

EVALUASI RUAS JALAN GAJAH MADA MENGGUNAKAN METODE IRAP UNTUK MENCAPAI STAR RATING 4 DAN 5

Ni Luh Putu Shinta Eka Setyarini¹, Dewi Linggasari², Giulyan³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: niluhs@ft.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: irenedewi.linggasari@gmail.com

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara Jakarta

Email: giulyan.325160052@stu.untar.ac.id

ABSTRACT

Traffic accidents are an important problem in Indonesia, the accidents occur due to various factors, the main factors causing accidents is the driver error factor due to not fair and dangerous road conditions. Therefore the improvement and evaluation of road conditions is very important to reduce the number and fatality of traffic accident. The strategies for improving it is the IRAP method which will be used in this study on the Gajah Mada road – Jakarta, which is targeted to get a Star Rating Score of 4 and 5. From the observation method of the research, it was found that the existing condition of the Gajah Mada road, for vehicle occupant it has reached 4, motorcycles 4, pedestrians 5, but for cyclists only 3 therefore, it is necessary to do countermeasures to improve the Star Rating Score for cyclists to elevate 4 and 5.

Keywords: accident; road safety; driver; IRAP; star rating

ABSTRAK

Peristiwa kecelakaan lalu lintas merupakan kejadian yang sangat sering terjadi dan harus segera di atasi. Menurut data statistik 2018 akhir, kecelakaan lalulintas tercatat 109.225 kejadian, dengan komposisi fatalitas tertinggi (meninggal dunia) sebesar 17%. Hal ini diakibatkan oleh berbagai faktor, faktor utama yang menjadi penyebab adalah kesalahan pengemudi, kemudian akibat kondisi jalan yang kurang baik dan berbahaya. Untuk mengatasi defisiensi pada ruas jalan maka evaluasi dan penangan kondisi jalan sangat diperlukan guna mengurangi jumlah dan tingkat fatalitas dari kecelakaan lalu lintas. Pada penelitian ini akan di pergunakan metode IRAP, untuk mengevaluasi, menangani dan meningkatkan *star rating* ruas jalan Gajah Mada di Jakarta, dengan target agar dapat mencapai *Star Rating Score* 4 dan 5. Dari hasil penelitian diperoleh kondisi eksisting ruas jalan Gajah Mada, untuk moda mobil penumpang sudah mencapai *star rating* 4, motor 4, pejalan kaki 5, tetapi untuk moda pesepeda hanya mencapai *star rating* 3, oleh sebab itu, perlu diberikan rekomendasi dan penanganan guna menaikkan *Star Rating Score Mode* untuk pesepeda agar dapat mencapai 4 dan 5.

Kata Kunci: Kecelakaan; Keselamatan Jalan; Pengemudi; *The International Road Assessment Programme* (IRAP), *Star Rating*

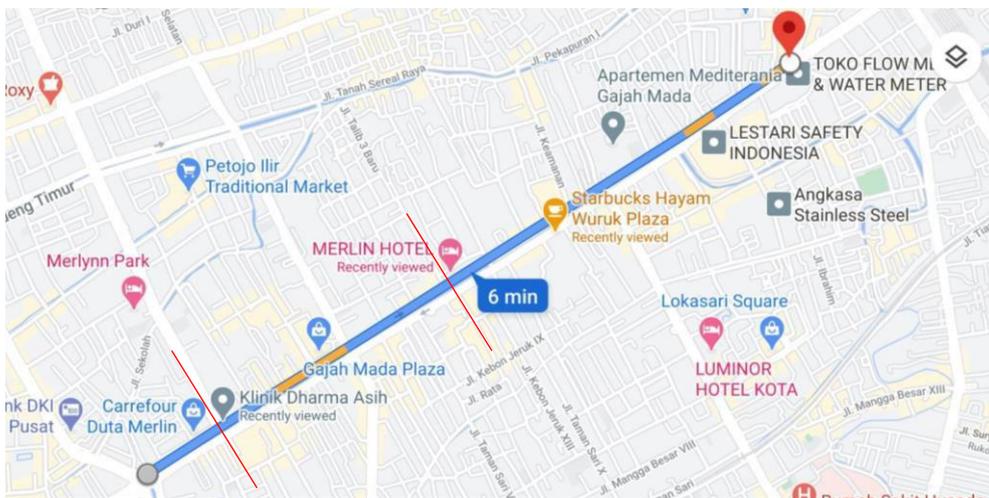
1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Sepanjang tahun 2018 telah terjadi 109.215 kecelakaan yang menyebabkan 173.358 orang menjadi korban dengan komposisi luka ringan sebanyak 75,32%, luka berat sebanyak 7,68% dan korban meninggal sebesar 17% (BPS,2019). Hal ini sebagian besar disebabkan oleh beberapa faktor, seperti dari pengemudi dan segi teknik jalan yang merujuk pada infrastuktur jalan, kondisi lalu lintas, dan lingkungan disekitar jalan (Michalaki, et al, 2015). Menurut Wegman (2017), fatalitas yang tinggi akan tetap terjadi apabila kita tidak memperbaiki kondisi jalan yang tidak aman terhadap pengguna. Kecelakaan lalu lintas yang sering terjadi di lapangan menunjukkan bahwa akibat faktor kesalahan pengemudi lebih banyak terjadi. Beberapa penelitian juga telah mengindikasikan bahwa kondisi perkerasan jalan secara signifikan berpengaruh terhadap keselamatan lalu lintas. Menurut Labi (2011), kerusakan pada perkerasan jalan

