Analisis Daerah Rawan Kecelakaan dengan Menggunakan Black Spot dan Black Site (Studi Kasus: Jalan Pemalang-Randudongkal)

Analysis of Accident-Prone Areas Using Black Spot and Black Site (Case Study: Jalan Pemalang-Randudongkal)

Rainbow Aji Kusuma[1*], Wahidin[2], Muhammad Taufiq[3], Wahudin Diantoro[4], Muhamad Yunus[5]
[1,2,3,4,5]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi, Brebes, Indonesia
E-mail: *[1]rainbowaji@gmail.com, [2]wahidinnaures@gmail.com, [3]muhammadtaufiq905@gmail.com, [4]ir.wahudindiantoro@gmail.com, [5]yunus.gb89@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received: April, 16, 2025
Revised: May, 19, 2025
Accepted: June, 20, 2025

Keywords:
Black Sport,
Black Site,
Randu Dongkal

ABSTRACT

This study aims to identify and determine the areas prone to traffic accidents (black sites) and (black spots) on the Pemalang-Randudongkal road section. Knowing the location of accident-prone roads, and road facilities in accident-prone areas (DRK) on the Pemalang-Randudongkal road section. Providing handling or solutions to accident-prone areas on the PemalangRandudongkal road section. The method used is by using zscore analysis and cusum analysis. The results of this study. Factors that influence the cause of the accident consist of the density of vehicles or road users and inadequate traffic signs and uneven road conditions at the accident-prone point (black spot) located on Jalan Letjen Panjahitan with an accident rate of 680 incidents and prone areas accident (black site) namely on Jalan Gatot Subroto with an accident rate of 664. Handling in reducing the number of accidents by improving road conditions and traffic signs so that drivers are more orderly in driving.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:
Rainbow Aji Kusuma
E-mail: rainbowaji@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini tujuan mengetahui dan menentukan daerah rawan kecelakaan lalu lintas black site dan black spot di ruas jalan Pemalang-Randudongkal, mengetahui lokasi jalan rawan kecelakaan, dan fasilitas jalan di daerah rawan kecelakaan (DRK) di ruas jalan Pemalang-Randudongkal, memberi penanganan atau solusi pada daerah rawan kecelakaan di ruas jalan Pemalang Randudongkal. Metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan analisis zscore dan analisis cusum. Hasil penelitian ini faktor yang mempengaruhi penyebab kecelakaan terdiri dari kepadatan kendaraan atau pengguna jalan dan rambu-rambu lalulintas yang kurang memadai serta kondisi jalan yang laindai pada titik rawan kecelakaan *(black spot)* berada di jalan Letjen panjahitan dengan angka kecelkaan sebesar 680 kejadian dan daerah rawan kecelakaan *(black site)* yaitu di jalan Gatot Subroto dengan angka kecelakaan sebesar 664. Penanganan dalam memperkecil angka kecelakaan dengan memperbaiki kondisi jalan serta rambu-rambu lalu lintas agar pengendara lebih tertib dalam berkendara
Kata kunci: balck sport, black site, randu dongkal

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah penduduk menyebabkan kebutuhan transportasi lalu lintas semakin meningkat, selain itu juga menimbulkan permasalahan pada sarana dan prasarana lalu lintas. Kepadatan volume lalu lintas menyebabkan akses jalan sulit untuk dilalui, berbagai aktivitas pengguna jalan tidak nyaman, sehingga secara tidak langsung menimbulkan risiko permasalahan lalu lintas, seperti kemacetan dan kecelakaan yang berdampak pada turunnya kinerja pelayanan jalan. Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda [1], [2].

Kebijakan transportasi dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan ruang lalu lintas dan mengendalikan pergerakan lalu lintas, diselenggarakan melalui manajemen kebutuhan lalu lintas berdasarkan kriteria perbandingan volume lalu lintas kendaraan bermotor dengan kapasitas jalan, ketersediaan jaringan dan pelayanan angkutan umum dan lingkungan umum [3]. Kebijakan transportasi barang harus memenuhi persyaratan dalam pengangkutan barang yang meliputi prasarana jalan yang dilalui memenuhi ketentuan kelas jalan, tersedia pusat distribusi logistik dan/atau tempat untuk memuat dan membongkar barang menggunakan mobil barang yang terdiri dari angkutan barang khusus dan alat berat [4].

Daerah rawan kecelakaan merujuk pada wilayah atau lokasi tertentu yang memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang lebih tinggi daripada rata-rata [5]. Faktor-faktor yang berkontribusi terhadap status rawan kecelakaan bisa bervariasi, termasuk kondisi geometrik jalan yang buruk, pola lalu lintas yang padat, perubahan topografi yang tajam, cuaca ekstrem, serta perilaku pengemudi yang kurang disiplin seperti melampaui batas kecepatan, mengemudi dalam pengaruh alkohol atau narkoba, atau tidak mematuhi aturan lalu lintas [6], [7]. Identifikasi daerah rawan kecelakaan sangat penting dalam upaya meningkatkan keselamatan jalan dan mengurangi angka kecelakaan. Data mengenai lokasi-lokasi ini digunakan oleh pihak berwenang dalam perencanaan dan implementasi langkah-langkah keselamatan lalu lintas, seperti perbaikan infrastruktur jalan, penambahan rambu lalu lintas, pengaturan perlintasan pejalan kaki yang lebih aman, dan peningkatan patroli polisi di wilayah-wilayah tersebut.

Daerah rawan kecelakaan adalah wilayah-wilayah tertentu yang memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang tinggi. Faktor-faktor yang menyebabkan daerah ini menjadi rawan kecelakaan dapat bervariasi, termasuk kondisi jalan yang buruk, lalu lintas yang padat, kurangnya infrastruktur keselamatan, atau perilaku pengemudi yang tidak patuh terhadap aturan lalu lintas. Di daerah ini, risiko kecelakaan seringkali lebih tinggi [8], [9]. Perlu dilakukan tindakan pencegahan dan peningkatan keselamatan, seperti peningkatan sinyal lalu lintas, perbaikan jalan, dan kampanye kesadaran untuk mengurangi angka kecelakaan dan melindungi nyawa pengguna jalan [10], [11].

