



ANALISA KESELAMATAN JALAN PADA MASA KONSTRUKSI DENGAN METODE KOMBINASI WORK ZONE DAN HOTSPOT MAPPING

Muhamad Meiza Jolanda*, Marice Agustini, RAS Delima Amanda Putri

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang

*Corresponding Author, Email : meizajolanda90@gmail.com

ABSTRAK

Keselamatan lalu lintas pada tahap konstruksi jalan tol merupakan isu penting karena adanya peningkatan risiko kecelakaan akibat perubahan geometri jalan, mobilisasi kendaraan proyek, serta pengaturan lalu lintas sementara yang mengganggu arus normal. Penelitian ini dilakukan pada proyek jalan tol Bayung Lencir–Tempino (Seksi 1 dan 2), dengan fokus pada titik pertemuan antara akses proyek dan jalan eksisting, khususnya di tikungan Harmoko. Metode penelitian menggabungkan analisis frekuensi kecelakaan, tingkat keparahan (severity), pemetaan spasial hotspot, serta pendekatan work zone untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan. Data teknis rencana jalan (RTA), karakteristik lalu lintas, dan variabel akses proyek dianalisis untuk memprediksi risiko. Model regresi Poisson dan Negative Binomial digunakan untuk memodelkan data kecelakaan berbentuk count data, dengan NB lebih unggul dalam menangani overdispersion. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko kecelakaan meningkat pada zona dengan perubahan akses tidak terkontrol, mobilisasi alat berat, serta transisi geometri jalan. Mitigasi yang diusulkan meliputi penempatan rambu lalu lintas sesuai kondisi, penggunaan water barrier dan flag man, serta pengaturan kecepatan pada zona kritis. Evaluasi selama enam bulan menunjukkan hasil positif dengan tercapainya zero accident tanpa korban jiwa maupun luka. Penelitian ini menegaskan efektivitas metode work zone dalam mengidentifikasi risiko dan merancang mitigasi berbasis zona, sehingga dapat menjadi acuan dalam perencanaan keselamatan proyek jalan tol di Indonesia.

Kata Kunci : Keselamatan Lalu Lintas; Jalan Tol; Work Zone; Frekuensi Kecelakaan; Tingkat Keparahan.

ABSTRACT

Traffic safety during highway construction is a critical concern due to increased crash risks caused by geometric changes, construction vehicle movements, and temporary traffic management disrupting normal flow. This study was conducted on the Bayung Lencir–Tempino Toll Road Project (Sections 1 and 2), focusing on the intersection between project access and the existing road, particularly at the Harmoko curve. The methodology combines crash frequency analysis, severity assessment, spatial hotspot mapping, and work zone approaches to identify high-risk areas. Technical design data (RTA), traffic characteristics, and project access variables were analyzed to predict crash risks. Poisson and Negative Binomial regression models were applied to model crash count data, with NB proving more effective in addressing overdispersion. Findings indicate that crash risks increase in zones with uncontrolled access changes, heavy equipment mobilization, and roadway geometry transitions. Recommended mitigation measures include proper traffic signage placement, use of water barriers and flag men, and speed regulation in critical zones. A six-month evaluation demonstrated positive outcomes, achieving zero accident with no fatalities or injuries. This research highlights the effectiveness of the work zone method in identifying risks and designing zone-based mitigation strategies. The results provide valuable insights for improving safety management during toll road construction projects in Indonesia, emphasizing the importance of integrating spatial, temporal, and technical factors into risk assessment and mitigation planning.

Keywords : Traffic Safety; Toll Road; Work Zone; Crash frequency; Severity analysis.

PENDAHULUAN

Keselamatan lalu lintas di jalan tol, khususnya pada tahap konstruksi, menjadi perhatian utama karena peningkatan risiko kecelakaan akibat perubahan geometri jalan, kendaraan konstruksi, serta pengaturan lalu lintas sementara yang mengganggu arus kendaraan normal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi daerah rawan kecelakaan pada jalan tol Bayung Lencir-Tempino (Seksi 1 dan 2), dengan fokus pada titik pertemuan antara akses proyek dan jalan eksisting. Fenomena kecelakaan pada titik ini sering kali lebih berisiko karena adanya perubahan akses yang tidak terkontrol, serta meningkatnya interaksi antara kendaraan konstruksi dan kendaraan biasa.