memegang peranan penting terjadinya kecelakaan lalu lintas. Terlebih lagi apabila kondisi trotoar yang buruk akan lebih memperparah akibat dari kecelakaan lalu lintas (Lee, et al, 2015). Telah dilaksanakan beberapa upaya oleh pemerintah untuk meningkatkan angka keselamatan jalan di Indonesia, salah satu diantaranya dengan mengeluarkan PP no 37 tahun 2017, tentang Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Peraturan tersebut memuat tentang Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK). Solusi preventif yang dilakukan adalah dengan mengadopsi metode IRAP (*International Road Assessment Programme*), yaitu program tentang penilaian jalan yang dikembangkan oleh organisasi internasional dalam bidang keselamatan jalan, melalui penentuan nilai atau skor resiko dengan melihat elemen – elemen infrastruktur jalan. Strategi peningkatan angka keselamatan jalan dapat dilakukan dengan pencegahan (Pro Aktif) seperti Uji Laik Fungsi Jalan (ULFJ), Audit Keselamatan Jalan (AKJ), Inspeksi Keselamatan Jalan (IKJ) dan *Road Safety Impact Assessment* (RIA) ataupun dengan cara mengurangi angka kecelakaan secara (Reaktif) dengan cara *Blackspot Safety Management* (BSM) dan *Road Network Safety Management* (NSM). Maka dengan berbagai solusi yang ada, IRAP berada diposisi cara persuasif dimana penanganannya di laksanakan sebelum terjadinya kecelakaan.

Dengan demikian maka dilakukannya kajian terhadap evaluasi keselamatan jalan, yaitu Jalan Gajah Madadi Jakarta dengan mempergunakan metode IRAP untuk meningkatkan *Star Rating* nya menjadi 4 atau 5 dengan cara: mengobservasi jalan kondisi eksisting, kemudian dilakukan penanganan terhadap defisiensi dari atribut jalan, sehingga dapat memberikan masukan untuk menangani dan meningkatkan keselamatan jalan ruas jalan Gajah Mada.



Gambar 1. Lokasi Jl. Gajah Mada
 Sumber Gambar: Google Maps

Terdapat 4 tahapan protokol dalam IRAP yaitu:

1. *Risk Maps*, menyediakan data spesifik yang dihitung per kilometer untuk memetakan seberapa besar bahaya jalan tersebut dan pada ruas mana saja terjadinya bahaya kecelakaan.
2. *Star Ratings*, memberikan penilaian yang sederhana dan objektif terhadap tingkat keselamatan terhadap desain jalan tersebut.
3. *Safer Roads Investment Plans*, Merencanakan kurang lebih dengan 90 cara memperbaiki jalan agar dapat menurunkan angka kecelakaan lalu lintas di ruas jalan tersebut. Dibuat beberapa alternatif (*Investment Plans*) rekomendasi perbaikan jalan sehingga dapat dibandingkan dari segi kegunaannya dan peningkatan ruas jalan tersebut.
4. *Performance Tracking*, Mengulang Protokol *Risk Maps* dan *Star Ratings* untuk melihat perubahan yang terjadi setelah *Safer Roads Investment Plans* dilaksanakan.

Star Rating

Star Rating didasarkan pada data inspeksi jalan dan memberikan ukuran sederhana dan obyektif dari elemen jalan yang terpasang untuk kendaraan berpenumpang, pengendara sepeda motor, pengendara sepeda, dan pejalan kaki. Jalan dengan peringkat bintang lima adalah yang paling aman sedangkan jalan dengan peringkat bintang satu adalah yang paling tidak aman.