Terjadinya daerah rawan kecelakaan dapat disebabkan oleh sejumlah faktor yang bekerja bersama-sama. Salah satu faktor utama adalah infrastruktur jalan yang buruk. Jalan yang rusak, berlubang, atau tidak terawat dengan baik dapat menjadi pemicu utama kecelakaan lalu lintas. Selain itu, padatnya lalu lintas juga dapat meningkatkan risiko kecelakaan, terutama pada jam-jam sibuk [12], [13]. Tingginya volume kendaraan membuat pengemudi lebih rentan terjebak dalam kemacetan atau berada dalam situasi lalu lintas yang berbahaya. Selain faktor fisik, perilaku pengemudi juga memainkan peran penting dalam pembentukan daerah rawan kecelakaan. Pelanggaran aturan lalu lintas, seperti overspeeding, penggunaan ponsel saat berkendara, dan mengemudi dalam kondisi mabuk, dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Selain itu, kurangnya kesadaran dan pengetahuan tentang keselamatan berkendara juga dapat menjadi penyebab [14]. Ketidakpatuhan terhadap peraturan lalu lintas dan kurangnya pemahaman tentang pentingnya menggunakan sabuk pengaman, helm, atau perangkat keselamatan lainnya dapat berkontribusi pada tingginya angka kecelakaan di suatu daerah. Oleh karena itu, daerah rawan kecelakaan seringkali memerlukan upaya serius untuk meningkatkan infrastruktur jalan, penegakan hukum lalu lintas yang lebih ketat, serta kampanye kesadaran untuk mengubah perilaku pengemudi. Hanya dengan mengidentifikasi dan mengatasi faktor-faktor ini, kita dapat mengurangi risiko dan meminimalkan kecelakaan di daerah tersebut [15].

Selain itu, upaya pendidikan dan kesadaran masyarakat juga sering dilakukan di daerah-daerah rawan kecelakaan untuk meningkatkan pengetahuan dan perilaku pengemudi [16]. Langkah-langkah ini bertujuan untuk mengurangi tingkat kecelakaan, cedera, dan kerugian yang terkait dengan kejadian-kejadian tersebut. Dengan mengidentifikasi dan mengatasi daerah-daerah rawan kecelakaan, harapannya adalah dapat menciptakan jalan yang lebih aman dan kondusif bagi semua pengguna jalan, serta mengurangi dampak sosial dan ekonomi yang timbul akibat kecelakaan lalu lintas [17].

Jalan raya merupakan prasarana transportasi yang paling besar pengaruhnya terhadap perkembangan sosial dan ekonomi masyarakat [18], [19]. Permasalahan yang terjadi pada kondisi lalu lintas di jalan raya telah menimbulkan berbagai masalah yaitu kecelakaan. Angka kecelakaan di

Indonesia masih sangat tinggi dan mengakibatkan kerugian yang besar. Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak terduga dan tidak disengaja. Kecelakaan dapat melibatkan kendaraan dengan pengguna jalan yang mengakibatkan korban manusia atau harta benda. Faktor yang menyebabkan kecelakaan adalah faktor pemakai jalan (manusia), faktor kendaraan, faktor jalan dan lingkungan [20], [21].

Kecelakaan lalu lintas merujuk pada insiden atau peristiwa di mana kendaraan bermotor, pejalan kaki, atau sepeda terlibat dalam tabrakan atau kejadian yang mengakibatkan kerusakan kendaraan, cedera fisik, atau bahkan kematian [22], [23]. Kecelakaan lalu lintas bisa terjadi di berbagai lingkungan, mulai dari jalan raya utama hingga jalan-jalan perkotaan atau pedesaan. Penyebab kecelakaan bisa sangat beragam, termasuk pelanggaran aturan lalu lintas, pengemudi dalam pengaruh alkohol atau narkoba, kondisi jalan yang buruk, cuaca ekstrem, atau faktor manusia seperti kelalaian atau ketidakwaspadaan [24], [25].

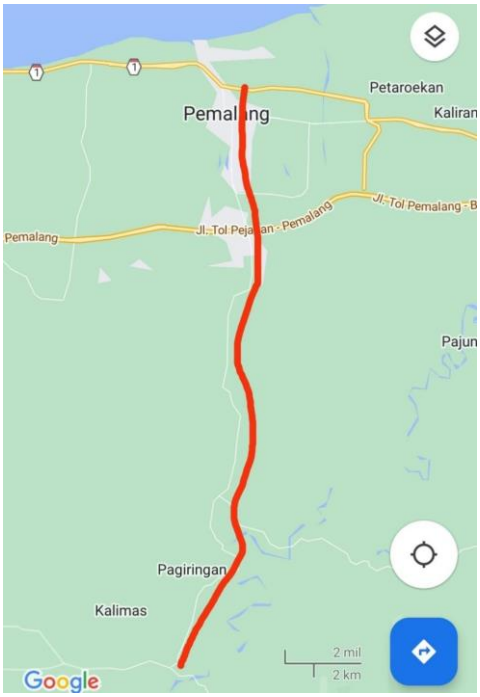
Dampak kecelakaan lalu lintas bisa sangat serius, mencakup kerugian jiwa, cedera fisik, trauma psikologis, dan kerusakan materi. Selain itu, kecelakaan juga memiliki dampak ekonomi yang signifikan, seperti biaya perawatan medis, perbaikan kendaraan, dan hilangnya produktivitas akibat cedera atau kematian [15], [26]. Oleh karena itu, keselamatan lalu lintas menjadi prioritas penting dalam perencanaan transportasi dan pengelolaan jalan. Upaya untuk mengurangi kecelakaan lalu lintas melibatkan berbagai tindakan, termasuk penegakan hukum yang ketat terhadap pelanggaran aturan lalu lintas, perbaikan infrastruktur jalan, peningkatan kesadaran dan pendidikan keselamatan lalu lintas, serta pengembangan teknologi keselamatan dalam kendaraan [27], [28]. Tujuannya adalah menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman dan mengurangi risiko kecelakaan sehingga dapat melindungi kehidupan manusia dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kecelakaan lalu lintas [29], [30]. Kecelakaan lalu lintas umumnya terjadi karena berbagai faktor penyebab seperti pelanggaran atau tindakan tidak hati-hati para pengguna (pengemudi dan pejalan kaki), kondisi jalan, kondisi cuaca, kondisi kendaraan dan pandangan yang terhalang [31], [32]. Kurangnya investasi pada suatu sistem jaringan transportasi dalam kurun waktu yang cukup lama dapat mengakibatkan sistem prasarana transportasi tersebut menjadi sangat rentan terhadap kemacetan dan kecelakaan yang terjadi apabila volume arus lalu lintas meningkat lebih dari rata-rata [33].

