikampek toll road by take advantage of Geographic Information Systems. It is hoped that the mapping of accident-prone areas (black sites) will serve as information as well as input to see traffic problems and also to overcome these problems for related agencies. Calling accident-prone areas (black sites) in this study uses the Z-Score statistical method. From the results of the study it was concluded that in lane A there are 13 roads which are accidentprone areas and 19 roads which are not accident-prone areas. Meanwhile, in lane B there are 14 road sections which are accident-prone areas and 18 road sections which are non-accident-prone areas during the vulnerable period from 2020 to 2022.

Keywords: Location Mapping, Transportation Accident Prone Areas, Z-Score analysis

PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu bagian yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Menurut Undang-Undang no 14 tahun 1992 tujuan dari transportasi yaitu untuk mewujudkan lalu lintas dan angkutan dengan lancar, aman, nyaman, selamat, cepat, teratur, efisien, mampu memadukan model transportasi lainnya, menjangkau seluruh pelosok wilayah, menunjang pemerataan, pertumbuhan serta pembangunan nasional dengan biaya yang terjangkau oleh daya beli masyarakat. (Bolla, 2013).

Seiring dengan perkembangan transportasi, Indonesia telah mengandalkan jalan tol sebagai moda transportasi darat yang efisien. Tetapi pembangunan jalan tol di Indonesia masih terbilang lambat dibanding dengan negeri tetangga. Namun, perkembangan jalan tol di Indonesia mengalami peningkatan yang sangat besar dibandingkan dengan pembangunannya pertama kali di tahun 1978 yaitu ruas tol Jagorawi sepanjang 59 km. Panjang ruas jalan tol tertinggi berada di Provinsi Jawa Barat sebesar 526,65 km, diikuti Provinsi Jawa Timur dan Jawa

Tengah masing-masing 422,77 km dan 335,92 km. Kemudian Provinsi Lampung 252,61 km dan DKI Jakarta 175,69 km. Sementara Provinsi dengan jumlah panjang jalan tol terendah adalah Bali sebesar 10,07 km. Jumlah ruas jalan tol pada tahun 2021 yang beroperasi sebesar 2.457,02 kilometer di seluruh Indonesia. (Direktorat Statistik Distribusi, 2021). Menurut Badan Pengatur Jalan Tol (BPTJ) mencatat panjang jalan tol di Indonesia sudah mencapai 2.500 km per Juni 2022. (Suhaiela Bahfein, 2022).

Dari karakteristik yang ada, maka jalan tol dapat dilalui dengan kecepatan tinggi. Kecepatan yang tinggi ini merupakan salah satu factor pemicu terjadinya kecelakaan di jalan tol. Kecelakaan merupakan factor utama pada tingkat keselamatan jalan raya. Meningkatnya jumlah kecelakaan dipengaruhi oleh perkembangan transportasi di Indonesia yakni dengan meningkatnya pemakai jasa transportasi yang ditandai dengan tingginya mobilitas manusia dan barang (Mutharuddin, 2010)

Pada umumnya kecelakaan tidak hanya disebabkan dari segi kecepatan saja, melainkan ada faktor lain yang dapat memicu terjadinya kecelakaan. Pertama, factor dari dalam diri sendiri. Contohnya factor factor yang berkaitan dengan perilaku pengemudi yang menyebabkan kecelakaan. Kedua, factor dari luar. Contohnya factor factor yang berkaitan dengan sarana, prasarana, serta keadaan lingkungan. Maka dari itu perlu adanya upaya dalam penanggulangan kecelakaan lalu lintas yaitu dengan mengkaji apa saja penyebab kecelakaan lalu lintas. Dengan pengkajian ini diharapkan dapat mengantisipasi terjadinya kecelakaan lalu lintas. Dasar untuk mengenali apasaja penyebab kecelakaan lalu lintas tidak terlepas dari kejadian kejadian terdahulu. Dimana informasi tersebut merupakan unsur utama dan sangat penting untuk mengenali karakteristik penyebab kecelakaan lalu lintas khususnya pada jalan tol

2. LANDASAN TEORI

Menurut Silondae (2016) Pengertian transportasi diartikan sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan. Sehingga dengan kegiatan tersebut maka terdapat tiga hal yaitu adanya muatan yang diangkut, tersedianya kendaraan sebagai alat angkut, dan terdapatnya jalan yang dapat dilalui. Proses pemindahan dari gerakan tempat asal, dimana kegiatan pengangkutan dimulai dan ke tempat tujuan dimana kegiatan diakhiri. Untuk itu dengan adanya pemindahan barang dan manusia tersebut, maka transportasi merupakan salah satu sektor yang dapat menunjang kegiatan ekonomi (the promoting sector) dan pemberi jasa (the servicing sector) bagi perkembangan ekonomi.

Jalan Bebas Hambatan (Jalan Tol)

Menurut Publikasi Statistik Transportasi Darat Tahun 2019 menyebutkan bahwa jalan tol adalah suatu jalan bebas hambatan berbayar (tarif) yang dikhususkan untuk kendaraan bersumbu dua atau lebih (mobil, bus, truk) dan bertujuan untuk mempersingkat jarak dan waktu tempuh dari satu tempat ke tempat lain. (Subdirektorat Statistik Transportasi, 2019)

Menurut buku Alik Ansyori Alamsyah tentang rekayasa lalu lintas, jalan bebas hambatan (jalan tol) merupakan jalan untuk lalu lintas menerus dengan mengendalikan jalan masuk secara penuh, baik merupakan jalan terbagi ataupun tidak terbagi.