Road Attribute

Road Attribute adalah elemen pada suatu ruas jalan seperti marka, rambu, geometrik, bagian-bagian jalan, bangunan pelengkap jalan, perlengkapan jalan. Dalam IRAP *road attribute* memiliki 78 elemen seperti, *Road Detail and Context* (Pengantar Jalan), *Observed Flow* (Arus Lalu Lintas), *Speed Limits* (Batas Kecepatan), *Mid Block Attributes* (Blok Zona Tengah), *Roadside Attribute* (Sisi Jalan), *Intersection* (Persimpangan), *Vulnerable Road User Features* (Fitur Penggunaan Jalan yang Rentan).

Coding

Memberi kode (*coding*) atribut jalan adalah inti dari metode IRAP. Tujuan memberi kode pada atribut jalan adalah untuk menggunakan gambar dari referensi geometrik jalan yang dikumpulkan selama survei dan mencatat atribut jalan setiap segment sepanjang 100m. Data coding ini kemudian digabungkan dengan data pendukung lainnya dan diunggah di aplikasi VIDA untuk menghasilkan Star Rating, rencana investasi jalan yang lebih aman dan pada akhirnya mendorong penerapan tindakan pencegahan keselamatan jalan raya. Tetapi untuk penelitian ini dilakukan secara manual dengan panduan dari IRAP (IRAP Coding Manual Drive on Left Edition, 2019)

Risk Factor

Faktor risiko atau disebut *crash modification factors* (CMF), digunakan dalam metodologi star rating IRAP untuk menghubungkan atribut jalan dan tingkat kecelakaan. CMF merupakan faktor pengali untuk memperkirakan jumlah terjadinya kecelakaan setelah diterapkan sebuah countermeasure pada tempat tertentu.

Countermeasure

Terdapat 94 tindakan pencegahan/penanggulangan dapat digunakan dalam model IRAP. Untuk setiap tindakan penanggulangan, setidaknya ada satu hasil. Ini mengacu pada kode atribut jalan yang diterapkan pada ruas jalan 100 meter ketika tindakan penanggulangan diterapkan.

Casualty calibration

Kalibrasi terhadap korban kecelakaan dilakukan untuk menghubungkan jumlah arus lalu lintas terhadap tipe kecelakaan yang mungkin akan terjadi pada ruas jalan tersebut dalam kurun waktu 1 tahun.

Benefit Cost Ratio (BCR)

Analisis ekonomi dilakukan dalam metodologi IRAP untuk mengoptimalkan daftar tindakan pencegahan potensial untuk anggaran terbatas. *Economic Benefit* didasarkan pada jumlah kematian dan cedera serius yang dapat dicegah dan nilai ekonomi dari kehidupan manusia dan nilai ekonomi dari cedera serius. *Economic Cost* didasarkan pada biaya konstruksi dan data masa pakai untuk setiap tindakan penanggulan

2. METODE PENELITIAN

Pada tahap awal, peneliti terlebih dahulu membaca referensi mengenai keselamatan jalan, kemudian peneliti menentukan topik penelitian dan melakukan observasi lapangan mengenai topik yang akan diteliti.

Studi pustaka

Melengkapi landasan teori yang sesuai dan berhubungan dengan topik penelitian yaitu keselamatan jalan, kecelakaan, elemen jalan, dan metode IRAP.

Rumusan dan ruang lingkup penelitian

Pada tahap ini mengidentifikasi masalah yang ada, menentukan batasan masalah, rumusan masalah dan ruang lingkup, tujuan dilakukannya penelitian berikut manfaatnya.

Pengambilan data

Terdapat 2 cara pengambilan data yaitu data primer dengan pengamatan melalui *Google Street View* dan *Google Earth* dan data sekunder yang diperoleh dari instansi mengenai LHR (lalu lintas harian rata-rata), kecepatan, kecelakaan, dan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Pengambilan data LHR dan kecepatan dilakukan dengan pengamatan langsung untuk mengkalibrasi data yang diperoleh dari Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. Untuk data kecelakaan didapat dari Badan Pusat Statistik Provinsi DKI Jakarta tahun 2016 dan untuk data RAB didapat dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VI (BBPJN VI), DKI Jakarta, Jawa Barat dan Banten.