Dalam peristiwa kecelakaan tidak ada unsur kesengajaan, sehingga apabila terdapat cukup bukti ada unsur kesengajaan maka peristiwa tersebut tidak dapat dianggap sebagai kasus kecelakaan [34], [35]. Berdasarkan data Kepolisian Pemalang, selama tahun 2020 s/d 2021, terdapat sekitar 950. Dengan kondisi tersebut pemerintah Kabupaten Pemalang harus segera menyikapi hal tersebut, karena masih banyak masyarakat mengganggap kecelakaan adalah faktor nasib bukan karena fakor yang lain [36]. Tetapi angka kecelakaan tersebut adalah angka yang tercatat saja, kenyataanya bisa melebihi dari angka kecelakaan tersebut, karena pada kenyataannya masyarakat kadang enggan melaporkan kejadian kecelakaan tersebut kepada pihak yang berwajib. Menentukan daerah rawan kecelakaan (*black site*) dan titik-titik rawan kecelakaan (*black spot*). Salah satu ruas jalan di wilayah Kabupaten Pemalang yang kerap terjadi kecelakaan yaitu terdapat pada Ruas jalan Pemalang-Randudongkal. Dengan kondisi tingginya angka kecelakaan di ruas jalan Kabupaten Pemalang dengan sampai kecamatan Randudongkal, maka perlu adanya upaya untuk mengurangi jumlah angka kecelakaan yaitu dengan menentukan daerah rawan kecelakaan (*black site*) dan titik rawan kecelakaan (*black spot*) [37], [38].

Daerah jalan Pemalang-Randudongkal ini merupakan daerah pariwisata dengan kondisi jalan yang sempit, lurus, dan banyak kendaraan yang melintas [39]. Pada akhir-akhir ini banyak mengalami kecelakaan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengurangi jumlah kecelakaan adalah dengan analisis daerah yang menjadi titik rawan kecelakaan (*black spot*) serta daerah rawan kecelakaan (*black site*). Dengan mengetahui daerah *black site* dan *black spot* tersebut, maka diharapkan dapat mencegah dan mengurangi angka kecelakaan yang terjadi di ruas jalan Pemalang-Randudongkal. Berdasarkan data tersebut langkah utama yang perlu dilakukan untuk menanggulangi risiko kecelakaan lalu lintas adalah dengan menentukan dan menganalisis daerah rawan kecelakaan (*black site*) dan titik rawan kecelakaan

2. METODE PENELITIAN

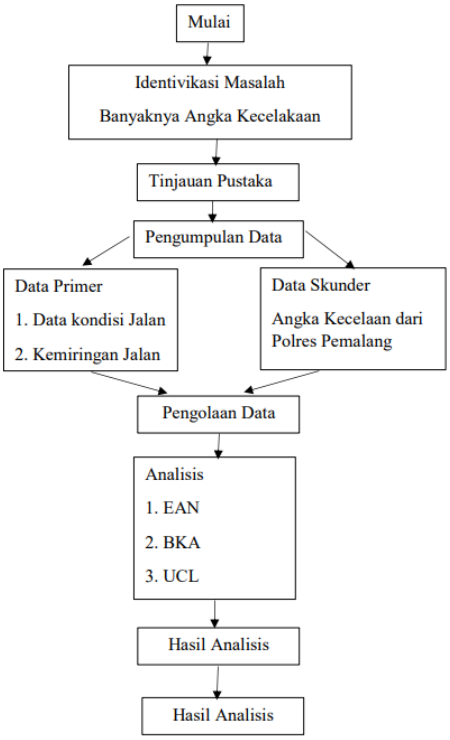
Lokasi penelitian ini dilakukan di ruas jalan PemalangRandudongkal, lokasi ini sering terjadi kecelakaan. Dengan menggunakan data kecelakaan dari Polres Pemalang untuk menentukan daerah rawan kecelakaan *(Black Site)* dan titik rawan kecelakaan *(Black Spot).*



Gambara 1. Lokasi Penelitian

Dalam melakukan penelitian, peneliti perlu menjalani serangkaian tahapan yang diperlukan untuk menghasilkan hasil yang dapat dipercaya. Tahapan-tahapan tersebut meliputi penghimpunan data, analisis data, dan penyusunan laporan penelitian. Pertama, peneliti harus mengumpulkan data yang relevan, seperti data tentang olahraga yang memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi, yang akan menjadi dasar untuk pembentukan hipotesis penelitian. Setelah data terkumpul, tahap berikutnya adalah analisis data, di mana peneliti akan mengevaluasi data yang telah dikumpulkan untuk menentukan apakah hipotesisnya benar atau tidak. Terakhir, peneliti akan menyusun laporan penelitian yang berisi temuan-temuan dan hasil analisisnya, yang kemudian akan dipublikasikan untuk dapat diakses dan dinilai oleh pihak-pihak yang berkepentingan. Dengan demikian, tahapan-tahapan ini menjadi landasan penting dalam menjalankan sebuah penelitian yang sistematis dan berkualitas.