Jalan Tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 Tentang Jalan Tol, 2004)

Jalan Bebas Hambatan adalah Jalan Umum untuk lalu lintas dengan pengendalian Jalan masuk secara penuh dan tanpa adanya persimpangan sebidang serta dilengkapi dengan pagar ruang milik Jalan. Jalan bebas hambatan merupakan bagian dari Sistem Jaringan Jalan nasional dan terintegrasi dengan sistem transportasi yang terpadu.

Menurut Undang Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan (2004) Jalan tol diselenggarakan untuk:

1. Memperlancar lalu lintas di daerah yang telah berkembang.
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi.
3. Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan; dan
4. Meningkatkan pemerataan hasil pembangunan dan keadilan.

Menurut ARGATA (2020) jalan tol memiliki memiliki beberapa poin syarat teknis dan karakteristik. Syarat teknis suatu jalan tol yaitu :

1. Setiap ruas jalan tol harus dilakukan pemagaran dan dilengkapi dengan fasilitas penyebrangan jalan dalam bentuk jembatan dan terowongan.
Jalan tol didesain untuk mampu menahan muatan sumbu terberat (MST) paling rendah 8 ton.
3. Jalan tol yang digunakan untuk lalu lintas antarkota didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 80 (delapan puluh) kilometer per am, dan untuk jalan tol di wilayah perkotaan didesain paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam.
4. Jalan tol mempunyai tingkat pelayanan keamanan dan kenyamanan yang lebih tinggi dari jalan umum dan dapat melayani arus lalu lintas jarak jauh dengan mobilitas tinggi.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2005 tentang jalan tol pada pasal 6 disebutkan bahwa spesifikasi jalan tol sebagai berikut

1. Tidak ada persimpangan sebidang dengan ruas jalan lain atau dengan prasarana transportasi lainnya
2. Jumlah jalan masuk dan jalan keluar ke dan dari jalan tol dibatasi secara efisien dan semua jalan masuk dan jalan keluar harus terkendali secara penuh
3. Jarak antarsimpang susun, paling rendah 5 (lima) kilometer untuk jalan tol luar perkotaan dan paling rendah 2 (dua) kilometer untuk jalan tol dalam perkotaan
4. Jumlah lajur sekurang-kurangnya dua lajur per arah
5. Menggunakan pemisah tengah atau median

Lebar bahu jalan sebelah luar harus dapat dipergunakan sebagai jalur lalu-lintas sementara dalam keadaan darurat.

Kecelakaan Lalu Lintas

Traffic Accident (Kecelakaan Lalu Lintas) adalah Kejadian yang tidak di prediksi yang melibatkan satu kendaraan atau lebih dimana bila salah satu pengguna jalan tidak mampu menguasai kondisi lalu lintas dan lingkungan jalan, yang menyebabkan korban kecelakaan.

Faktor Kecelakaan Lalu Lintas

Gambar 2. 1 Faktor Kecelakaan lalu Lintas
Sumber : Kementerian PUPR

Faktor penyebab	Uraian	Presentase (%)
Pengemudi	Lengah, mengantuk, tidak terampil, mabuk, kecepatan tinggi, tidak menjaga jarak, gangguan binatang	93,52
Kendaraan	Ban pecah, kerusakan sistem rem, kerusakan sistem kemudi, as/kopel lepas, sistem lampu tidak berfungsi	2,76
Jalan	Persimpangan jalan sempit, akses yang tidak di kontrol / dikendalikan, marka jalan kurang/tidak jelas, tidak ada rambu batas kecepatan, permukaan jalan licin	3,23
Lingkungan	Lalu lintas campuran antara kendaraan cepat dengan kendaraan lambat, interaksi/campur antara dengan pejalan, pengawasan dan penegakan hukum belum efektif, pelayanan gawat darurat yang kurang cepat. Cuaca : gelap, hujan, kabut, asap.	0,49

Daerah Rawan Kecelakaan

Daerah yang dapat dikatakan sebagai daerah rawan kecelakaan lalu lintas yaitu daerah yang pada umumnya memiliki tingkat risiko kecelakaan yang tinggi dengan angka kecelakaan yang tinggi pula serta berpotensi kecelakaan tinggi pada tiap ruas jalan (Simanungkalit, 2013).

ArcGIS

ESRI (Environmental Systems Research Institute) mengembangkan software ArcGIS sebagai suatu kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam software SIG yang bermacam-macam seperti SIG dekstop, server, dan SIG berbasis web. ArcGIS dekstop merupakan produk utama dari ArcGIS, yang mana ArcGIS dekstop tersebut software SIG professional yang komprehensif dan dikelompokkan atas tiga komponen, yaitu ArcView (komponen yang fokus ke penggunaan data yang komprehensif, pemetaan dan analisis), ArcEditor (lebih fokus ke arah editing data spasial) dan ArcInfo (lebih lengkap dalam menyajikan fungsi-fungsi SIG, termasuk untuk keperluan analisis geoprosesing).

METODE PENELITIAN

Metode Analisis Data Kecelakaan

Untuk menentukan daerah rawan kecelakaan (*black site*) dapat dilakukan dengan metode *Z-Score*. *Z-Score* merupakan bilangan z atau bilangan standar atau biasa disebut juga bilangan baku. Nilai z dapat dicari dengan rumus (Hasan , 2001) : a. Mencari Nilai Standar Deviasi

Nilai standar deviasi (s) merupakan akar dari jumlah kuadrat dari rata-rata angka kecelakaan per tahun dikurangi rata-rata angka kecelakaan dibagi jumlah data

$$s = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x}^2}{n}}$$

Keterangan :

S : Standar deviasi

X : Rata-rata angka kecelakaan per tahun

$\bar{x}$: Rata-rata angka kecelakaan n : Jumlah data

b. Mencari nilai *Z-Score*

Rumus Z dapat dicari dengan rumus :

$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

Keterangan :

Z_i : Nilai *Z-score* kecelakaan pada lokasi i

x_i : Jumlah data pada lokasi i S

: Standar deviasi

$\bar{x}$: Nilai rata – rata i : 1, 2, 3,n

Adapun klasifikasi dalam penentuan daerah rawan kecelakaan (black site) dapat dilihat pada Tabel 2.5 dibawah ini.