Penerapan metode frekuensi kecelakaan dan tingkat kecelakaan (*severity*) akan digunakan untuk memetakan area yang berpotensi rawan kecelakaan, dengan mempertimbangkan karakteristik geometri jalan, volume lalu lintas, serta faktor pengatur lalu lintas sementara selama fase konstruksi. Frekuensi kecelakaan menggambarkan jumlah kecelakaan yang terjadi dalam periode waktu tertentu, sementara tingkat kecelakaan menggambarkan keparahan dampak dari kecelakaan tersebut. Penelitian ini menjadi penting untuk memberikan wawasan tentang bagaimana manajemen akses proyek dan pengaturan lalu lintas dapat meminimalkan kecelakaan di titik pertemuan antara jalan eksisting dan akses proyek.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini akan mengkombinasikan analisis spasial untuk *hotspot mapping*, dan metode *work zone* untuk memprediksi frekuensi kecelakaan, serta analisis temporal untuk mengevaluasi perbedaan risiko antara periode siang dan malam. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat mengenai langkah-langkah mitigasi yang perlu diambil untuk meningkatkan keselamatan selama fase konstruksi proyek jalan tol.

Kecelakaan yang terjadi di *work zone* atau zona konstruksi adalah masalah keselamatan yang signifikan. Berbagai studi menunjukkan bahwa frekuensi kecelakaan di *work zone* lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi jalan normal. Sebagai contoh, penelitian oleh (Palese et al., 2025) menunjukkan bahwa faktor teknis (geometri jalan), infrastruktur (rambu, marka), dan lingkungan (cuaca, pencahayaan) terbukti memengaruhi risiko kecelakaan di *work zone*; model prediktif dapat digunakan untuk perencanaan keselamatan lebih baik. Metode analisis kecelakaan yang paling umum digunakan adalah analisis frekuensi kecelakaan, yang mengukur jumlah kecelakaan yang terjadi pada segmen jalan tertentu dalam periode waktu yang telah ditentukan.

Regresi Poisson dan *negative binomial regression (NB)* adalah dua model yang sering digunakan untuk memodelkan data kecelakaan berbentuk *count data*. Model NB dengan parameter acak lebih akurat dalam memprediksi frekuensi kecelakaan di jalan bebas hambatan; perbedaan signifikan antara siang dan malam. (P. Zhang et al., 2022). Dimana NB regression digunakan untuk mengestimasi fungsi kinerja keselamatan di persimpangan perkotaan; hasil menunjukkan model NB lebih stabil dibanding Poisson (Hauer & Bamfo, 2020). Hal ini didukung oleh Akin (2014) yang menyatakan bahwa membandingkan model Poisson dan NB untuk data kecelakaan jalan raya dan NB lebih baik menangani overdispersion, Dimana *poisson regression* digunakan ketika data kecelakaan terdistribusi secara acak, sementara *negative binomial* digunakan ketika ada *overdispersion* (varians

lebih besar daripada rata-rata). Seperti yang dilakukan Erkan et al. (2016) Dengan menanalisis frekuensi kecelakaan dengan model Poisson/NB acak, dimana desain jalan (tikungan, lebar jalur) berpengaruh signifikan.