Dalam sebuah penelitian, langkah pertama adalah mengidentifikasi permasalahan yang relevan di lapangan. Peneliti perlu mengumpulkan data untuk menganalisis permasalahan tersebut dan mencari solusi ilmiah. Pengumpulan data dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, seperti mengamati kondisi jalan dan lokasi rawan kecelakaan di Kabupaten Pemalang, khususnya Jalan Pemalang-Randudongkal. Data sekunder digunakan untuk memahami keadaan masa lalu dan mendukung permasalahan penelitian, berasal dari sumber seperti Polres Kabupaten Pemalang dan instansi terkait, termasuk data kecelakaan lalu lintas tahun 2017-2021 dari Polres Randudongkal. Dalam pengumpulan data, peneliti menggunakan berbagai alat seperti stopwatch, roll meter, alat tulis, form survey, dan stopwatch lainnya. Semua tahapan ini merupakan bagian integral dalam menjalankan penelitian yang sistematis dan informatif.



Gambar 2. Alur Penelitian

Dalam penelitian ini untuk menganalisis data menggunakan teknik *Zscore* dan *cusum (cumulative summary)* pada *black spot* dan *black site* dengan daerah rawan kecelakaan pada ruas jalan. Teknik pemeringkatan lokasi kecelakaan dapat dilakukan dengan pendekatan tingkat kecelakaan dan statistik kendali mutu (quality control statistic), atau pembobotan berdasarkan nilai kecelakaan (Pedoman Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas, 2004).

a. Metode EAN (Equivalent Accident Number)
   Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi batasan tingkat kecelakaan setiap titik yang ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:
   MD : LB : LR : K = 12 : 3 : 3 : 1
b. Metode BKA
   Metode digunakan untuk mengidentifikasi batasan tingkat kecelakaan dengan nilai rat-rata angka kecelakaan yang terjadi. Dengan rumusan sebagai berikut :
   $BKA = C + 3\sqrt{C}$
   Dimana C = Rata-rata KecelAakaan EAN
c. Metode UCL (Upper Control Limit)
   Metode yang digunakan untuk menentukan daerah rawan kecelkaan dengan tingkat per segmen/black site sehingga diperolehtitik kecelakaan/black spot dengan menggunakan persamaan berikut:
   $UCL = \lambda+\psi\times\sqrt{[(\lambda/m)+((0.829)/m)+(1/2\times m)]}$ Dimana:
   λ = Rata-rata angka kecelakaan EAN
   Ψ = Faktor probabilitas = 2.576
   m = Angka kecelakaan ruas yang ditinjau (EAN)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jaringan Jalan

Jaringan jalan yang ada di wilayah Pemalang Randudongkal secara administrasi pengawasannya dapat diklasifikasikan jalan Provinsi. Panjang jalan di jalan pada penelitian ini terdiri dari lima jalan dari pemalang sampai randudongkal. Kondisi jalan yang baik turut memperlancar lalu lintas barang dari satu daerah ke daerah lain. Persentase jalan berupa aspal dan kerikil sekitar 100% berupa aspal.

Tabel 1. Panjang Jalan Pemalang-Randudongkal

No	Nama Jalan	Panjang Jalan
1	Jalan Urip Sumoharjo	7 Km
2	Jalan Jend A.Yani	4 Km
3	Jalan Gatot Subroto	5 Km
4	Jalan Letjen Panjahitan	6 Km
5	Jalan Randudongkal	5 Km

Sumber: Data yang diolah

Kecelakaan dan Jumlah Korban

Kecelakaan merupakan suatu kejadian yang memakan korban. Ada yang mengalami luka ringan, luka berat, dan meninggal dunia. Dari data jumlah korban kecelakaan lalu lintas di ruas jalan Pemalang-Randudongkal dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021 mengalami peningkatan, menunjukkan korban kejadian kecelakaan pada tahun 2017 korban meninggal dunia (MD) sebanyak 14 orang, luka berat (LB) sejumlah 2 dan luka ringan (LR) sebanyak 374. Pada tahun 2018 korban meninggal dunia (MD) sebanyak 25 orang, luka berat (LB) sejumlah 2 dan luka ringan (LR) sebanyak 351. Pada tahun 2019 korban meninggal dunia (MD) sebanyak 23 orang, luka berat (LB) sejumlah 0 dan luka ringan (LR) sebanyak 466. Pada tahun 2020 korban meninggal dunia (MD) sebanyak 29 orang, luka berat (LB) sejumlah 16 dan luka ringan (LR) sebanyak 452.Pada tahun 2021 korban meninggal dunia (MD) sebanyak 26 orang, luka berat (LB) sejumlah 16 dan luka ringan (LR) sebanyak 493.

Karakteristik Daerah Rawan Kecelakaan

Karakteristik daerah rawan kecelakaan lalu lintas di jalan PemalangRandudongkal dipengaruhi oleh banyaknya jumlah kejadian kecelakaan yang melibatkan manusia dengan kendaraan, selain itu juga dilihat dari kondisi jalan, kemiringan medan jalan, volume kendaraan, kapasitas jalan, dan geometrik jalan yang meliputi lebar jalan, panjang jalan dan median jalan. Dari data tersebut digunakan sebagai gambaran kecenderungan kecelakaan yang terjadi di ruas jalan Pemalang-Randudongkal.