No.	Nilai Z-score	Kriteria
1.	Nilai positif ($X > 0$)	Rawan Kecelakaan
2.	Nilai positif ($X < 0$)	Tidak Rawan Kecelakaan

Tabel 2. 2 Kasifikasi Daerah Rawan dan Tidak Rawan Kecelakaan
Sumber : Austroad (1992)

Nilai Z-Score positif merupakan nilai Z-Score di bawah tingkat rata-rata jumlah kejadian kecelakaan lalu lintas, sedangkan nilai Z-Score negatif merupakan nilai Z-Score di atas tingkat rata-rata jumlah kejadian kecelakaan lalu lintas. Ruas jalan yang teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan (black site) lalu lintas adalah ruas jalan yang memiliki nilai ZScore positif dan ruas jalan yang tidak teridentifikasi sebagai daerah rawan kecelakaan adalah ruas jalan yang memiliki nilai Z-Score negatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peristiwa Terjadi Kecelakaan

Karakteristik daerah rawan kecelakaan lalu lintas di jalan tol Jakarta Cikampek dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan manusia dengan kendaraan. Pada jalur A terdapat total kejadian kecelakaan sebanyak 525 kejadian kecelakaan. Pada Tahun 2022 merupakan kejadian kecelakaan yang tinggi dibandingkan dengan tahun 2021 dan 2020. Kecelakaan pada tahun 2022 mencapai 226 kejadian, selanjutnya pada tahun 2021 jumlah kecelakaan menurun dengan jumlah kecelakaan 172 kejadian dan tahun 2021 kecelakaan hanya terjadi sebanyak 127 kejadian. Data jumlah kejadian kecelakaan tersebut dijadikan sebagai parameter penentuan karakteristik daerah rawan kecelakaan (black site). Data selengkapnya terdapat pada tabel 4.1 dibawah ini.

NO	RUAS JALAN	RUAS	JUMLAH KEJADIAN KECELAKAAN			JUMLAH KECELAKAAN
			2020	2021	2022	
1	HALIM - PONDOK GEDE BARAT	1	5	5	5	15
2	PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	2	8	6	13	27
3	PONDOK GEDE TIMUR - CIKUNIR	3	5	9	7	21
4	CIKUNIR - BEKASI BARAT	4	9	4	11	24
5	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5	6	7	9	22
6	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6A	3	8	7	18
		6B	2	3	11	16
		6C	1	5	9	15
		6D	4	2	9	15
7	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7A	3	2	3	8
		7B	2	2	4	8
		7C	7	9	10	26
8	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8A	4	4	4	12
		8B	3	5	10	18

9	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	9A	2	0	7	9
		9B	3	5	4	12
		9C	1	7	5	13
		9D	3	3	1	7
		9E	1	3	7	11
		9F	4	6	8	18
10	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	10A	5	6	12	23
		10B	2	6	3	11
		10C	13	20	20	53
		10D	5	5	7	17
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11B	7	8	7	22
		11C	2	1	4	7
		11D	2	5	6	13
		11E	4	2	2	8
		11F	0	8	8	16
		11G	12	3	8	4
12	DAWUAN - KALIHURIP	12	3	8	4	15
13	KALIHURIP - CIKAMPEK	13A	3	6	8	17
		13B	5	2	1	8
		JUMLAH	127	172	226	525

Tabel 4. 1 Tingkatan Kecelakaan tahun 2020 sampai 2022 Jalur A

Dibawah ini terdapat statistik dari jumlah kecelakaan yang terjadi pada tahun 2020 hingga tahun 2022 pada jalur A di Tol Jakarta – Cikampek. Dari statistik dibawah ini dapat diketahui bahwa jumlah kecelaakaan transportasi di jalan tol jakarta Cikampek pada tahun 2020 hingga 2022 mengalami kenaikan dan penurunan yang variatif. Pada ruas jalan 10C ini jumlah kecelakaan dari tahun 2020 ke tahun 2021 dan 2022 mengalami peningkatan sebanyak 7 kejadian kecelakaan baik tahun 2021 maupun tahun 2022. Serta pada ruas inilah yang

paling banyak terjadinya kecelakaan selama rentan waktu 3 tahun.

Gambar 4. 1 Statistik Kejadian Kecelakaan tahun 2020 sampai 2022 jalur A

Sedangkan pada jalur B total kejadian kecelakaan sebanyak 516 kejadian kecelakaan, Pada tahun 2022 merupakan kejadian kecelakaan yang tinggi dibandingkan dengan tahun 2020 dan 2021.

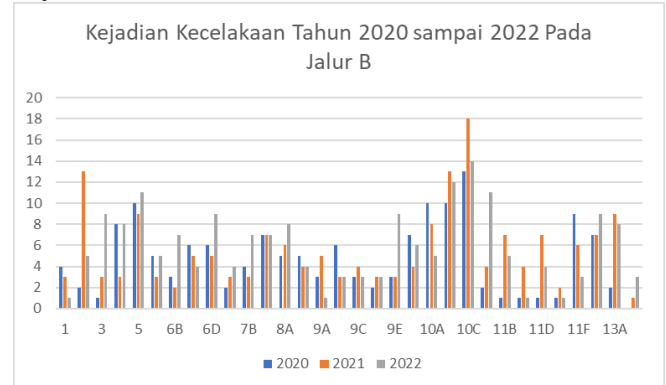
Kecelakaan pada tahun 2022 mencapai 190 kejadian, selanjutnya pada tahun 2021 jumlah kecelakaan menurun hingga 177 kejadian dan tahun 2020 kecelakaan hanya terjadi sebanyak 149 kejadian. Data jumlah kejadian kecelakaan tersebut dijadikan sebagai parameter penentuan karakteristik daerah rawan kecelakaan (black site). Data selengkapnya terdapat pada tabel 4.2 dibawah ini

