

Road Safety Assesment dengan Metode iRAP Star Rating pada Ruas Jalan Demakijo-Kebon Agung

Syafiiq Muhammad Ridlo¹, Mukhammad Rizka Fahmi Amrozi^{1*}, Siti Malkhamah²

¹Magister Sistem dan Teknik Transportasi, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

²Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*Corresponding author: fahmi.amrozi@ugm.ac.id

INTISARI

Penelitian ini mengevaluasi keselamatan jalan di ruas jalan provinsi Demakijo–Kebon Agung (Kabupaten Sleman) melalui kombinasi identifikasi *blackspot* berbasis Angka Ekvivalen Kecelakaan (AEK), Batas Kontrol Atas (BKA) dan penilaian iRAP Star Rating. Ruas jalan dibagi dalam 42 segmen (0–500 m) untuk analisis AEK, serta segmen 100 m untuk survei iRAP yang mencakup *atribut roadside, midblock, intersections, VRU facilities & land use, flow, dan speeds*. Hasil perhitungan AEK menunjukkan 8 segmen tergolong *blackspot*, dengan segmen terburuk pada segmen 9 (KM 8+500–9+000) dengan karakteristik kawasan komersial, dua simpang tak bersinyal, kecelakaan dominan yaitu tabrak depan–samping pada malam hari. Analisis iRAP mengindikasikan risiko kecelakaan dominan *head on loss control* pada segmen lurus dan *intersection* pada segmen dengan simpang tak bersinyal, sementara pada pejalan kaki dan pesepeda mengindikasikan *crossing* dan *along* sebagai resiko kecelakaan dominan. Rekomendasi untuk meningkatkan keselamatan berupa manajemen kecepatan 40 km/jam, *rumble strip*, paku jalan, rambu prioritas/stop, zebra cross, PJU, delineator, trotoar, dan marka jalur sepeda disimulasikan dengan iRAP *Star Rating (before–after)*.

Kata kunci: *Blackspot*, iRAP, *Star Rating*, Keselamatan Jalan.

1 PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah kendaraan terus meningkat setiap tahun, yang ditunjukkan oleh peningkatan kepemilikan kendaraan terutama kendaraan pribadi. Namun, di beberapa wilayah, peningkatan sarana transportasi tidak selalu diiringi dengan perbaikan infrastruktur transportasi atau jalan. Jika kebutuhan infrastruktur ini tidak terpenuhi, maka akan menimbulkan masalah lalu lintas seperti risiko keselamatan (Hartati et al., 2025). Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa yang selalu terjadi dari waktu ke waktu dengan kecenderungan mengalami peningkatan jumlah kejadian. Jumlah kecelakaan lalu lintas yang meningkat setiap tahunnya menarik perhatian semua pihak. Data WHO (2023) menunjukkan bahwa kecelakaan lalu lintas menyebabkan sekitar 1,19 juta kematian setiap tahun. Kecelakaan jalan dapat menyebabkan cedera atau kematian. Salah satu penyebab utama kematian pada anak-anak dan dewasa muda berusia 5 hingga 29 tahun adalah kecelakaan jalan raya. Di seluruh dunia, negara-negara berpendapatan rendah dan menengah bertanggung jawab atas sekitar 92 persen kematian di jalan raya. Tren global 2023–2024 menunjukkan meskipun negara maju berhasil menurunkan fatalitas, angka kematian di negara berkembang cenderung stagnan atau meningkat (Li et al., 2024). Sementara di Indonesia, kecelakaan masih menjadi salah satu faktor penyebab kematian tidak alami, berdasarkan data Kepolisian Republik Indonesia (POLRI), jumlah kecelakaan lalu lintas sepanjang jumlah kecelakaan dan jumlah korban kecelakaan lalu lintas masih mengalami tren kenaikan selama tahun 2022 s.d. 2024.