Tabel 2. Data Kejadian Peristiwa Kecelakaan di Jalan Pemalang-Randudongkal

No	Nama Jalan	Tahun					Jumlah Kecelakaan
		2017	2018	2019	2020	2021	
1	Jalan Urip Sumoharjo	78	53	64	51	62	308
2	Jalan Jend A.Yani	87	68	73	66	74	368
3	Jalan Gatot Subroto	92	102	134	159	177	664
4	Jalan Letjen Panjahitan	84	91	168	153	184	680
5	Jalan Randudongkal	49	66	50	59	38	262
Jumlah		390	380	489	488	535	2282

Sumber: Data yang diolah

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui bahwa ruas jalan yang memiliki tingkat kecelakaan tinggi antara lain, jalan Jalan Letjen Panjahitan dengan jumlah kecelakaan sebesar 680 kejadian dan jalan Jalan Jalan Urip Sumoharjo dengan jumlah kecelakaan sebesar 308 kejadian. Jalan Jend A. Yani dengan jumlah kecelakaan sebesar 368. Jalan Gatot Subroto dengan jumlah kecelakaan sebesar 664 dan Jalan Randudongkal dengan jumlah kecelakaan sebesar 262. Berdasarkan deskripsi data tersebut dapat diketahui ruas jalan yang teridentifikasi sebagai karakteristik daerah rawan kecelakaan (*black site*) merupakan ruas jalan yang memiliki jumlah kejadian kecelakaan yang tinggi. Dari data tersebut menunjukan jalan yang memiliki angka kecelkaan tertingggi yaitu jalan Letjen Panjahitan sebesar 680 dan angka kecelakaan terkecil di jalan 262 di jalan Gatot Subroto.

Perhitungan Analisis EAN

Nilai kritis pada jalan Pemalang Randudongkal dapat dihitung sebagai berikut:
EANr = EAN/R = 6.611/5 = 1.322,2

Tabel 3. Bobot Tingkat kecelakaan Lalu Lintas berdasarkan EAN

No	Segmen	Data Tahun 20172019			Nilai EAN			Jumlah EAN
		MD	LB	LR	MD*12	LB*3	LR*3	
1	Jalan Urip Sumoharjo	12	2	294	12	6	882	900
2	Jalan A. Yani	16	3	348	16	9	1.044	1.069
3	Jalan Gatot Subroto	32	8	624	32	24	1.872	1.928
4	Jalan Letjen Panjahitan	41	11	628	41	33	1.884	1.958
5	Jalan Randudongkal	15	5	242	15	15	726	756
	Jumlah	116	29	2.136	116	87	6.408	6.611

Sumber: Data yang diolah

Angka Kecelakaan Batas Kontrol Atas

Nilai batas kontrol Atas yang terjadi pada ruas jalan Urip Sumoharjo dimna terdapat jumlah total angka kecelakaan EAN = 1.322,2 pada 5 segemen pengamatan maka dinilai rata-rata (C) dapat dihitung sebagai berikut:

$$C = \frac{EAN}{jumlah\ segmen}$$
$$= \frac{6.611}{5}$$
$$= 1.322,2 .$$

Dengan nilai C = 1.322,2 maka nilai BKA sebagai berikut
BKA = C + 3 √C
= 1.322,2 + 3√1.322,2 = 1.431,28/ 1.431.

Dalam perhitungan ini, kita mencari nilai Batas Kendali Atas (BKA) yang digunakan dalam analisis statistik untuk memonitor tingkat kecelakaan dalam suatu konteks tertentu. Nilai C dihitung sebelumnya sebagai 1.322,2. Untuk menghitung BKA, kita menggunakan rumus berikut: BKA = C + 3√C. Dengan menggunakan nilai C yang telah dihitung sebelumnya (1.322,2), kita mendapatkan BKA sebagai berikut:

BKA = 1.322,2 + 3√1.322,2 BKA = 1.322,2 + 3 x 7,95 BKA = 1.322,2 + 23,85 BKA = 1.346,05, sehingga, nilai BKA adalah 1.346,05. Batas Kendali Atas (BKA) adalah nilai yang digunakan dalam analisis kontrol statistik untuk mengidentifikasi apakah suatu proses atau data berada dalam batas yang dapat diterima atau jika ada penyimpangan yang signifikan. Dalam konteks ini, BKA dapat digunakan untuk mengawasi tingkat kecelakaan lalu lintas dalam segmen jalan dan mengambil tindakan jika angka kecelakaan melebihi nilai BKA tersebut. Hal ini membantu dalam pemantauan dan perbaikan keselamatan lalu lintas di jalan tersebut.

Angka Kecelakaan Statistik Kendali Mutu Upper Control Limit

Jumlah total angka kecelakaan EAN = 6.611 pada 5 segmen. Maka nilai rat-rata λ dan nilai UCL dapat dihitung sebagai berikut: λ = 1.322,2

Faktor Probalitas(ψ) = 2,576
Nilai m diambil dari segmen no 1 = 900
UCL = λ+ψ×√([(λ/m)+((0.829)/m)+(1/2×m)])
= 1.322,2 + 2,576 x √((1.322,2/900)+(0,829/900)+(1/2x900)
= 1.322,2 + 2,576 x √1,47 + 0,0009 + 450
= 1.322,2 + 2,576 x √451,47
= 1.322,2 + 2,576 x 21,24
= 1.376,9

Dalam konteks ini, perhitungan berkaitan dengan analisis statistik yang digunakan untuk mengukur tingkat kecelakaan dalam 5 segmen jalan. Angka kecelakaan total (EAN) adalah 6.611 di seluruh segmen. Untuk menghitung tingkat kecelakaan rata-rata (λ), digunakan rumus yang menghasilkan nilai 1.322,2. Faktor probabilitas (ψ) adalah 2,576.

Selanjutnya, nilai m diambil dari segmen nomor 1, yaitu 900. Dengan menggunakan nilai-nilai ini, kita dapat menghitung Upper Control Limit (UCL), yang merupakan batas atas dari tingkat kecelakaan yang dapat diterima dalam analisis ini. Rumus UCL adalah sebagai berikut:

$UCL = \lambda + \psi \times \sqrt{[(\lambda/m) + (0{,}829/m) + (1/2 \times m)]}$

Setelah melakukan perhitungan, UCL dihitung menjadi 1.376,9.