Berikut penelitian terdahulu mengenai keselamatan lalu lintas dan work-zone, ditampilkan pada tabel 1

Tabel 1. Penelitian terdahulu

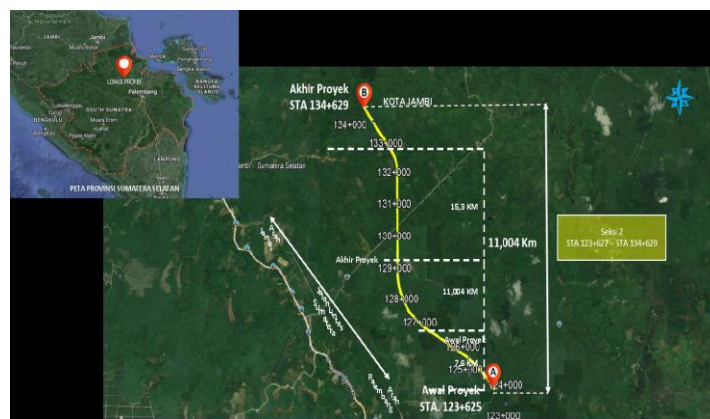
No.	Peneliti (Tahun)	Lokasi/Data	Metode Utama	Fokus (Freq/Severity/ Work-Zone/Access)	Temuan Singkat
1	(Soltani & Qadikolaei, 2024)	Greater Melbourne (2006–2020)	<i>Space-Time & Trend Analysis</i>	<i>Frequency, Temporal Hotspot</i>	<i>Hotspot</i> kecelakaan berubah secara spasio-temporal; analisis ruang-waktu penting untuk mitigasi
2	(Bhuiyan et al., 2022)	Bangladesh crash data	<i>Severity Modelling</i>	<i>Severity</i>	Faktor utama cedera parah: kecepatan tinggi, jenis kendaraan, kondisi jalan
3	(Butt & Shafique, 2025)	<i>Global crash severity datasets</i>	<i>AI/ML Crash Severity Models</i>	<i>Severity</i>	Model berbasis AI meningkatkan akurasi prediksi keparahan dibanding indeks tradisional
4	(Mokhtarimo usavi et al., 2021)	Multi-State US work-zone data	<i>Mixed Methods (Statistik + ML)</i>	<i>Work-Zone: Freq & Severity</i>	<i>Work-zone crash</i> severity dipengaruhi lokasi jembatan & konfigurasi zona kerja
5	(Z. Zhang et al., 2022)	Pennsylvania work zones (2015–2017)	<i>Causal Inference</i>	<i>Work-Zone effect on crashes</i>	<i>Work-zone</i> panjang >1.8 mil meningkatkan risiko crash; kecepatan berpengaruh kausal
6	(Federal Highway Administration, 2025)	International / FHWA	<i>RSA Guidelines</i>	<i>Pre-construction safety</i>	RSA pra-konstruksi mengidentifikasi risiko & rekomendasi mitigasi untuk semua pengguna jalan

No.	Peneliti (Tahun)	Lokasi/Data	Metode Utama	Fokus (Freq/Severity/ Work-Zone/Access)	Temuan Singkat
7	(Alam & Tabassum, 2023)	Ohio crash data	<i>Spatial Severity & GIS Mapping</i>	<i>Severity & Spatial</i>	Pemetaan hotspot kecelakaan dengan GIS; kombinasi analisis spasial & tingkat keparahan
8	(National Highway Traffic Safety Administration, 2023)	US national crash reports	<i>Policy & Statistical Reports</i>	<i>Work-zone trends</i>	898 kematian & 40,170 cedera di work-zone; tren meningkat sejak 2010
9	(Vock, 2022)	Various US work zones	<i>Journalistic Synthesis</i>	<i>Work-zone effects</i>	Efek work-zone kondisional: meningkat di jalan sibuk & siang hari, tidak selalu konsisten

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di proyek jalan tol Bayung Lencir-Tempino pada Seksi 1 dan 2. Fokus dari penelitian ini adalah tikungan Harmoko yang mempertemukan eksisting jalan nasional dan akses masuk proyek, serta pelebaran jalan yang dilakukan di tikungan Harmoko. Berikut ini adalah lokasi proyek jalan tol Bayung Lencir-Tempino seksi 1 dan 2.