Atribut jalan

Dalam metode IRAP terdapat 78 elemen jalan yang berupa 66 teknis dan 12 non teknis, pada tahap ini dilakukan validasi terhadap elemen tersebut dimana fitur *Google Street View*, *Google Earth* mampu meberikan referensi gambar maupun data yang dapat digunakan untuk melanjutkan ke proses pemberian kode atau *coding*.

Coding

Memberi kode terhadap 78 elemen jalan pada ruas Jalan Gajah Mada sepanjang 1 km melalui pengamatan *Google Street View* dan *Google Earth*. Diawali dengan mempersiapkan formulir *road attribute* terlebih dahulu, selanjutnya mengamati elemen jalan dan memberi kode sesuai eksisting. Pemberian kode dilakukan dengan microsoft excel untuk mempermudah *Coder* membagi segment tiap 100m.

Score rating awal

Memberi kode terhadap 78 elemen dari atribut jalan, pada ruas Jalan Gajah Mada sepanjang 1 km melalui pengamatan *Google Street View* dan *Google Earth*. Diawali dengan mempersiapkan formulir *road attribute* terlebih dahulu, selanjutnya mengamati elemen jalan dan memberi kode sesuai eksisting. Pemberian kode dilakukan dengan microsoft excel untuk mempermudah *Coder* membagi segment tiap 100m.

Safer road investment plan

Jika hasil penelitian belum mencapai star rating yang diinginkan maka dilakukan evaluasi atribut yang dinilai bermasalah serta memberikan alternatif perbaikan atribut yang dibutuhkan.

Trial and error

Pada tahap ini dilakukan proses trial and error agar dapat melihat kombinasi treatment yang paling cocok dan logis untuk dilakukan pada ruas jalan / segment yang bermasalah.

Menghitung Biaya Alternatif serta *Benefit Cost Ratio*

Menghitung biaya alternatif serta *Benefit Cost Ratio* pada perbaikan yang telah dilakukan peneliti.

Score Rating Akhir

Melakukan analisis tahap kedua untuk mencapai star rating tujuan.

Pembahasan, kesimpulan dan saran

Dilakukan pembahasan dari hasil analisis yang dilakukan, kemudian menarik kesimpulan dari hasil pembahasan, selanjutnya memberikan saran yang akan berguna untuk perbaikan penelitian sejenis berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Coding Ruas Jalan Gajah Mada

Setelah validasi terhadap atribut jalan yang akan ditinjau selanjutnya akan dilakukan pemberian kode. Berikut adalah hasil pemberian kode pada salah satu segment jalan.

Tabel 1. Contoh hasil *coding* segment 0.0 ruas jalan gajah mada yang diteliti

	<i>Attribute</i>	<i>Code</i>	<i>Uraian</i>
19	Batas kecepatan	3	
20	Batas kecepatan kendaraan bermotor	5	Sama dengan speed limit
21	Batas kecepatan truk		Tidak ada truk yang melintas
22	Perbedaan batas kecepatan	1	Kode 1 untuk tidak ada perbedaan batas kecepatan
23	Manajemen kecepatan	1	Kode 1 untuk tidak ada fitur manajemen kecepatan

Setelah dilakukannya *coding attribute* pada ke-10 segment jalan, maka dilakukan perhitungan untuk mendapat kan hasil star rating eksisting.

Star Rating Awal / Eksisting

Berikut hasil dari perhitungan *Star rating score* pada Tabel 2. untuk 4 moda

Tabel 2. Hasil perhitungan *star rating* awal ruas jalan Gajah Mada per segmen

<i>Subject/segment</i>	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	Rata-rata
<i>Star rating score</i> kendaraan berpenumpang	5	5	5	5	5	3	5	5	5	2	4
<i>Star rating score</i> pesepeda motor	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4
<i>Star rating score</i> pesepeda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Star rating score</i> pejalan kaki	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Countermeasure

Dari kesimpulan pada *score* eksisting awal, dapat dilihat permasalahan terdapat pada: Pesepeda yang mendapatkan *Star Rating* 3 dimana target nya adalah 4 dan 5. Perhitungan *countermeasure* dilakukan dengan cara *trial and error* dengan melakukan perubahan perubahan pada elemen jalan yang diberikan oleh IRAP sebanyak 94 penanganan hingga mencapai *star rating* yang dituju.