UCL adalah nilai yang digunakan untuk memantau dan mengendalikan tingkat kecelakaan dalam suatu segmen jalan. Jika jumlah kecelakaan melampaui nilai UCL ini, dapat dianggap sebagai indikasi adanya masalah atau anomali dalam keamanan jalan tersebut, dan tindakan perbaikan mungkin perlu dilakukan. Dengan menggunakan analisis ini, pihak berwenang dapat mengambil langkah-langkah yang lebih efektif dalam mengurangi kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan jalan.

Tabel 4. Nilai EAN Batas Kontrol UCL

No	Segmen	Data Tahun 20172019			Nilai EAN			Jumlah	UCL	Keterangan
		MD	LB	LR	MD *12	LB *3	LR *3			
1	Jalan Urip Sumoharjo	12	2	294	12	6	882	900	1.376,9	Tidak ada Black Spot
2	Jalan A. Yani	16	3	348	16	9	1.044	1.069	1.381,8	Tidak ada Black Spot
3	Jalan Gatot Subroto	32	8	624	32	24	1.872	1.928	1.355,8	Balck Spot
4	Jalan Letjen Panjahitan	41	11	628	41	33	1.884	1.958	1.402,8	Black Spot
5	Jalan Randudongkal	15	5	242	15	15	726	756	1.372,3	Tidak ada Black Spot
	Jumlah	116	29	2.136	116	87	6.408	6.611	5.533,8	

Sumber: Data yang diolah

Berdasarkan hsil perhitungan metode BKA dan UCL , seperti pada tabel 4.8 dan 4.9dapat diidentifikasi daerah *black site.*dikategorikan termasuk daerah rawan apabila nilai EAN melebihi nilai BKA dan UCL Dari tabel 4.8 daerah rawan apabila nilai EAN melebihi nilai BKA yaitu diatas 1.431. dari tabel tersebut terdapat 2 daerah rawan terdiri dari jalan Gatot Subroto dan jalan Letjen Panjahitan . Akan tetapi pengidentifikasian daerah rawan dengan metode UCL terdapat 2 daerah rawan dimana black sport terjadi apabila nilai EAN melebihi batas nilai UCL.

Daerah Rawan Kecelakaan

Daerah rawan kecelakaan adalah wilayah atau lokasi tertentu yang memiliki tingkat kecelakaan lalu lintas yang lebih tinggi daripada rata-rata. Kondisi ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti infrastruktur jalan yang kurang aman, tingkat lalu lintas yang tinggi, kondisi cuaca yang buruk, atau perilaku pengemudi yang tidak patuh terhadap aturan lalu lintas. Identifikasi daerah-daerah ini sangat penting dalam upaya meningkatkan keselamatan lalu lintas dan mengurangi angka kecelakaan. Pemahaman tentang daerah rawan kecelakaan memungkinkan pihak berwenang dan lembaga terkait untuk mengambil tindakan yang lebih geotargeted untuk memperbaiki keamanan jalan dan mengurangi risiko kecelakaan. Langkah-langkah ini mungkin termasuk perbaikan infrastruktur jalan seperti penambahan lampu jalan, perbaikan tanda lalu lintas, atau perubahan desain jalan untuk meningkatkan keselamatan. Selain itu, kampanye kesadaran lalu lintas dan penegakan aturan juga sering dilakukan di daerah-daerah rawan kecelakaan untuk mengubah perilaku pengemudi dan pejalan kaki.

Dengan mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan dan mengambil langkah-langkah yang sesuai, harapannya adalah dapat mengurangi angka kecelakaan, mencegah cedera atau kematian yang dapat dicegah, serta menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman dan ramah bagi semua pengguna jalan. Ini adalah langkah penting dalam upaya untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan oleh kecelakaan di jalan.

Tabel 5. Daerah Rawan Kecelakaan

No	STA Jalan	Nilai EAN	Nilai BKA	Nilai UCL	Black Spot
1	Jalan Urip Sumoharjo	900	1.431	1.376,9	-
2	Jalan Jend A.Yani	1.069	1.431	1.381,8	-
3	Jalan Gatot Subroto	1.928	1.431	1.355,8	Km 5
4	Jalan Letjen Panjahitan	1.958	1.431	1.402,8	Km 3
5	Jalan Randudongkal	756	1.431	1.372,3	-