Gambar 1. Lokasi Proyek Bayung Lencir -Tempino Seksi 1 dan 2

Data Rencana Teknik Akhir (RTA) Jalan Tol

Data RTA adalah data teknis yang digunakan sebagai dasar perencanaan geometri jalan pada jalan tol Bayung Lencir-Tempino. Data ini dibutuhkan untuk melihat lalu lintas yang bekerja pada saat jalan tersebut sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi resiko pada saat proyek sedang berlangsung. Berikut tabel 2 menampilkan data rencana teknik akhir.

Tabel 2. Data Rencana Teknik Akhir (RTA)

No	Uraian	Satuan	RTA
1	Panjang penanganan jalan nasional	M	781
2	Kecepatan Rencana	Km/jam	60
3	Lebar lajur	M	2 x 3,5
4	Lebar bahu dalam	M	0,5
5	Lebar bahu luar	M	2
6	Ruang bebas vertikal	M	5,1
7	Landai Maksimum	%	6,0
8	Superelevasi Maksimum	%	8,6
9	Lebar separator antara jalan nasional dan jalan lokal warga	M	1
10	Lebar ruang defleksi	M	1

Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode *work zone* untuk mengidentifikasi resiko, mendeskripsikan masalah serta merekomendasikan mitigasi/penanganan pada daerah yang dinilai beresiko tinggi. Dalam penentuan resiko dilakukan beberapa tahapan yaitu tahapan persiapan, tahapan pengumpulan data seperti data karakteristik lalu lintas, karakteristik geometri, variabel *work zone* dan variabel akses proyek. Kemudian skenario mitigasi, tahapan validasi dan rekomendasi mitigasi. Untuk setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut:

1. Tahapan persiapan
Tahap ini dilakukan untuk memetakan lokasi penelitian, segmentasi ruang dan segmentasi waktu.
2. Pengumpulan Data Variabel
 - a. Karakteristik lalu lintas: AADT, volume jam puncak, komposisi kendaraan
 - b. Karakteristik geometrik & geometri sementara: lebar jalur, radius kurva, kecerunan, lebar bahu, geometri akses proyek (radius masuk/keluar, lebar akses, visibilitas)
 - c. Variabel *work zone*: panjang zona kerja aktif, durasi fase, jarak transfer, penutupan lajur, signage sementara, kecepatan desain sementara
 - d. Variabel akses proyek: jarak dari akses ke titik utama, *visibilitas*, *channelization*, *buffer*, pengaturan akses (apakah sinyal, *ramp temporary*)
3. Interpretasi & Rekomendasi Mitigasi
Mengidentifikasi daerah-daerah yang rawan kecelakaan serta memberikan tingkat resiko disetiap zona yang dianggap berbahaya. Setelah diketahui resiko yang ada maka berikan rekomendasi mitigasi.
4. Validasi atau Evaluasi
Validasi atau evaluasi dilakukan setelah diberikannya rekomendasi mitigasi dan dilakukannya pendampingan pelaksanaan mitigasi agar sesuai dengan rekomendasi. Hal ini penting dilakukan untuk melihat seberapa efektif mitigasi yang dilakukan. Pada penelitian ini durasi pelaksanaan rekomendasi sesuai dengan progres aktual pengerjaan tikungan Harmoko yaitu sekitar 6 bulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tabel 3, 4 dan 5 memperlihatkan jenis-jenis tabrakan, tingkatan resiko serta pendekatan perbaikan dari setiap resiko yang ada. Dari tabel ini yang tingkatan resiko serta bagaimana rekomendasi mitigasi yang paling efektif untuk setiap resiko yang ada.