Kecelakaan lalu lintas terutama disebabkan oleh interaksi kompleks antara manusia, kendaraan, dan lingkungan jalan. Kesalahan manusia merupakan faktor utama penyebab kecelakaan, tetapi desain dan kondisi infrastruktur jalan dapat meningkatkan atau mengurangi frekuensi ataupun dampak kecelakaan (Dumitrascu, 2024). Risiko kecelakaan dapat meningkat karena desain jalan yang buruk, seperti tikungan tajam tanpa peringatan, permukaan jalan yang rusak, atau kurangnya penerangan (Ehsani et al., 2023). Oleh karena itu, untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan melalui intervensi terhadap infrastruktur jalan harus dilakukan. Prinsip *forgiving road, self-explaining road, dan self-enforcing road* membantu pengguna memahami perilaku aman, mengurangi akibat kesalahan, dan mendorong kepatuhan alami terhadap aturan (Ehsani et al., 2023). Pendekatan ini telah terbukti efektif untuk menurunkan tingkat kecelakaan di berbagai konteks seperti di negara berkembang, di mana perilaku pengemudi beragam dan penegakan hukum masih belum sempurna (Ehsani et al., 2023).

Melihat tren kecelakaan yang meningkat setiap tahunnya sudah selayaknya menjadi perhatian. Sebagai organisasi internasional, Perserikatan Bangsa-Bangsa sangat memperhatikan masalah keselamatan jalan. PBB pada September 2020 mengeluarkan resolusi A/RES/74/299, "*Improving Global Road Safety*." Resolusi ini menetapkan Dekade Aksi untuk Keselamatan Jalan 2021–2030 dengan tujuan untuk mencegah setidaknya 50% kematian dan cedera yang disebabkan oleh lalu lintas pada tahun 2030. Indonesia sebagai anggota PBB melalui Peraturan Presiden Nomor 1 Tahun 2022 juga menetapkan tujuan diatas dalam Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK) Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Salah satu strategi untuk mencapai target RUNK adalah dengan menargetkan lebih dari 75% perjalanan kendaraan bermotor di jalan yang memenuhi standar jalan bintang 3.

Metode iRAP *Star Rating* merupakan salah satu metode penilaian infrastruktur jalan yang memberikan peringkat bintang pada kinerja keselamatan jalan sesuai standar global berdasarkan tingkat keselamatan masing-masing jenis kendaraan. Studi yang dilakukan di seluruh dunia telah menunjukkan bahwa ada korelasi antara tingkat kecelakaan dan kualitas infrastruktur jalan. Penelitian di Indonesia metode iRAP *Star Rating* telah diterapkan di jalan tol memperlihatkan adanya korelasi positif antara hubungan *star rating* dengan indikator kinerja keselamatan seperti jumlah kecelakaan dan fatalitas (Ayuningtyas et al., 2024). Studi lain di Jawa Barat tepatnya pada ruas jalan Kopo-Soreang menunjukkan efektivitas penggunaan iRAP yang berhasil meningkatkan Star Rating minimum menjadi 3 dan menurunkan estimasi fatalitas sebesar 49,91 % (Husnudzon et al., 2023).

Meskipun metode *Star Rating* telah diterapkan di jalan nasional namun penerapannya pada jalan provinsi masih terbatas, termasuk di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY). Jalan provinsi yang memiliki karakteristik geografis dan penggunaan jalan unik (misalnya jumlah turis, pejalan kaki, dan budaya berkendara heterogen), namun penerapan iRAP belum pernah dikaji secara mendalam. Ini merupakan *research gap* yang membuka peluang penelitian ini. Selain itu berdasarkan data Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) menunjukkan bahwa kecelakaan di DIY sempat mengalami tren penurunan meskipun terjadi kenaikan kembali pada tahun 2024.

Dengan mempertimbangkan situasi ini, maka penilaian infrastruktur jalan DIY dengan metode iRAP *Star Rating* menjadi urgensi untuk menurunkan angka kecelakaan, terutama pada lokasi jalan provinsi dengan kondisi keselamatan terburuk yaitu lokasi *blackspot*. Penelitian sebelumnya menemukan kinerja keselamatan jalan berhubungan dengan penurunan angka kecelakaan, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi keselamatan jalan, mengidentifikasi elemen teknis jalan yang berpotensi menyebabkan kecelakaan di ruas jalan yang ditinjau serta memberikan rekomendasi peningkatan keselamatan jalan.