No	RUAS JALAN	RUAS	JUMLAH KEJADIAN KECELAKAAN			JUMLAH KECELAKAAN
			2020	2021	2022	
1	HALIM - PONDOK GEDE BARAT	1	4	3	1	8
2	PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	2	2	13	5	20
3	PONDOK GEDE TIMUR - CIKUNIR	3	1	3	9	13
4	CIKUNIR - BEKASI BARAT	4	8	3	8	19
5	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5	10	9	11	30
6	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6A	5	3	5	13
		6B	3	2	7	12
		6C	6	5	4	15
		6D	6	5	9	20
7	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7A	2	3	4	9
		7B	4	3	7	14
		7C	7	7	7	21
8	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8A	5	6	8	19
9	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	8B	5	4	4	13
		9A	3	5	1	9
		9B	6	3	3	12
		9C	3	4	3	10
		9D	2	3	3	8
		9E	3	3	9	15
10	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	9F	7	4	6	17
		10A	10	8	5	23
		10B	10	13	12	35
		10C	13	18	14	45
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11A	2	4	11	17
		11B	1	7	5	13
		11C	1	4	1	6
		11D	1	7	4	12
		11E	1	2	1	4
		11F	9	6	3	18
12	DAWUAN - KALIHURIP	12	7	7	9	23
13	KALIHURIP - CIKAMPEK	13A	2	9	8	19
		13B	0	1	3	4
JUMLAH			149	177	190	516

Tabel 4. 2 Tingkatan Kecelakaan tahun 2020 sampai 2022 Jalur B

Dibawah ini terdapat statistik dari jumlah kecelakaan yang terjadi pada tahun 2020 hingga tahun 2022 pada jalur A di Tol Jakarta – Cikampek. Dari statistik dibawah ini dapat diketahui bahwa jumlah kecelakaan transportasi di jalan tol jakarta Cikampek pada tahun 2020 hingga 2022 mengalami kenaikan dan penurunan yang variatif. Pada ruas jalan 10C yaitu 51,1 KM – 54,4 KM ini jumlah kecelakaan dari tahun 2020 sebanyak 13 kejadian kecelakaan dan mengalami kenaikan sebanyak 5 kejadian kecelakaan pada tahun 2021. selanjutnya pada tahun 2022 mengalami penurunan sebanyak 4 kejadian kecelakaan pada ruas

ini. Pada ruas inilah total kejadian kecelakaan paling banyak terjadi.



Perhitungan Z-score

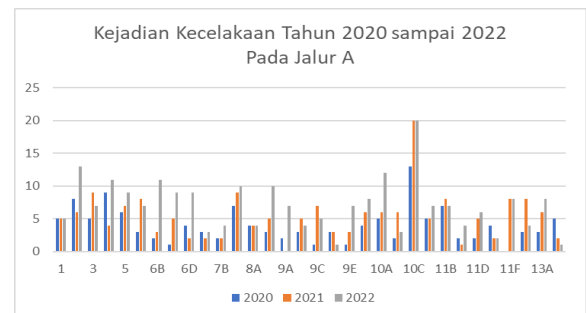
a. Mencari rata rata

Pada jalur A, nilai rata – rata ($\bar{X}$) merupakan jumlah angka kecelakaan dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2020 dibagi dengan jumlah data jalan di jalan tol Jakarta Cikampek yang pernah terjadi kecelakaan, dimana angka jumlah kecelakaan sebanyak 525 kejadian dan jumlah jalan sebanyak 32 ruas jalan.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{517}{32} = 16,2$$

Jumlah data angka kecelakaan dan data jalan utama yang pernah mengalami kecelakaan di jalan tol Jakarta Cikampek.

Sedangkan pada jalur B nilai rata – rata ($\bar{X}$) merupakan jumlah angka kecelakaan dari tahun 2022 sampai dengan tahun 2020 dibagi dengan jumlah data jalan di jalan tol Jakarta Cikampek yang pernah terjadi kecelakaan, dimana angka jumlah kecelakaan sebanyak 516 kejadian dan jumlah jalan sebanyak 32 ruas jalan.



$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{516}{32} = 16,1$$

Jumlah data angka kecelakaan dan data jalan utama yang pernah mengalami kecelakaan di jalan tol Jakarta Cikampek.

b. Mencari nilai standar deviasi

Pada jalur A , nilai standar deviasi (s) merupakan akar dari jumlah kuadrat dari rata-rata angka kecelakaan tahun 2020 sampai dengan tahun 2022 dikurangi rata-rata angka kecelakaan yang mana jumlahnya sebesar 2456,219 dibagi dengan jumlah data jalan utama yang pernah mengalami kecelakaan di jalan tol Jakarta Cikampek sebanyak 32 ruas jalan.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x}^2}{n}} = \sqrt{\frac{2456,219}{32}} = 8,76$$

Pada jalur B , nilai standar deviasi (s) merupakan akar dari jumlah kuadrat dari rata-rata angka kecelakaan tahun 2020 sampai dengan tahun 2022 dikurangi rata-rata angka kecelakaan yang mana jumlahnya sebesar 2325,5 dibagi dengan jumlah data jalan utama yang pernah mengalami kecelakaan di jalan tol Jakarta Cikampek sebanyak 32 ruas jalan.