Tabel 3. Hasil dari Jenis Tabrakan

Tingkat Keparahan	Deskripsi	Contoh
Malapetaka	Kemungkinan yang meninggal dunia banyak	<ul style="list-style-type: none"> - Mengebut, tabrakan beruntun di jalan tol - Mobil yang lepas kendali menabrak halte bus yang penuh dengan orang-orang - Bus dan truk pengangkut bensin tabrakan - Runtuhnya sebuah jembatan atau terowongan
Serius	Kemungkinan meninggal dunia atau luka berat	<ul style="list-style-type: none"> - Kendaraan dengan kecepatan tinggi atau sedang/tabrakan kendaraan - Tabrakan kendaraan berkecepatan tinggi atau sedang - Dengan benda tetap (tertanam) di pinggir jalan - Penjalan kaki atau pengendara sepeda terserempet mobil
Minor	Kemungkinan luka ringan	<ul style="list-style-type: none"> - Tabrakan-tabrakan yang terjadi pada kendaraan dengan kecepatan rendah - Pengendara sepeda terjatuh dari sepedanya yang melaju dengan kecepatan lambat - Tabrakan belakang samping karena membelok kekiri di jalur yang licin
Terbatas	Kemungkinan tidak luka atau hanya kerusakan properti	<ul style="list-style-type: none"> - Beberapa tabrakan kendaraan yang melaju dengan kecepatan rendah. - Pejalan kaki tersandung ke benda yang ada di jalan (tidak ada cedera kepala) - Mobil mundur menabrak tiang rambu

Tabel 4. Tingkatan Hasil dari Resiko

Tingkat Keparahan	Sering	Mungkin	Kadang-kadang	Mustahil
Malapetaka	Teramat berat	Teramat berat	Teramat berat	Tinggi
Serius	Teramat berat	Teramat berat	Tinggi	Menengah
Minor	Teramat berat	Tinggi	Menengah	Rendah
Terbatas	Tinggi	Menengah	Rendah	Rendah

Tabel 5. Pendekatan Perbaikan

Resiko	Pendekatan Perbaikan yang Diusulkan
Teramat berat	Harus dibetulkan
Tinggi	Harus dibetulkan atau resikonya harus dikurangi secara signifikan, walaupun biaya-biaya perbaikannya tinggi.
Menengah	Harus dibetulkan atau resikonya harus dikurangi secara signifikan, jika biaya perbaikannya sedang-sedang saja, tetapi tidak tinggi
Rendah	Harus dibetulkan atau resikonya harus dikurangi secara signifikan, jika biaya perbaikannya rendah


Dari pengamatan lapangan didapat temuan *hazard* dan rekomendasi perbaikannya yang dilakukan pada daerah rawan kecelakaan yaitu :


1. Daerah rawan kecelakaan pada tikungan Harmoko

Tikungan Harmoko merupakan zona 1B pada pekerjaan konstuksi jalan tol Bayung Lencir-Tempino Seksi 1, dimana berbagai macam jenis pekerjaan di lakukan di sana seperti pekerjaan tanah, pekerjaan struktur, pekerjaan perkerasan dan lain lain. Hal ini membuat berbagai macam potensi resiko kecelakaan yang akan terjadi sehingga perlu adanya identifikasi resiko dan rekomendasi perbaikan, ditampilkan pada tabel 6.

Tabel 6. Identifikasi Resiko dan Rekomendasi Perbaikan Pada Daerah Pekerjaan Tikungan Harmoko

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
1	Serius	Pada zona tikungan Harmoko masih ditemukan berbagai macam kekurangan penempatan rambu lalu lintas, seperti rambu batas kecepatan selama proses konstruksi, rambu pekerjaan yang sedang dilaksanakan. Kemudian penempatan <i>water barrier</i> yang masih kurang dan tidak dihubungkan dengan <i>police line</i> sehingga mengakibatkan kebingungan dari pengemudi kendaraan	Penempatan rambu lalu lintas haruslah sesuai dengan kondisi dan waktu yang tepat. Pemasangan <i>water barrier</i> harus dibuat tidak permanen agar memudahkan untuk pemindahan rambu apabila terjadi kendala sewaktu-waktu. Harus adanya petugas keselamatan jalan yang <i>standby</i> agar dapat memaksimalkan mobilisasi dari pekerjaan.	
2	Serius	Terdapat lajur pendakian sebelum memasuki daerah tikungan Harmoko sehingga kecepatan kendaraan harus dibatasi dan di jaga pada saat proses konstruksi dan pada saat proses pra konstruksi	Minimal 100 meter sebelum memasuki zona pendakian sudah terdapat rambu batas kecepatan maksimal dan pohon-pohon di sekitar zona pendakian yang dapat menghalangi pandangan pengemudi harus di tebang. Kemudian adanya <i>flag man</i> untuk mengatur lalu lintas di sekitar.	