2 METODE PENELITIAN

Penentuan lokasi *black spot* digunakan data sekunder dari kepolisian yang berisi data-data kecelakaan lalu lintas yang terjadi di seluruh wilayah DIY serta data lain dari dinas terkait diolah sedemikian rupa untuk dapat menghasilkan data yang siap digunakan. Segmentasi ruas untuk lokasi *blackspot* dilakukan 0-500 m sesuai dengan Pedoman Penentuan *Blackspot* dari POLRI sementara segmentasi untuk iRAP dilakukan per 100 m Pedoman iRAP. Selanjutnya perhitungan dan pemeringkatan AEK dimana segmen dengan nilai AEK yang melampaui BKA disebut sebagai *blackspot*. Kemudian dilanjut dengan penilaian iRAP *star rating*.

2.1 Lokasi Penelitian

Jalan provinsi dibandingkan dengan jalan lain dengan status yang berbeda, cenderung memiliki volume lalu lintas yang lebih rendah, variasi demografi pengguna jalan yang lebih besar, gangguan samping yang lebih besar, dan sebaran titik kecelakaan lalu lintas yang lebih luas. Selain itu penelitian-penelitian mengenai keselamatan jalan mayoritas berlokasi pada jalan nasional sedangkan di jalan provinsi masih minim. Hal tersebut menjadi pertimbangan untuk pemilihan lokasi penelitian.

Jalan-jalan provinsi Kabupaten Sleman dipilih sebagai lokasi penelitian ini karena berdasarkan data dari Polda DIY menunjukkan bahwa wilayah Sleman memiliki jumlah kecelakaan lalu lintas tertinggi dibandingkan dengan wilayah lain di DIY dari 2024. Sementara pemilihan ruas yang menjadi lokasi pengamatan didasarkan pada teori *three dimensions affecting road safety* yang menyatakan bahwa kecelakaan lalu lintas merupakan proses kompleks yang melibatkan 3 faktor yaitu *exposure*, *accident rate* dan *severity* (Hakkert & Braimaister, 2002). Oleh karena itu untuk lokasi pengamatan dipilih ruas dengan volume lalu lintas yang tinggi yaitu ruas jalan Demakijo-Kebon Agung.

2.2 Data Penelitian

Data primer atau data lapangan dikumpulkan langsung melalui survei lapangan dalam penelitian ini meliputi survei geometrik jalan dan survei kecepatan. Survei geometrik jalan dilakukan per 100 m sesuai pedoman iRAP Manual Survey dan terdiri dari pengambilan data roadside, data *midblock*, *data intersection*, data *vulnerable road user facilities & land use* serta *speeds*. Data primer digunakan untuk analisis evaluasi keselamatan jalan berdasarkan persyaratan teknis jalan dan metode iRAP star rating. Survei kecepatan dilakukan dengan mengukur spot speed kendaraan dengan bantuan speed gun. Pengambilan data kecepatan minimal 100 kendaraan per titik survei sesuai pedoman iRAP Manual Survei.

Sementara data sekunder yang digunakan adalah data kecelakaan dari Ditlantas Polda DIY untuk identifikasi lokasi *blackspot* dan kecelakaan dominan. Data volume lalu lintas dari Dishub Provinsi DIY dan data teknis jalan dari Dinas Bina Marga DIY untuk data input metode iRAP star rating.

2.3 Metode Analisis

2.3.1 Identifikasi Blackspot

Metode identifikasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan bobot fatalitas kecelakaan (Angka Ekuivalensi Kecelakaan / AEK). Balitbang Departemen Kimpraswil (2004) menetapkan metode AEK untuk penentuan lokasi *blackspot*. Untuk memulai perhitungan AEK, jalan terburuk yang diambil dibagi menjadi beberapa bagian yang sama. Selanjutnya, data kecelakaan diurutkan berdasarkan lokasi di setiap bagian ruas jalan tersebut. Perhitungan AEK bergantung pada jumlah kematian (fatalitas) kecelakaan dan kerugian material. Jumlah kecelakaan saat ini dikalikan dengan faktor pemberat yang telah ditentukan dalam persamaan. Perhitungan AEK dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut (Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, 2004) :

$$AEK = 12M + 3(LB + LR) + k \quad (1)$$

dengan :

AEK	= angka ekuivalen kecelakaan
MD	= jumlah korban mati (jiwa)
LB	= jumlah korban luka berat (jiwa)
LR	= jumlah korban luka ringan (jiwa)
K	= jumlah kecelakaan lalu lintas dengan kerugian material (kejadian)