$$s = \sqrt{\frac{\sum x - \bar{x}^2}{n}} = \sqrt{\frac{2325,5}{32}} = 8,52$$

c. Mencari nilai Zi

Pada jalur A , nilai Z-score (Zi) adalah rata-rata angka kecelakaan per tahun dikurangi rata-rata angka kecelakaan dibagi standar deviasi, dimana dalam contoh perhitungan ini diambil pada ruas 1 yaitu Halim – Pondok Gede Barat dengan nilai rata-rata jumlah angka kecelakaan 15 kejadian kecelakaan, nilai rata-rata kecelakaan sebesar 16,4 dan nilai standar deviasi (s) sebesar 8,62

$$Zi = \frac{Xi - X}{s} = \frac{15 - 16,2}{8,62} = -0,13198$$

Pada jalur B , nilai Z-score (Zi) adalah rata-rata angka kecelakaan per tahun dikurangi rata-rata angka kecelakaan dibagi standar deviasi, dimana dalam contoh perhitungan ini diambil pada ruas 1 yaitu Halim – Pondok Gede Barat dengan nilai rata-rata jumlah angka kecelakaan 8 kejadian kecelakaan, nilai rata-rata kecelakaan sebesar 47,8 dan nilai standar deviasi (s) sebesar 24,08 .

$$Zi = \frac{Xi - X}{s} = \frac{8 - 47,8}{24,08} = -0,953$$

1

Dibawah ini terdapat tabel hasil analisis Z - Score untuk identifikasi daerah rawan kecelakaan lalu lintas (*Black Site*) pada Jalan Tol Jakarta Cikampek pada jalur A .Dari tabel ini dapat dianalisis bahwa nilai Z - Score tertinggi terdapat pada ruas jalan 10C Karawang Barat – Karawang Timur dari 51,1 KM sampai 54,4 KM dengan nilai Z Score 4,20538 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan. Pada ruas 2 Pondok Gede Barat – Pondok Gede Timur dari 4,5 KM sampai 8,4 KM dengan nilai Z - Score 1,237716 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan. Selanjutnya pada ruas 7C Cibitung – Cikarang Barat dari 28,6 KM sampai 31,3 KM dengan nilai Z- Score 1,123575 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan . Sedangkan untuk nilai Z-Score -1,0451 yaitu pada ruas 11C Karawang Timur – Dawuan dari 58,4 KM sampai 60,4 KM dengan keterangan daerah tidak rawan kecelakaan. Untuk nilai Z-Score -0,93096 yaitu pada ruas 13B Kalihurip – Cikampek dari 70,5 KM sampai 72,7 KM dengan keterangan daerah tidak rawan kecelakaan. Selanjutnya untuk nilai Z- Score -0,81682 yaitu pada ruas 9A Cikarang Timur – Karawang Barat dari 35,5 KM sampai 37,5 KM dengan keterangan bukan daerah rawan kecelakaan

No	RUAS JALAN	RUAS	JUMLAH KECELAKAAN	Zi	Keterangan
1 2	HALIM - PONDOK GEDE BARAT PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	1 2	15 27	-0,13198 1,237716	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan
3 4	PONDOK GEDE TIMUR - CIKUNIR CIKUNIR - BEKASI BARAT	3 4	21 24	0,55287 0,895293	Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan
5	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5 6A	22 18	0,667011 0,210447	Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan
6	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6B 6C 6D	16 15 15	-0,01783 -0,13198 -0,13198	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
7	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7A 7B 7C 8A	8 8 26 12	-0,93096 -0,93096 1,123575 -0,4744	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
8	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8B 9A	18 9	0,210447 -0,81682	Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
9	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	9B 9C 9D 9E 9F	12 13 7 11 18	-0,4744 -0,36026 -1,0451 -0,58854 0,210447	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan
10	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	10A 10B 10C	23 11 53	0,781152 -0,58854 4,20538	Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11A 11B 11C 11D 11E 11F	17 22 7 13 6 10	0,096306 0,667011 -1,0451 -0,36026 -1,15924 -0,70268	Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
12	DAWUAN - KALIHURIP	12 13A	15 17	-0,13198 0,096306	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan Daerah Rawan Kecelakaan
13	KALIHURIP - CIKAMPEK	13B	8	-0,93096	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan

RATA RATA ($\bar{X}$)	517		
-------------------------	-----	--	--

Tabel 4. 3 Nilai Z- Score dengan Daerah Rawan kecelakaan dan Tidak Rawan Kecelakaan pada Jalur A

Dibawah ini terdapat statistik dari nilai Z-Score yang terjadi pada tahun 2020 hingga tahun 2022 pada jalur A di Tol Jakarta – Cikampek. Nilai Z-Score pada rentan waktu 3 tahun yaitu 2020 sampai tahun 2022 mengalami peningkatan dan penurunan dari tiap ruas di jalan tol Jakarta Cikampek

Gambar 4. 2 Statistik Nilai Z-Score jalur A

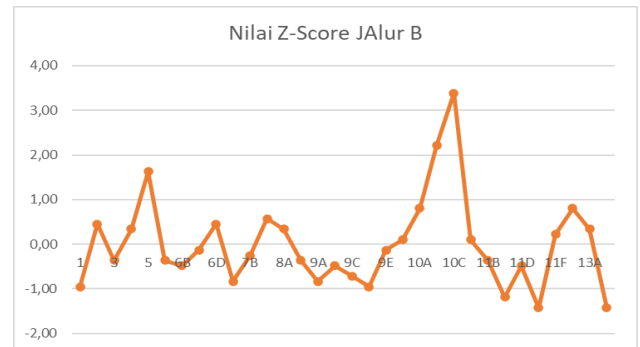
Dibawah ini terdapat tabel hasil analisis Z - Score untuk identifikasi daerah rawan kecelakaan lalu lintas (*Black Site*) pada Jalan Tol Jakarta Cikampek pada jalur B .Dari tabel ini dapat dianalisis bahwa nilai Z - Score tertinggi terdapat pada ruas jalan 10C Karawang Barat – Karawang Timur dari 51,1 KM sampai 54,4 KM dengan nilai Z Score 3,39 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan. Pada ruas 10B Karawang Barat – Karawang Timur dari 49,1 KM sampai 51,1 KM dengan nilai Z – Score 2,21 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan. Selanjutnya pada ruas 10A Karawang Barat – Karawang Timur dari 47,1 KM sampai 49,1 KM dengan nilai Z-Score 0,81 dengan keterangan sebagai daerah rawan kecelakaan