Sumber: Data yang diolah

Dari tabel di atas adalah kesimpulan dari analisis perhitungan EAN dengan nilai BKA dan UCL dimana dari 5 segmen terdapat 2 segmen blacksite yang merupakan daerah rawan. Pada 5 segmen yang telah dianalisis terdapat blak site nilai yang paling tinggi diantara yang lainya. Yaitu pada segmen jalan Letjen panjahitan dimana blaks spotnya terletak di Km 3 jalan Letjen Panjahitan. Pada titik tersebut tingkat kecelakaan sangat tinggi dikarenakan kurangnya rambu dan peringatan jalan jalan serta marka jalan yang kurang jelas dan jalan rusak.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal penting. Pertama, lokasi black spot (tempat rawan kecelakaan) terletak di jalan Letjen Panjahitan dan jalan Gatot Subroto, dengan titik black spot berada di kilometer 3 dan kilometer 5. Di kedua jalan tersebut, kondisi jalan yang rusak serta kekurangan marka jalan dan sistem penerangan lalu lintas menjadi masalah utama. Selain itu, masalah serupa juga ditemukan di jalan Randu Dongkal. Kedua, faktor-faktor yang berkontribusi terhadap penyebab kecelakaan meliputi tingginya kepadatan kendaraan atau pengguna jalan, rambu-rambu lalu lintas yang kurang memadai, serta kondisi jalan yang landai dan berlobang. Kondisi ini menciptakan situasi berbahaya bagi pengendara dan dapat meningkatkan risiko kecelakaan. Ketiga, upaya penanganan yang perlu dilakukan untuk mengurangi angka kecelakaan adalah dengan melakukan perbaikan kondisi jalan, termasuk perbaikan infrastruktur seperti penambahan marka jalan dan peningkatan sistem penerangan lalu lintas. Selain itu, perlu ditingkatkan pula pengaturan rambu-rambu lalu lintas agar pengendara lebih tertib dalam berkendara. Semua langkah ini diharapkan dapat membantu menciptakan lingkungan jalan yang lebih aman dan mengurangi insiden kecelakaan.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, ada beberapa saran yang dapat diimplementasikan. Pertama, di daerah rawan kecelakaan *(black site)* dan titik rawan kecelakaan *(black spot),* disarankan untuk memasang rambu-rambu peringatan daerah berbahaya yang biasanya ditempatkan sekitar 50 meter sebelum daerah seringnya terjadi kecelakaan. Kedua, perlu dilakukan perbaikan jalan sesuai dengan ketentuan geometri jalan dan kemiringan medan untuk meningkatkan keselamatan pengendara. Terakhir, perlu diselenggarakan penyuluhan atau sosialisasi kepada masyarakat mengenai peraturan keselamatan lalu lintas dan informasi terkait ruas jalan yang sering mengalami kecelakaan. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan dapat mengurangi risiko kecelakaan dan menciptakan lingkungan lalu lintas yang lebih aman.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Qoyyim, M. Taufiq, and Y. Feriska, "Kajian Aspek Pengendalian Banjir Daerah Aliran Sungai (DAS) Babakan Kabupaten Brebes Study of Flood Control Aspects of the Babakan Watershed , Brebes Regency," vol. 2, no. 2, pp. 89–97, 2021.

[2] Z. Nur, A. Khamid, W. Diantoro, and D. D. Apriliano, "Analisis Bangunan Sederhana Kawasan Terlikuifaksi Simple Building Analysis of Liquefaction Areas," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 58–67, 2021.

[3] W. Ifhan Maulidin, Yulia Feriska, Muhammad Taufiq, Abdul Khamid, "Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kecamatan Tegal Barat, Kota Tegal," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, 2023, [Online]. Available: http://jurnal.umus.ac.id/index.php/ibj/article/view/1046

[4] 2009 UU 22, "NOMOR 22 TAHUN 2009 TENTANG LALU LINTAS DAN ANGKUTAN JALAN," *NOMOR 22 TAHUN 2009 TENTANG LALU LINTAS DAN Angkut. JALAN*, no. 57, p. 3, 2009.

[5] Y. Feriska, H. Pramono, A. Khamid, and D. D. Apriliano, "Analisa Kerusakan Jalan Kabupaten Ruas Klampok–PG Banjaratma Kabupaten Brebes," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 10–18, 2023.

[6] S. Amin, M. Taufiq, and Y. Feriska, "Strategi Pengembangan Jaringan Transportasi Darat Kabupaten Brebes Land Transportation Network Development Strategy of Brebes Regency," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 10–19, 2021.

[7] A. Muzaeni, A. Khamid, W. Diantoro, and Y. Feriska, "Analisis Sedimentasi di Hulu Waduk Malahayu Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes Sedimentation Analysis in the Upstream of Malahayu Reservoir Banjarharjo Subdistrict , Brebes Regency," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 40–48, 2021.

[8] A. Wahsyati, M. Taufiq, and Y. Feriska, "Rehabilitasi Bendung Danawarih sebagai Daerah Pelayanan Irigasi Pengairan Wilayah Kecamatan Lebaksiu Kabupaten Tegal Rehabilitation of Danawarih Weir As a Area of Water Irrigation Services in Lebaksiu District Area , Tegal Regency," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, 2021.

[9] R. B. Saputra, A. Khamid, W. Diantoro, and D. D. Apriliano, "Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan pada Ruas Jalan Balapulang – Pagerbarang Kabupaten Tegal Study of Road Flexural Pavement Planning on Balapulang – Pagerbarang Road Tegal Regency," vol. 2, no. 2, 2021.

[10] S. D. Wahyuni, A. Khamid, and Y. Feriska, "Evaluasi Kinerja Struktur Dinding Bata dengan Metode Analisis Pushover pada Bangunan Sederhana Performance Evaluation of Brick Wall Structure with Pushover Analysis Method in Simple Buildings," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 29–39, 2021.

[11] R. A. Mardika, A. Khamid, W. Diantoro, and D. D. Apriliano, "Evaluasi dan Kinerja Quick Response Maintenance Ruas Jalan Kebupaten Tegal Menggunakan Asphalt Cold Mix Evaluation and Performance of Quick Response Maintenance of Kebupaten Tegal Road Section Using Cold Mix Asphalt," vol. 2, no. 2, pp. 80–88, 2021.

[12] A. N. Fajar, A. Khamid, W. Diantoro, and D. D. Apriliano, "Analisis Tingkat Kerusakan pada Jalan Pagerbarang – Margasari Kabupaten Tegal Analysis of the Level of Damage on Jalan Pagerbarang – Margasari Tegal Regency," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 49–57, 2021.

[13] G. Ramdhon, F. Gunawan, and M. Taufiq, "Analisis Pengaruh Parkir Kendaraan dan Pedestrian pada Ruas Jalan terhadap Karakteristik Lalu Lintas (Studi Kasus Ruas Jalan Gajah Mada Brebes) Analysis of the Effect of Vehicle and Pedestrian Parking on Road Sections on Traffic Characteristics (Case S," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2021.

[14] F. A. Azizi, A. L. Nurdin, M. Yunus, and A. Khamid, "Analisis Kapasitas Ruang Parkir Mobil di Kawasan Jalan Pancasila Kota Tegal Analysis of Car Parking Space Capacity in Jalan Pancasila Area of Tegal City," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 78–90, 2023.