Perhitungan Batas Kontrol Atas (BKA) biasanya digunakan untuk memperbaiki metode AEK ini untuk menentukan area atau segmen mana dari ruas jalan yang dianggap sebagai black spot. Rumus BKA ialah seperti persamaan berikut (Sugiyanto & Fadli, 2016) :

$$BKA = C + 3\sqrt{C} \quad (2)$$

dengan :

BKA	= batas kontrol atas
C	= rata-rata nilai AEK dalam satu ruas jalan

2.3.2 Penilaian iRAP Star Rating

iRAP membuat metode untuk penilaian keselamatan jalan dengan *star rating*. Metode ini menunjukkan nilai dari satu hingga lima bintang. Nilai bintang yang lebih tinggi menunjukkan bahwa suatu jalan memiliki risiko yang lebih rendah ketika terjadi kecelakaan, yang berarti bahwa jalan tersebut sudah berkeselamatan. Sebaliknya, nilai bintang yang lebih rendah menunjukkan bahwa jalan tersebut memiliki risiko yang lebih tinggi dan tidak memenuhi standar keselamatan jalan (iRAP, 2014). Contoh penilaian bintang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 1. Contoh penilaian iRAP Star Rating (<https://demonstrator.vida.irap.org/>)

Star Rating Score (SRS) dihitung untuk setiap segmen jalan sepanjang 100 meter dan setiap pengguna jalan dari empat kategori, menggunakan rumus berikut :

$$SRS = \sum Crash\ Type\ Score \tag{3}$$

Dimana :

- a. SRS mewakili risiko relatif kematian dan cedera serius untuk masing-masing pengguna jalan.
- b. $Crash\ Type\ Scores = Likelihood \times Severity \times Operating\ speed \times External\ flow\ influence \times Median\ traversability$

Dimana :

- a. *Likelihood* merupakan faktor risiko atribut jalan yang mempengaruhi kemungkinan terjadinya kecelakaan.
- b. *Severity* merupakan faktor risiko atribut jalan yang mempengaruhi tingkat keparahan kecelakaan.
- c. *Operating speed* adalah komponen yang memengaruhi tingkat perubahan risiko sambil mengubah kecepatan.
- d. *External flow influence* adalah variabel yang memengaruhi risiko seseorang untuk terlibat dalam kecelakaan yang disebabkan oleh penggunaan jalan oleh orang lain.
- e. *Median traversability* mengacu pada kemungkinan kendaraan salah jalur dan melintasi median jalan. Ini juga berlaku untuk penumpang kendaraan dan motoris yang mengalami tabrakan depan-belakang atau keluar jalur. (IRAP, 2014)

Berdasarkan hasil SRS yang diperoleh melalui formulasi di atas, iRAP kemudian mengklasifikasikan setiap skor untuk menghasilkan *star rating*, seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut.

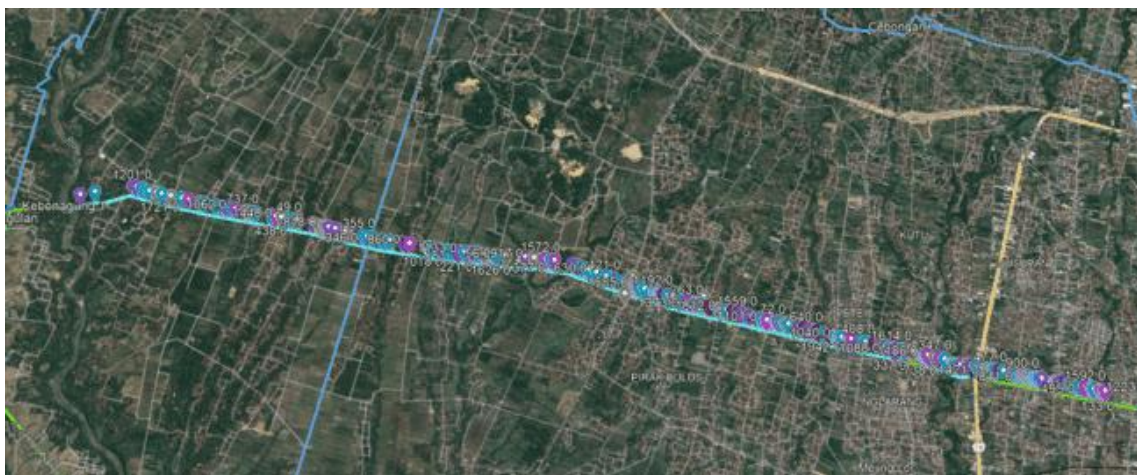
Tabel 1. Klasifikasi SRS (IRAP, 2015)