Sedangkan untuk nilai Z-Score -1,42 yaitu pada ruas 13B Kalihurip – Cikampek dari 70,5 KM sampai 72,7 KM dengan keterangan daerah tidak rawan kecelakaan. Untuk nilai Z-Score -1,19 yaitu pada ruas 11C Karawang Timur – Dawuan 58,4 KM sampai 60,4 KM dengan keterangan daerah tidak rawan kecelakaan. Selanjutnya untuk nilai Z- Score -0,95 yaitu pada ruas 9D Cikarang Timur – Karawang Barat dari 41,5 KM sampai 43,5 KM dengan keterangan bukan daerah rawan kecelakaan.

No	RUAS JALAN HALIM - PONDOK GEDE BARAT	RUAS	JUMLAH KECELAKAAN	Zi - 0,95	Keterangan
1		1	8	0,45	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
2	PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	2	20	0,45	Daerah Rawan Kecelakaan
3	PONDOK GEDE TIMUR - CIKUNIR	3	13	-0,37	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
4	CIKUNIR - BEKASI BARAT	4	19	0,34	Daerah Rawan Kecelakaan
5	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5	30	1,63	Daerah Rawan Kecelakaan
		6A	13	-0,37	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
6	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6B	12	-0,48	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		6C	15	-0,13	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		6D	20	0,45	Daerah Rawan Kecelakaan
		7A	9	-0,84	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
7	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7B	14	-0,25	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		7C	21	0,57	Daerah Rawan Kecelakaan
8	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8A	19	0,34	Daerah Rawan Kecelakaan
		8B	13	-0,37	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
9	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	9A	9	-0,84	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		9B	12	-0,48	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		9C	10	-0,72	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		9D	8	-0,95	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		9E	15	-0,13	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		9F	17	0,10	Daerah Rawan Kecelakaan
10	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	10A	23	0,81	Daerah Rawan Kecelakaan
		10B	35	2,21	Daerah Rawan Kecelakaan
		10C	45	3,39	Daerah Rawan Kecelakaan
		11A	17	0,10	Daerah Rawan Kecelakaan
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11B	13	-0,37	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		11C	6	-1,19	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		11D	12	-0,48	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		11E	4	-1,42	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
		11F	18	0,22	Daerah Rawan Kecelakaan

12	DAWUAN - KALIHURIP	12	23	0,81	Daerah Rawan Kecelakaan
13	KALIHURIP - CIKAMPEK	13A	19	0,34	Daerah Rawan Kecelakaan
		13B	4	-1,42	Daerah Tidak Rawan Kecelakaan
RATA RATA ($\bar{X}$)		516			

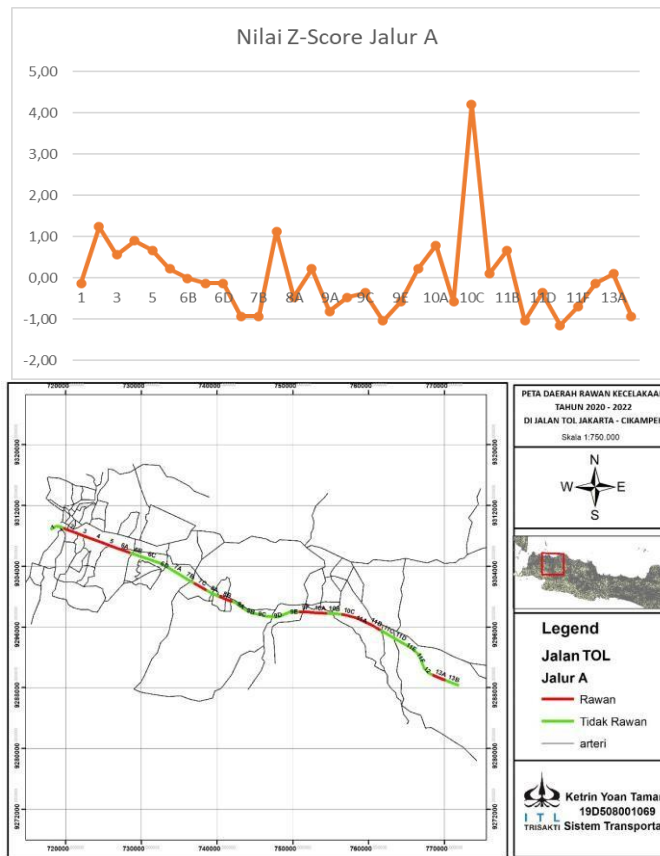
Tabel 4. 4 Nilai Z- Score dengan Daerah Rawan kecelakaan dan Tidak Rawan Kecelakaan pada Jalur B



Dibawah ini terdapat statistik dari nilai Z-Score yang terjadi pada tahun 2020 hingga tahun 2022 pada jalur A di Tol Jakarta – Cikampek. Nilai Z-Score pada rentan waktu 3 tahun yaitu 2020 sampai tahun 2022 mengalami peningkatan dan penurunan dari tiap ruas di jalan tol Jakarta Cikampek.