[15] L. Nurdin and D. A. A. G, "Evaluasi dan Perbaikan Sistem Drainase Serta Pengendalian Banjir Perkotaan (Studi Kasus Limbangan Wetan, Limbangan Kulon, Kelurahan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 11–20, 2020.

[16] F. Zahroh, S. B. Riono, H. Sucipto, and A. N. P. D. Wahana, "Peran Pemuda dalam Pengenalan dan Pengembangan Teknologi Biokonversi Sampah Organik sebagai Pakan Maggot BSF Melalui Mesin Ekstruder," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2023.

[17] W. D. Ubah Aman Komarujjaman, Abdul Latif Nurdin, Imron, Yulia Feriska, "Perencanaan Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada Proyek Konstruksi Bangunan (Studi Kasus di Gedung Kantor Pemerintahan Terpadu Kabupaten Brebes) Occupational Safety and Health (K3) Cost Planning in Building Construction Project," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan*

Inform., vol. 1, no. 1, pp. 66–77, 2023.
[18] W. Sulistiyo, Wahidin, and Imron, "Pelaksanaan Pembangunan Rumah Layak Huni di Desa Cikuya," *Infratech Build. J.*, pp. 68–73, 2020.
[19] G. R. F.G, Wahidin, and M. Taufiq, "Perencanaan Pembangunan Drainase di Desa Ciawi Kecamatan Banjarharjo Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, pp. 52–60, 2020.
[20] M. GilangAlfarizi, Wahidin, and M. Yunus, "Analisis Perbandingan RAB Metode SNI dan BOW Jalan Rigid Desa Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, pp. 61–66, 2020.
[21] Wahidin, "Analisis Laju Sedimentasi dan Konservasi di Hulu Waduk Malahayu," *Infratech Build. J.*, pp. 29–35, 2020.
[22] R. B. Saputra, Abdul Khamid, and Imron, "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Eco-Drainage) di Desa Tiwulandu," *Infratech Build. J.*, pp. 62–67, 2020.
[23] A. Hamid and H. Wildan, "Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Untuk Peningkatan Ruas Jalan Brebes –Jatibarang Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
[24] Y. Feriska and A. Unaesih, "Pengaruh Beban Kendaraan terhadap Kerusakan Jalan Pada Ruas Jalan Pebatan - Rengaspendawa di Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 2, pp. 36–42, 2020.
[25] A. Hamid and A. Sodikin, "Identifikasi Kerusakan Jalan pada Jalan Larangan Pamulian Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 21–28, 2020.
[26] Wahidin and Windy, "Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Sapphire Regency Desa Pulosari Kecamatan Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 01, pp. 43–51, 2020.
[27] S. D. Wahyuni, "Perencanaan Penampungan Air Bersih di Desa Cigadung Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes: Perencanaan Penampungan Air Bersih di Desa Cigadung Kecamatan Brebes Kabupaten Brebes," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 112–117, 2020.
[28] H. Kurniawan, Abdul Khamid, and D. D. Apriliano, "Evaluasi dan Rencana Pengembangan Sistem Drainase di Kota Tegal (Studi Kasus di Kecamatan Tegal Barat)," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
[29] Wahidin, "Perencanaan Biaya Pengadaan Sumur Bor dalam untuk Distribusi Air Bersih di Desa Cigadung," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
[30] S. Azhari, W. Wahidin, and W. Diantoro, "Perencanaan Peningkatan Jalan Rigid Pavement pada Ruas Jalan Dusun Longkrang Desa Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 01, 2020.
[31] A. Nurfajar, Y. Feriska, and M. Yunus, "Perencanaan Perbaikan Jalan Desa Tegalreja," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
[32] Wahidin, Imron, and Y. Feriska, "Perencanaan Jembatan Prestessed Sungai Cijalu Kabupaten Cilacap," *Infratech Build. J.*, 2020.
[33] W. M. Lutfi Gustomi, Muhammad Taufiq, Abdul Khamid, Imron, "Perbandingan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Drainase Konvensional Pasangan Batu Kali dengan Beton Pracetak U-Ditch (Studi Kasus di Desa Karanganyar Kecamatan Pagerbarang Kabupaten Tegal) Comparison of Time and Cost of Implementing Conventional Drainage of," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 56–65, 2023.
[34] A. Khamid and M. Taufiq, "Analisis Kondisi Permukaan Pekerjaan Jalan Desa Cikakak dengan Metode PCI dan RCI," *Infratech Build. J.*, vol. 2, no. 01, pp. 90–95, 2021.
[35] D. Irawan, A. L. Nurdin, A. Khamid, and Y. Feriska, "Model Analisis Pelaksanaan Proyek dengan Metode Critical Path Method (CPM) dan Metode Crashing (Study Kasus pada Pelaksanaan Pekerjaan Peningkatan Jalan Kebandingan – Gembongdadi , Kecamatan Kramat , Kabupaten Tegal) Project Implementation Analysis Mo," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, pp. 96–102, 2020.
[36] W. Kustanti, Muhamad Yunus, Imron, Dwi Denny Apriliano, "Analisis Perencanaan Drainase di Ruas Jalan RW 01 Kelurahan Procot Analysis of Drainage Planning on RW 01 Road , Procot Village , Slawi District ," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 45–55, 2023.
[37] S. Fuaddi and A. Khamid, "Perencanaan Pembangunan Jalan Usaha Tani di Desa Cikakak Kecamatan Banjarharjo," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
[38] Wahidin, "Analisis Faktor Penyebab Kerusaka Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Desa Cikakak)," *Infratech Build. J.*, vol. 1, no. 2, 2020.
[39] S. T. Prawiro, Y. Feriska, D. D. Apriliano, W. Diantoro, and M. Yunus, "Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja pada Pekerjaan Pasangan Dinding (Studi Kasus Pembangunan Sekolah Dasar Negeri 02 Sigambir Brebes) Analysis of Factors Affecting Labor Productivity in Wall Pair Work (Case Study of the," *Era Sains J. Penelit. Sains, Keteknikan dan Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 91–107, 2023.