Star Rating	Star Rating Score				
	Vehicle occupants and motorcyclist	Bicyclist	Pedestrian		
			Total	Along	Crossing
5	0 to < 2.5	0 to < 5	0 to < 5	0 to < 0.2	0 to < 4.8
4	2.5 to < 5	5 to < 10	5 to < 15	0.2 to < 1	4.8 to < 14
3	5 to < 12.5	10 to < 30	15 to < 40	1 to < 7.5	14 to < 32.5
2	12.5 to < 22.5	30 to < 60	40 to < 90	7.5 to < 15	32.5 to < 75
1	22.5 +	60 +	90 +	15 +	75 +

Proses pemeringkatan ini menggunakan hasil observasi lapangan yang dimasukkan ke dalam perangkat lunak online yang terhubung (*software*). Data observasi lapangan dimasukkan ke dalam perangkat lunak iRAP berdasarkan masing-masing atribut yang ditinjau, dan kemudian dianalisis untuk menghasilkan nilai *Star Rating Score* dan *Crash Risk Score* per jenis kendaraan pada setiap segmen jalan sepanjang 100 m (IRAP, 2015). Setelah diketahui hasil penilaian iRAP termasuk resiko kecelakaan pada segmen tersebut disusun rekomendasi untuk meningkatkan kinerja keselamatan pada segmen jalan tersebut.

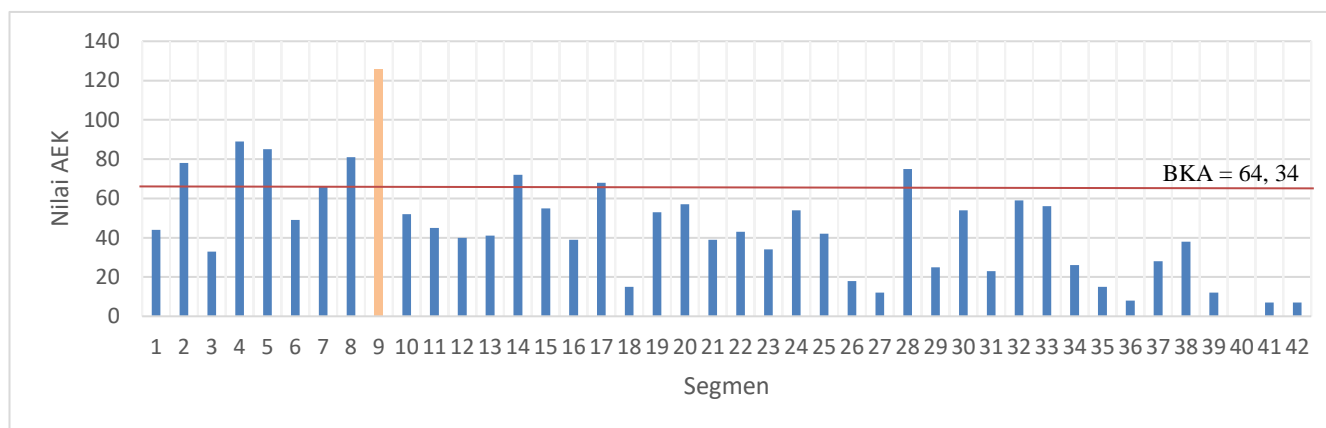
3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data kecelakaan selama 5 tahun terakhir di ruas jalan Demakijo-Kebon Agung maka diperoleh sebaran lokasi kecelakaan pada gambar 1. Adapun ruas jalan Demakijo-Kebon Agung dibagi dalam 42 buah segmen.



Gambar 2. Peta Sebaran Kecelakaan

Dari sebaran kecelakaan diatas kemudian dihitung nilai AEK dan BKA pada tiap segmen sesuai dengan gambar 2. Berdasarkan perhitungan tersebut diperoleh sebanyak 8 segmen yang termasuk blackspot dengan segmen terburuk yaitu segmen 9 (KM 8+500 s.d. KM 9+000).