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
3.	Minor	<p>Pada saat proses konstruksi penambahan elevasi pada jalan nasional di tikungan Harmoko akan terjadi pemindahan arus lalu lintas sebagai bagian dari rekayasa lalu lintas, pengemudi yang salah satu rekayasa sering digunakan untuk pemindahan arus lalu lintas adalah <i>contraflow</i> yang cukup berbahaya apabila tidak di rencanakan dengan baik</p>	<p>Rekayasa lalu lintas dengan cara <i>contra flow</i> yang dilakukan di tikungan Harmoko harus direncanakan dengan hati-hati yaitu harus adanya petugas <i>flag man</i> yang memastikan tidak adanya pelanggaran batas kecepatan dan ruas jalan yang direncanakan untuk dipakai <i>contra flow</i>. Adanya rambu batas kecepatan maksimal 60 km/jam untuk kendaraan yang berada di jalur <i>contra flow</i>, kemudian adanya <i>water barrier/traffic cone</i> yang di hubungkan dengan <i>police line</i> untuk menjaga kendaraan tetap aman di jalur <i>contra flow</i>.</p>	
4.	Serius	<p>Daerah tikungan Harmoko merupakan zona yang lebar dengan 4 lajur kendaraan ditambah dengan bahu jalan pada setiap jalur, sementara pada bagian sebelum akses pada zona awal tikungan Harmoko ada jalur perpendakian dengan lebar jalan untuk 2 lajur kendaraan dan zona akhir dari tikungan Harmoko juga dengan lebar jalan untuk 2 lajur kendaraan.</p>	<p>Perpindahan dari 4 lajur ke 2 lajur haruslah diantisipasi dengan pengurangan kecepatan kendaraan dan tidak adanya median permanen pada bagian 2 lajur sehingga memudahkan akses pada zona kan kendaraan untuk berpindah lajur. Ada rambu batas kecepatan maksimum selebar jalan untuk 2 lajur kendaraan dan dari 4 lajur ke 2 lajur. Kemudian pada saat proses konstruksi adanya petugas <i>flag man</i> untuk mengatur lalu lintas di sekitar daerah konstruksi.</p>	

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
5.	Terbatas	Adanya mobilisasi alat berat seperti bulldozer, vibro, excavator, dll pada saat proses kons-truksi di tikungan harmoko.	Perlu adanya petugas <i>flag man</i> pada saat mobilisasi alat dan <i>traffic cone</i> untuk membatasi lajur alat berat agar tidak menyebabkan kemacetan jalan nasional.	

- Daerah rawan kecelakaan pada daerah akses masuk proyek
 Akses masuk proyek merupakan daerah yang tempat mobilisasinya kendaraan proyek baik itu kendaraan pribadi maupun kendaraan material proyek. Jalan akses proyek diidentifikasi dalam kelas jalan merupakan jalan desa dan sebelum masuk jalan akses merupakan kelas jalan arteri sehingga ada perpindahan kelas jalan yang akan menyebabkan berbagai titik konflik kendaraan, dengan identifikasi resiko dan rekomendasi perbaikan, ditampilkan pada tabel 7

Tabel 7. Identifikasi Resiko dan Rekomendasi Perbaikan Pada Daerah Akses Masuk Proyek Bayung Lencir -Tempino Seksi 1 dan 2

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
1.	Minor	Adanya polusi debu dan polusi suara di jalan desa pada akses masuk STA 116 dan STA 119.	Rekomendasi perbaikan dengan penyiraman air pada jalan desa pada waktu-waktu tertentu seperti pada saat mobil material lewat, kemudian dengan cara pemadatan / stabilitas tanah di jalan desa dengan CTB (<i>Cement Treated Base</i>) sehingga menghilangkan polusi debu	
2.	Terbatas	Lalu lintas di jalan desa juga menjadi akses utama untuk masyarakat desa di sekitar sehingga terkadang cukup ramai oleh anak-anak sekitar.	Rekomendasi perbaikan adalah adanya rambu batas kecepatan maksimum pada akses masuk jalan desa. Kemudian adanya rambu hati-hati pada daerah jalan desa sehingga memungkinkan pengendara untuk hati-hati saat berkendara di jalan desa.	