Pemetaan Lokasi Rawan Kecelakaan

Peta tematik dibawah ini menunjukan daerah rawan kecelakaan maupun daerah tidak rawan kecelakaan yang terbagi menjadi 32 ruas sepanjang jalan tol Jakarta – Cikampek dengan periode tahun 2020 hingga tahun 2022. Pada jalur A terdapat 13 ruas yang termasuk daerah rawan kecelakaan yaitu :



Berikut merupakan peta tematik yang dibuat melalui aplikasi ArcGis untuk mengetahui daerah rawan kecelakaan pada jalur A di Jalan Tol Jakarta-Cikampek

Gambar 4. 3 Peta Lokasi Rawan dan Tidak Rawan Kecelakaan tahun 2020 sampai 2022 Jalur A

Sementara pada jalur B yaitu arah Cikampek ke Jakarta, terdapat 14 ruas yang termasuk daerah rawan kecelakaan yaitu :

NO	RUAS JALAN	RUAS	KM
1	PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	2	4,5 KM - 8,4 KM
2	CIKUNIR - BEKASI BARAT	4	10,00 KM - 13,4 KM
3	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5	13,4 KM - 16,6 KM
4	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6D	22,6 KM - 24,6 KM
5	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7C	28,6 KM - 31,3 KM
6	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8A	31,3 KM - 33,3 KM
7	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	9F	45,5 KM - 47,1 KM
8	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	10A	47,1 KM - 49,1 KM
9		10B	49,1 KM - 51,1 KM
10		10C	51,1 KM - 54,4 KM
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11A	54,4 KM - 56,4 KM
12		11F	64,4 KM - 66,7 KM
13	DAWUAN - KALIHURIP	12	66,7 KM - 68,3 KM
14	KALIHURIP - CIKAMPEK	13A	68,3 KM - 70,5 KM

Tabel 4. 6 Daerah Rawan Kecelakaan pada tahun 2020 sampai 2022 pada jalur B

NO	RUAS JALAN	RUAS	KM
1	PONDOK GEDE BARAT - PONDOK GEDE TIMUR	2	4,5 KM - 8,4 KM
2	PONDOK GEDE TIMUR - CIKUNIR	3	8,4 KM - 10,0 KM
3	CIKUNIR - BEKASI BARAT	4	10,00 KM - 13,4 KM
4	BEKASI BARAT - BEKASI TIMUR	5	13,4 KM - 16,6 KM
5	BEKASI TIMUR - CIBITUNG	6A	16,6 KM - 18,6 KM
6	CIBITUNG - CIKARANG BARAT	7C	28,6 KM - 31,3 KM
7	CIKARANG BARAT - CIKARANG TIMUR	8B	33,3 KM - 35,3 KM
8	CIKARANG TIMUR - KARAWANG BARAT	9F	45,5 KM - 47,1 KM
9	KARAWANG BARAT - KARAWANG TIMUR	10A	47,1 KM - 49,1 KM
10		10C	51,1 KM - 54,4 KM
11	KARAWANG TIMUR - DAWUAN	11A	54,4 KM - 56,4 KM
12		11B	56,4 KM - 58,4 KM
13	KALIHURIP - CIKAMPEK	13A	68,3 KM - 70,5 KM

Tabel 4. 5 Daerah Rawan Kecelakaan pada tahun 2020 sampai 2022 pada jalur A

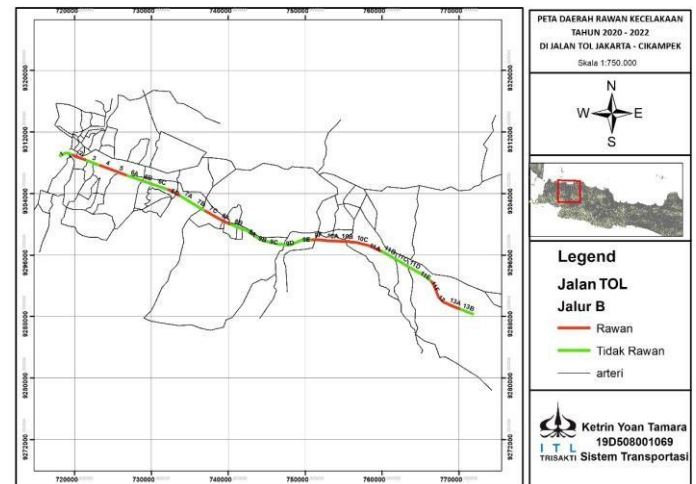
Berikut merupakan peta tematik yang dibuat melalui aplikasi ArcGis untuk mengetahui daerah rawan kecelakaan pada jalur B di Jalan Tol Jakarta-Cikampek.

5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pengolahan data yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pada tingkat kecelakaan transportasi yang ada di jalan tol Jakarta Cikampek dengan rentan waktu tahun 2020 sampai dengan tahun 2022

dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan manusia dan kendaraan. Untuk Jalur A merupakan jalur dari arah Jakarta menuju Cikampek. Pada jalur A jumlah tingkat kecelakan sebanyak 525 kejadian kecelakan yang masing masing tahun meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2020 sebanyak 127 kejadian kecelakan, 2021 sebanyak 172 dan tahun 2022. Untuk jalur B merupakan jalur dari arah Cikampek menuju Jakarta. Jumlah tingkat kecelakan pada jalur B sebanyak 516 kejadian kecelakan dengan masing masing jumlah tingkat kecelakan meningkat pada tahun 2020 sebanyak 149 kejadian kecelakan, tahun 2021 sebanyak 177 kejadian kecelakan dan tahun 2022 sebanyak 190 kejadian kecelakan .