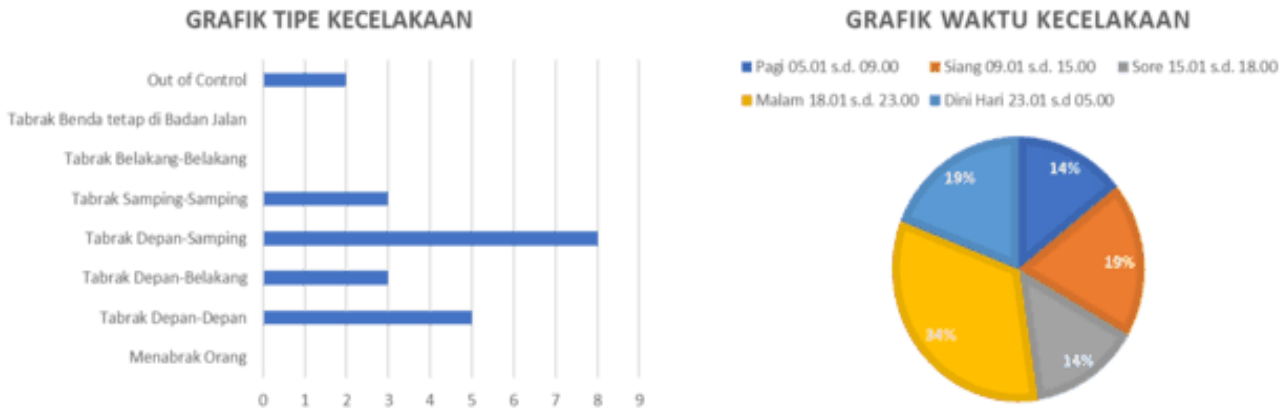


Gambar 3. Nilai AEK dan BKA

Adapun karakteristik jalan di segmen 9 yaitu wilayah komersial dengan jalan lurus dan terdapat 2 simpang tak bersinyal sesuai gambar 3. Karakteristik kecelakaan yang terjadi sepanjang segmen 9 yaitu kecelakaan tabrak depan samping dengan waktu kejadian dominan pada malam hari sesuai gambar 4.



Gambar 4. Gambaran Lokasi



Gambar 5. Karakteristik kecelakaan

Dalam proses penilaian iRAP menggunakan empat parameter pengguna jalan yaitu *vehicle* (mobil), *motorcyclist* (sepeda motor), *bicyclist* (pesepeda), dan *pedestrian* (pejalan kaki). Berdasarkan pengamatan terhadap atribut penilaian jalan oleh iRAP yang terdiri atas penilaian tepi jalan (*roadside*), penampang melintang (*midblock*), persimpangan (*intersections*), arus (*flow*), fasilitas pengguna jalan rantai dan tata guna lahan (*VRU facilities and land use*), dan kecepatan (*speeds*). Adapun hasil penilaian kondisi eksisting segmen tersebut terlihat pada tabel 1.

Tabel 2. Star Rating Score

No	Segmen	Star Rating Score			
		Mobil	Motor	Pejalan Kaki	Sepeda
1	8+500 s.d 8+600	30.03	39.53	103.31	89.48
		☆	☆	☆	☆
2	8+600 s.d 8+700	7.68	9.85	103.31	35.76
		☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆
3	8+700 s.d 8+800	7.68	9.85	103.31	35.76
		☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆
4	8+800 s.d 8+900	34.1	39.83	129.68	60.86
		☆	☆	☆	☆
5	8+900 s.d 9+000	7.68	9.85	103.31	35.76
		☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆

Berdasarkan hasil penilaian dengan iRAP diperoleh resiko kecelakaan dominan pada segmen jalan lurus yaitu *head on loss control* untuk kendaraan mobil dan sepeda motor, *crossing trough* dan *along* untuk pejalan kaki serta *along* untuk sepeda. Sementara pada segmen jalan dengan simpang tak bersinyal diperoleh resiko kecelakaan dominan yaitu *intersection* untuk kendaraan mobil dan sepeda motor, *crossing trough*, *crossing side*, dan *along* untuk pejalan kaki serta *crossing trough* dan *along* untuk sepeda. Kemudian berdasarkan karakteristik Lokasi, karakteristik kecelakaan dan resiko kecelakaan dominan dari iRAP maka disusunlah rekomendasi untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas pada segmen jalan tersebut, sebagai berikut.