3. Terbatas Akses masuk ke Rekomendasi perbaikan jalan desa STA 116 kanya adalah perlu dan STA 119 adanya minimal 2 *flag man* di jalan akses pergantian kelas desa untuk mengatur jalan dari jalan desa kendaraan yang ke jalan arteri masuk dan kendaraan sehingga adanya yang keluar kemudian titik konflik adanya rambu batas kendaraan kecepatan pada daerah masuk dan keluar akses jalan desa sehingga pengendara dapat mengurangi kecepatan sebelum memasuki zona akses masuk dan keluar di jalan desa.



3. Daerah rawan kecelakaan pada overpass di seksi 1 dan 2
Overpass pada Proyek Jalan Tol Bayung Lencir-Tempino Seksi 1 dan 2 merupakan jalan yang menghubungkan jalan pedesaan yang di pisahkan oleh *main road* di jalan tol, dengan identifikasi resiko dan rekomendasi perbaikan, ditampilkan pada tabel 8

Tabel 8. Identifikasi Resiko dan Rekomendasi Perbaikan Pada Daerah *Overpass* Proyek Bayung Lencir -Tempino Seksi 1 dan 2

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
1.	Serius	Transisi antara oprit dan badan jalan di <i>overpass</i> haruslah cara pemasangan rapih sehingga tidak menyebabkan gejala pada saat berkendara di daerah tersebut.	Rekomendasi perbaikan adalah dengan memasang penghubung yang bersifat fleksibel dan tidak menyebabkan gejala seperti isian material dilatasi pada transisi oprit dan badan jalan merupakan lapisan aspal / bitumen. Serta perlu adanya rambu hati-hati seperti batas kecepatan pada daerah sebelum memasuki <i>overpass</i> .	

No	Tingkat Keparahan	Identifikasi Resiko	Rekomendasi Perbaikan	Dokumentasi
2.	Serius	Overpass yang berada di atas jalan tol perlu dibatasi aksesnya agar pengemudi tidak bisa memasuki jalan tol secara illegal	Rekomendasi perbaikan adalah pemasangan <i>chain link fence</i> (pagar pembatas <i>overpass</i>) sehingga pengemudi tidak dimungkinkan untuk memasuki daerah <i>main road</i> pada jalan tol. Pagar pembatas <i>overpass</i> ini juga berfungsi untuk mengisolasi pengemudi yang menggunakan <i>overpass</i>	
3.	Terbatas	Tinggi <i>overpass</i> haruslah sesuai dengan desain maksimum <i>overpass</i> sehingga membatasi kendaraan yang dapat melewati <i>main road</i>	Rekomendasi perbaikan adalah pemasangan rambu batas maksimum kendaraan yang boleh melewati <i>overpass</i> sehingga meminimalkan potensi kecelakaan apabila kendaraan memasuki gerbang tol	

Setelah dilakukannya mitigasi selama 6 bulan pada proyek berlangsung yang terjadi di lokasi tikungan Harmoko maka didapatkan angka *fatality* (kematian) sebanyak 0 korban jiwa dan *zero accident*. Yang artinya selama dilakukannya mitigasi tidak ada korban baik itu luka ringan maupun *fatality* (kematian).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa metode *work zone* pada saat mengidentifikasi resiko pada proyek yang sedang berlangsung sangat efektif menekan angka kecelakaan, dikarenakan pada saat mengidentifikasi resiko suatu lokasi pekerjaan perlu dilakukan skalabilitas menjadi suatu zona yang setiap zona mempunyai tingkat resiko yang berbeda sehingga mitigasi yang dilakukan dapat sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