Dari total tingkat kecelakan yang terjadi selama tahun 2020 sampai dengan tahun 2022, dapat dianalisa dengan menggunakan rumus Z-Score untuk mencari daerah yang rawan kecelakan maupun daerah bukan kecelakan. Melalui nilai Zscore, pada jalur A terdapat 13 ruas jalan yang termasuk daerah rawan kecelakan dari 32 ruas yang ada pada jalan tol Jakarta – Cikampek. Sedangkan untuk jalur B terdapat 19 ruas jalan yang termasuk daerah tidak rawan kecelakan dari 32 ruas jalan tol yang ada di jalan tol Jakarta – Cikampek.



6. SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka disarankan NuNugroho, D. A., & Malkhamah, S. (2018). Manajemen Sistem perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui titik-titik Transportasi Perkotaan Yogyakarta. *Jurnal Penelitian* rawan kecelakaan lalu lintas (black spot) yang terjadi di ruas *Transportasi Darat*, 20(1), 9. jalan tol Jakarta – Cikampek baik jalur A maupun jalur B. Hal <https://doi.org/10.25104/jptd.v20i1.640> tersebut dimaksudkan agar didapatkan pada titik-titik mana saja PAPARIKESIT, D. (2011). Mobilitas Perkotaan. *Jurnal Prakarsa* kecelakaan lalu lintas sering terjadi pada suatu ruas jalan, agar *Infrastruktur Indonesia*, 1(April).

para instansi-instansi terkait dapat memasang rambu peringatan *PEPERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR daerah rawan kecelakaan pada jalan yang sering terjadi 15 TAHUN 2005 TENTANG JALAN TOL*. (2004). kecelakaan, sehingga para pengguna jalan bisa lebih berhati-hati *PEPERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA* untuk menghindari bertambahnya angka kecelakaan yang tinggi. *NOMOR 34 TAHUN 2006 TENTANG JALAN*. (2006). *PEPE43RATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA* *NOMOR TAHUN 1993 TENTANG PRASARANA DAN LALU LINTAS*

DAFTAR PUSTAKA

- Aditriansyah, H. (2018). *ANALISIS KECELAKAAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN BATU AMPAR KOTA BATAM DENGAN METODE ACCIDENT RATE (ANALYSIS OF TRAFFIC AT BATU AMPAR, BATAM WITH ACCIDENT RATE METHOD)*. Sa Saiti, D. S. (2014). Kebijakan Transportasi Publik dalam Perspektif Green Politics (Studi tentang Rencana Pembangunan Monorel-Trem di Surabaya). *Jurnal Teknik ITS, ACCIDENTS* 3(1), E37–E42.
- Andriyati Susi. (2013). *Kajian Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Di Surabaya Selatan*. 1, 1–7.
- ARGATA, R. (2020). Analisis Kelayakan Jalan Tol Jakarta Outer Ring Road (Jorr) Ruas Jalur Cikunir-Cikampek. *Jurnal Online Sr Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil*.
- Arianto, D. (2017). *Jurnal Penelitian Transportasi Laut. Jurnal Penelitian Transportasi Laut*, 21, 71–82.
- BLAS, J., DEZEM, V., & SARAH, C. (2020). *Cars make a lockdowns ease and public transport remains a no-no*. 25–30.
- Continental. (2020). *Continental Mobility Study 2020*.
- Statistik Distribusi. (2021). *Publikasi Statistik Distribusi Statistik, Ed.; 6th ed.*. BPS RI.
- Hutagalung, A. (2011). Analisis transportasi perkotaan. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 5–24.
- Idris Muhamad. (2020). *DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA*.
- Iqbal, A. (2005). *Jurnal analisis pengaruh perpindahan terhadap mobilitas masyarakat*. 9–21.
- Jasa Marga. (n.d.). *Tol Jakarta Cikampek*. Retrieved January 8, 2023, from <https://www.jasamarga.com/public/id/infolayanan/toll/ruas.asp%20Cikampek#konstruksi>
- Jasa Marga. (2020). *Ruas Tol Jakarta Cikampek*. PT.Jasa Marga. <https://www.jasamarga.com/public/id/infolayanan/toll/ruas.asp%20Jakarta-Cikampek>
- Kaseger Marfel, Rindengan Yulie D.Y, & Lumenta Arie S.M. (2018). Aplikasi Pemetaan Daerah Rawan Kriminalitas Di Manadi Berbasis Web. *Jurnal Teknik Informatika* , 3, 1–6.
- MtMutharuddin, M. (2010). Karakteristik Kecelakaan Transportasi *Perhubungan*, 22(12), 1335–1351. <https://doi.org/10.25104/warlit.v22i12.1163>
- Sil Sondae, S. (2016). Keterkaitan Jalur Transportasi Dan Interaksi Ekonomi Kabupaten Konawe Utara Dengan Kabupaten/Kota Sekitarnya. *Jurnal Progres Ekonomi Pembangunan*, 1(1), 49–64.
- Srondol, K. (2003). *Kota Semarang sebagai Ibukota Propinsi Jawa Tengah terletak di pantai utara pulau Jawa , antara Propinsi Jawa Barat dan Propinsi Jawa Jawa Tengah , juga sebagai salah satu kota tinggi menimbulkan kemacetan* *dibeberapa ruas jalan terutama didaerah pusat per*. 12(April), *comeback as*
- Su Subdirektorat Statistik Transportasi. (2019). *Publikasi Statistik Transportasi Darat Tahun 2019* (Subdirektorat Statistik Direktorat Transportasi, Ed.; 6th ed.). BPS RI. *Transportasi Darat Tahun 2021* (D. x?title=Jakarta%20-

Di Jalan Tol Ruas Jakarta-Cikampek. *Warta Penelitian*