Tabel 3(a). Rekomendasi peningkatan keselamatan jalan

No	Parameter	Rekomendasi
1	Lokasi Kecelakaan	
	a. Bagian jalan lurus	Pemasangan paku jalan di marka tengah dan marka penghaduh pada tepi jalan
	b. Bagian Persimpangan	Penambahan rambu batas kecepatan Pemasangan marka penghaduh (<i>rumble strip</i>) menjelang simpang. Pemasangan rambu simpang prioritas
2	Tipe Kecelakaan	Pemasangan rambu larangan
	Tabrak depan-samping	Penambahan marka solid pada marka tengah
3	Waktu Kecelakaan	Penerangan yang cukup (perbaikan dan penambahan PJU)
	Malam hari (Pukul 18.00-24.00)	Rambu peringatan elektrik

Tabel 3(b). Rekomendasi peningkatan keselamatan jalan

No	Parameter	Rekomendasi
4	Resiko Kecelakaan <i>Head on loss control</i>	Pemasangan marka penggaduh pada tepi jalan Pelebaran bahu jalan yang diperkeras Pemasangan delineator pada tiang-tiang di tepi jalan
	<i>Crossing Trough</i>	Penyediaan lokasi penyebrangan dengan pelindung pejalan kaki dan mampu mengakomodasi sepeda serta penyandang disabilitas. Penyediaan jalur sepeda berupa marka
	<i>Along</i>	Penyediaan trotoar pada kawasan komersial untuk mengakomodir pejalan kaki pada waktu tertentu Pemasangan rambu <i>stop</i> pada jalan minor menjelang simpang
	<i>Crossing Side</i>	Pemasangan <i>zebra cross</i> pada jalan minor. Manajemen kecepatan dengan batas kecepatan 40 km/jam dilengkapi dengan rambu dan marka penggaduh menjelang simpang.
	<i>Intersection</i>	Pemasangan rambu peringatan simpang.

Untuk mengetahui dampak dari rekomendasi yang telah disusun maka skenario diatas disimulasikan dengan penilaian iRAP dan diperoleh hasil penilaian setelah rekomendasi sebagai berikut.

Tabel 4. *Before-After Star Rating Score*

No	Segmen	<i>Star Rating Score (Before)</i>				<i>Star Rating Score (After)</i>			
		Mobil	Motor	Pejalan Kaki	Sepeda	Mobil	Motor	Pejalan Kaki	Sepeda
1	8+500 s.d	30.03	39.53	103.31	89.48	4.58	5.56	11.47	5.35
	8+600	☆	☆	☆	☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
2	8+600 s.d	7.68	9.85	103.31	35.76	1.37	1.93	1.89	4.42
	8+700	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
3	8+700 s.d	7.68	9.85	103.31	35.76	1.64	2.2	9.95	3.69
	8+800	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
4	8+800 s.d	34.1	39.83	129.68	60.86	6.76	8.03	12.93	6.71
	8+900	☆	☆	☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆
5	8+900 s.d	7.68	9.85	103.31	35.76	1.75	2.37	9.95	3.55
	9+000	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆	☆☆☆☆

4 KESIMPULAN

Penelitian ini memposisikan keselamatan jalan sebagai isu yang mendesak di jalan provinsi wilayah DIY dengan melakukan identifikasi blackspot berdasarkan nilai AEK dan BKA dan evaluasi infrastruktur jalan berbasis iRAP Star Rating. Penelitian difokuskan pada segmen terburuk untuk memahami pola kecelakaan dominan dan menyusun intervensi yang dapat disimulasikan.