Tabel 3. *Trial and error*

No.	<i>Countermeasure</i>	<i>Uraian</i>
1	Rambu sepeda	1 km
2	Rambu batas kecepatan 40 km/h	1 km
3	Fasilitas Pesepeda (<i>Signed Shared Roadway</i>)	1 km

Benefit Cost Ratio

Tabel 4. Estimasi biaya penanganan *Trial and error*

No.	Treatment	Unit	Harga	Sub total
1	Rambu sepeda	11	IDR 2,750,000	IDR 30,250,000
2	Rambu batas kecepatan 40 km/h	10	IDR 2,750,000	IDR 27,500,000

Treatment yang akan diaplikasikan pada ruas jalan diperhitungkan nilai ekonominya untuk melihat layak tidaknya *treatment* tersebut untuk dilakukan.

Tabel 5. *Supporting data BCR (Treatment Rambu Pesepeda)*

Subject	Uraian
Fatal injury (F)	1.75
Serious injury (SI)	10.977
Treatment	Rambu pesepeda
Aplikasi	20 tahun
Perawatan	Per 2 tahun
Reduce of risk (%)	16.6
Cost (IDR)/Km	30.250.000
PDB per kapita (Indonesia)	56.978.055
Value of human life	70 x PDB = 3.988.463.850
Value of serious injuries	0.25 x Value of human life = 997.115.963
Discount rate (%)	5

Perhitungan BCR pada treatment rambu pesepeda di tahun pertama:

Present Value = IDR 30.250.000,00

Baseline death = $\frac{\text{Fatal injury}}{\text{treatment life}} = \frac{1.75}{2} = 0.875$

Baseline serious injuries = $\frac{\text{Serious injury}}{\text{treatment life}} = \frac{10.977}{2} = 5.4885$

Death prevented = *Baseline death* x *reduce of risk*
 = 0.875 × 0.166 = 0.14525

Serious injuries prevented = *Baseline serious injuries* × *Reduce of Risk*
 = 5.4885 × 0.166 = 0.9111

Present Value of Benefit

$$= \frac{\text{Death prevented} \times \text{value of human life} + \text{serious injuries prevented} \times \text{value of serious injuries}}{(1 + \text{discount rate})^{\text{year}}}$$

$$= \frac{0.14525 \times 3988463850 + 0.9111 \times 997115963}{(1+0.05)^1}$$

= IDR 1.416.940.718

Pada *treatment* rambu pesepeda yang akan di aplikasikan selama 20 tahun dengan perawatan setiap 2 tahun, maka hasil akumulasi dari PV of *Benefit* dan PV of *cost* adalah IDR 18.541.123.930 dan IDR 202.742.690.

$$\text{BCR} = \frac{\text{Present Value of Benefit}}{\text{Present Value of Cost}} = \frac{18.541.123.930}{202.742.690} = 91.4515$$

Sebuah *treatment* akan layak dilakukan jika nilai BCR lebih dari 1, maka untuk *treatment* Rambu Pesepeda 91.4515 > 1, layak untuk diaplikasikan.

Tabel 6. Hasil analisis BCR *trial and error*

Countermeasure	BCR	Layak tidaknya treatment
Rambu sepeda	91.4515	> 1 = Layak
Rambu batas kecepatan 40 km/h	121.201	> 1 = Layak

Star rating akhir

Berikut hasil Star Rating Akhir setelah dilakukannya treatment:

Tabel 7. Hasil *star rating* akhir

Subject/segment	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	Rata-rata
<i>Star rating score</i> kendaraan berpenumpang	5	5	5	5	5	4	5	5	5	3	4
<i>Star rating score</i> pesepeda motor	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	4
<i>Star rating score</i> pesepeda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Star rating score</i> pejalan kaki	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Berdasarkan hasil dari analisis data dengan metode IRAP maka diperoleh hasil bahwa *Star Rating* Eksisting ruas jalan Gajah Mada menyatakan Kendaraan Berpenumpang memiliki *star rating* 4, Pesepeda Motor 4, Pesepeda 3, dan Pejalan kaki 5. Dimana target akhir dari penelitian ini adalah *star rating* 4 dan 5, maka untuk moda transportasi pesepeda belum mencapai target yang di harapkan. Untuk moda pejalan kaki mendapatkan *star rating* tinggi dikarenakan terdapat fasilitas jembatan penyebrangan di hampir semua segmen jalan, dan median jalan yang tidak dapat dilalui kendaraan berlawanan arah. Sedangkan untuk moda kendaraan berpenumpang sudah mencapai target *star rating* 4, karena memiliki lajur yang cukup lebar dan satu arah lalu lintas. Rata-rata *star rating* terjadi penurunan pada segmen 0.5 dan 0.9 diakibatkan karena adanya titik persimpangan yang menaikkan risiko kecelakaan untuk pengemudi kendaraan berpenumpang, pengendara motor, dan pesepeda. Berdasarkan *trial and error* yang dilakukan maka rekomendasi, atribut yang harus ditambahkan atau diperbaiki adalah dengan penambahan rambu pesepeda, rambu batas kecepatan, dan fasilitas sepeda berupa *Signed Shared Roadway*. Treatment tersebut dipilih karena penambahan atau pelebaran lajur jalan minimal 1.5 m dimana untuk jalan Gajah Mada tidak memungkinkan untuk dapat dilakukan. Dari hasil *treatment* tersebut didapatkan hasil *star rating* akhir yaitu Kendaraan bepenumpang 4, Pengendara motor 4, Pesepeda 4, dan Pejalan kaki 5. Untuk *total scores* pesepeda mengalami kenaikan sebesar 3.985 tetapi tidak menaikkan angka *star rating* menjadi 4, namun mengalami kenaikan yang sangat signifikan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil *star rating* akhir untuk ruas jalan Gajah Mada setelah dilakukan *countermeasure* dengan penambahan atribut jalan berupa , rambu batas kecepatan, rambu pesepeda, dan fasilitas pesepeda berupa *Signed Shared Roadway*. Terdapat penurunan *total scores* pada moda pesepeda dari 15.2489 menjadi 12.4129 pada *treatment* tersebut, terjadi penurunan yang sangat signifikan walaupun tidak menaikkan angka *star rating* mencapai 4 (3,985) hampir 4 pada moda pesepeda. Terdapat kenaikan 1 pada *star rating* moda kendaraan bermotor pada segmen 0.5 dan 0.9 maka menghasilkan nilai *star rating* akhir pada moda kendaraan berpenumpang 4, pesepeda motor 4, pesepeda 3, pejalan kaki 5. *Treatment* yang dilakukan adalah dengan perbaikan fasilitas sepeda yaitu penambahan rambu pesepeda pada ruas jalan dan rambu batas kecepatan.dengan perhitungan *benefit cost ratio* rambu pesepeda sebesar 91.4515 dan rambu batas kecepatan 121.201, dimana kedua atribut dinyatakan layak. Dengan pencegahan jumlah kematian sebesar 6,4 dan luka berast sebesar 40,18

Saran

Untuk dapat mengurangi kesalahan dalam pengerjaan maka diharapkan untuk mempelajari metode secara detail dengan membaca jurnal jurnal tentang IRAP dan membaca *factsheet* yang sudah disediakan dalam website IRAP.

Agar keakuratan data maupun hasil dari penelitian disarankan, *coding* dilakukan secara bertahap agar lebih fokus dan tidak lelah sehingga data yang diperoleh menjadi lebih akurat.

REFERENSI

- (1997). Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- (2004). Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- (2007). Modul Pelatihan Inspeksi Keselamatan Jalan (IKJ) dalam Penyelenggaraan Jalan Berkeselamatan. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- (2007). Pedoman Operasi Accident Black Spot Investigation Unit/Unit Penelitian Kecelakaan Lalu Lintas (ABIU/UPK). Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (DTKD), Jakarta.
- (2007). Penyusunan Sistem Manajemen dan Pedoman Keselamatan Jalan dalam Kegiatan Pembangunan Jalan. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- (2017). Peraturan Pemerintah No 37 Tahun 2017 tentang Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Departemen Perhubungan, Jakarta
- Badan Pusat Statistik. Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi 2017-2019. Diakses pada Februari 14, 2021, dari <https://www.bps.go.id/indicator/17/513/1/jumlah-kecelakaan-korban-mati-luka-berat-luka-ringan-dan-kerugian-materi.html>
- iRAP, IRAP Coding Manual Drive on Left Edition (2019). Diakses pada Maret 19, 2021, dari <https://irap.org/specifications/>
- Labi, S. (2011). Efficacies of Roadway Safety Improvements across Functional Subclasses of Rural Two-Lane Highways. *Journal of Safety Research*, 42, 231-239.
- Lee, J. (2015). Effects of Pavement Surface Conditions on Traffic Crash Severity. *Journal of Transportation Engineering*, 141 (10), 04015020.
- Michalaki, P., et al. (2015). Exploring the factors affecting motorway accident severity in England using the generalised ordered logistic regression model. *Journal of Safety Research*, 55, 89-97.
- Wegman, F. (2017). The future of Road Safety: A Worldwide Perspective. *International Association of Traffic and Safety Sciences Research*, 40 (2), 66-71.