Akin, D. (2014). *Analysis of Highway Crash Data by Negative Binomial and Poisson Regression Models*. Lecture Notes in Computer Science, 123–134. https://www.researchgate.net/publication/268807409_Analysis_of_highway_crash_data_by_Negative_Binomial_and_Poisson_regression_models

- Alam, M. S., & Tabassum, N. J. (2023). *Spatial pattern identification and crash severity analysis of road traffic crash hot spots in Ohio*. *Heliyon*, 9(5), e16303. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16303>
- Bhuiyan, H., Ara, J., Hasib, K. M., Sourav, M. I. H., Karim, F. B., Sik-Lanyi, C., Governatori, G., Rakotonirainy, A., & Yasmin, S. (2022). *Crash severity analysis and risk factors identification based on an alternate data source: a case study of developing country*. *Scientific Reports*, 12(1), 21243. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-25361-5>
- Butt, M. S., & Shafique, M. A. (2025). *A literature review: AI models for road safety for prediction of crash frequency and severity*. *Discover Civil Engineering*, 2(1), 99. <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00255-3>
- Erkan, B., Ertan, G., Yeo, J., & Comfort, L. K. (2016). *Risk, profit, or safety: Sociotechnical systems under stress*. *Safety Science*, 88, 199–210. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2016.02.002>
- Federal Highway Administration. (2025). *Road Safety Audit guidelines*. <https://highways.dot.gov/safety/data-analysis-tools/rsa/fhwa-road-safety-audit-guidelines>
- Hauer, E., & Bamfo, J. (2020). *Estimation of Safety Performance Functions for Urban Intersections Using Various Functional Forms of the Negative Binomial Regression Model*. *Accident Analysis & Prevention*, 144, 105664. https://documentserver.uhasselt.be/bitstream/1942/33076/3/AAAP-D-20-00273_R1_peer-reviewed.pdf
- Mokhtarimousavi, S., Sharma, A., & Porter, R. J. (2021). *Work zone crash severity analysis using mixed statistical and machine learning methods*. *Transportation Research Record*, 2675(12), 1–12. https://pdxscholar.library.pdx.edu/cengin_fac/615/
- National Highway Traffic Safety Administration. (2023). *Work zone fatal crashes and fatalities*. <https://workzonesafety.org/work-zone-data/work-zone-fatal-crashes-and-fatalities/>
- Palese, S., Pazzini, M., Chiola, D., Lantieri, C., Simone, A., & Vignali, V. (2025). *Crash Risk Analysis in Highway Work Zones: A Predictive Model Based on Technical, Infrastructural, and Environmental Factors*. *Sustainability*, 17(13), 6112. <https://doi.org/10.3390/su17136112>
- Soltani, A., & Qadikolaei, M. R. (2024). *Space-time analysis of accident frequency and the role of built environment in mitigation*. *Transport Policy*, 150, 189–205. <https://news.flinders.edu.au/blog/2024/04/24/crash-data-shows-road-safety-must-improve/>
- Vock, D. (2022). *Work zones cause more crashes—only sometimes*. <https://www.route-fifty.com/infrastructure/2022/06/work-zones-cause-more-crashes-only-sometimes/367950/>

- Zhang, P., Wang, C., Chen, F., Cui, S., Cheng, J., & Bo, W. (2022). *A Random-Parameter Negative Binomial Model for Assessing Freeway Crash Frequency by Injury Severity: Daytime versus Nighttime*. *Sustainability*, 14(15), 9061. <https://doi.org/10.3390/su14159061>
- Zhang, Z., Akinci, B., & Qian, S. (2022). *Inferring heterogeneous treatment effects of work zones on crashes*. *Accident Analysis & Prevention*, 177, 106811. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2022.106811>



Jurnal Deformasi is licensed under
a Creative Commons Attribution-Sharealike 4.0 International License