- Ruas Jalan Demakijo-Kebon Agung dibagi dalam 42 segmen dengan segmen 9 (KM 8+500 s.d. KM 9+000) sebagai segmen terburuk. Segmen tersebut memiliki karakteristik kawasan komersial dan geometri jalan lurus dengan dua simpang tak bersinyal dengan kecelakaan dominan tabrak depan samping dan waktu kejadian pada malam hari.
- Evaluasi iRAP menunjukkan profil resiko yang berbeda-beda pada tiap pengguna jalan dan geometrik jalan. Pada geometrik jalan lurus, risiko untuk mobil dan sepeda motor mengarah ke *head on loss control*, tetapi pada geometrik dengan simpang tak bersinyal, risiko kecelakaan dominan yaitu *intersection*. Sementara pada pengguna jalan rentan, seperti pejalan kaki dan pesepeda, *crossing* dan *along* menimbulkan risiko yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa koridor komersial dengan aktivitas tepi jalan tinggi membutuhkan fasilitas penyeberangan, trotoar, dan ruang sepeda yang lebih aman.
- Rekomendasi yang terukur diperlukan untuk meningkatkan keselamatan jalan secara signifikan dengan simulasi *before-after*. Skenario utama yaitu dengan manajemen kecepatan yaitu batas kecepatan 40 km/jam, marka penggaduh, rambu dan paku jalan), Peningkatan kewaspadaan pada simpang dengan rambu simpang prioritas, zebra cross dan rambu peringatan, peningkatan keselamatan malam hari dengan perbaikan/penambahan PJU dan

rambu peringatan elektrik, serta perlindungan pengguna jalan rentan dengan pemasangan delineator, fasilitas penyeberangan berpelindung yang aksesibel, marka jalur sepeda, dan trotoar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Manajemen Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan sebagai pemberi dana untuk menyelesaikan penelitian yang menjadi dasar penulisan jurnal ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada atas dukungan fasilitas dan lingkungan akademik yang kondusif selama proses penelitian ini berlangsung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Kementerian Perhubungan, Kepolisian Daerah Yogyakarta, Dinas Perhubungan Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Dinas Bina Marga Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan Pusat Studi Transportasi dan Logistik Universitas Gadjah Mada atas ketersediaan alat dan data yang menjadi dasar dalam analisis dan simulasi. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada para dosen pembimbing dan rekan sejawat atas masukan yang konstruktif dalam penyusunan dan penyempurnaan artikel ini. Penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa kontribusi dan dukungan dari berbagai pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

REFERENSI

- Ayuningtyas, K. N. S., Kusumawati, A., Pangestika, S. H., & Hadiyanti, I. (2024). The Relationships Between iRAP Star Rating Score and Various Safety Performance Indicators. *International Journal of Technology*, 15(5), 1349–1360. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v15i5.5726>
- DEPARTEMEN PERMUKIMAN DAN PRASARANA WILAYAH. (2004). Pedoman Angka Ekuivalen Kecelakaan. Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah, 54. <http://www.pu.go.id/uploads/services/infopublik20120704151813.pdf>.
- Ehsani, J. P., Michael, J. P., & MacKENZIE, E. J. (2023). The Future of Road Safety: Challenges and Opportunities. *Milbank Quarterly*, 101, 613–636. <https://doi.org/10.1111/1468-0009.12644>
- Hakkert, S., & Braimaister, L. (2002). The uses of exposure and risk in road safety studies
- Hartati, N. D., Puspitasari, N. R., Muizz, F. A., Rijaluddin, A., & Taufik, M. (2025). The Impact of Local Road Infrastructure on Driver Safety: A Systematic Literature Review. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(2), 5207–5218. <https://doi.org/10.31004/riggs.v4i2.1389>
- Husnudzon, D. A., Kusumawati, A., & Weningtyas, W. (2023). Improvement Of Road Safety Conditions Based on IRAP Star Rating and Road Safety Inspection (Case Study Kopo – Soreang Provincial Road). *Jurnal Teknik Sipil*, 30(3). <https://doi.org/10.5614/jts.2023.30.3.1>
- International Road Assessment Programme (iRAP). (2014). iRAP Methodology Factsheet Number 1 : Overview
- International Road Assessment Programme (iRAP). (2014). iRAP Methodology Factsheet Number 6 : Star Rating Score Equations
- International Road Assessment Programme (iRAP). (2015). iRAP Methodology Factsheet Number 3 : Road Atributes
- International Road Assessment Programme (iRAP). (2015). iRAP Methodology Factsheet Number 7 : Star Rating Bands
- Polri. (2016). Pedoman Penentuan dan Pengkajian Black Spot. 1–73.
- Sugiyanto, G., & Fadli, A. (2016). Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas Dengan Metode Batas Kontrol Atas Dan Upper Control Limit. *Jurnal Program Studi Teknik Sipl.* <https://scholar.archive.org/work/u4vfti5g75bybfapksrs51wcz4/access/wayback/https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jtsp/article/download/SuppFile/10768/1521>