

**PENGEMBANGAN MODEL PERHITUNGAN NILAI PROTEKSI
JALAN SEBAGAI DASAR PEMERINGKATAN BINTANG JALAN
NASIONAL DARI PERSPEKTIF PENGENDARA KENDARAAN
BERMOTOR RODA EMPAT ATAU LEBIH
(DEVELOPMENT OF A ROAD PROTECTION VALUE CALCULATION
MODEL AS A BASIS FOR NATIONAL ROAD STAR RATING FROM THE
PERSPECTIVE OF FOUR-WHEEL OR MORE MOTOR VEHICLE
DRIVERS)**

Muhammad Idris

Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Ditjen Bina Marga, Bandung, Indonesia
idrisloebis@gmail.com

Diterima: 23 November 2023 ; direvisi: 11 Desember 2023; disetujui: 18 Desember 2023.

ABSTRAK

Penelitian ini memperkenalkan model SRS yang dikembangkan dari model RPS Jalan Nasional Indonesia dari perspektif pengendara kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang digali dari karakteristik kecelakaan lalu lintas di sepanjang ruas-ruas jalan nasional Indonesia. Model SRS ini mempertimbangkan 2 parameter utama yang berbeda serta 4 parameter utama yang sama dengan parameter utama SRS iRAP dan dengan total 43 atribut jalan. Dua parameter utama yang berbeda dengan model SRS iRAP adalah parameter kecelakaan tabrak depan-belakang dan kecelakaan tabrak depan-samping saat berputar balik. Sedangkan 4 parameter yang sama adalah kecelakaan tabrak depan-samping di akses properti, kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan, kecelakaan tabrak depan-depan, dan kecelakaan di persimpangan. Pada tahap awal, model SRS Jalan Nasional dirancang dengan menggunakan 51 atribut jalan. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan metode IPA, berhasil dirumuskan 43 atribut jalan untuk model SRS Jalan Nasional, yang terdiri atas 30 atribut faktor likelihood, 10 atribut faktor severiti, 2 atribut faktor pengaruh eksternal lalu lintas, dan 1 atribut faktor kecepatan operasional. Penelitian ini juga berhasil membuktikan bahwa model SRS Jalan Nasional berbeda signifikan dengan model SRS iRAP. Tiga parameter utama model SRS Jalan Nasional, yaitu parameter kecelakaan tabrak depan-belakang, parameter kecelakaan tabrak depan-samping saat berputar balik, dan parameter kecelakaan tabrak depan-samping di akses properti berbeda signifikan dengan parameter-parameter model SRS iRAP.

Kata Kunci: SRS, RPS, kecelakaan lalu lintas, jalan nasional, atribut jalan.

ABSTRACT

This research introduce the SRS which was developed from RPS model for the Indonesian National Road particularly from the perspective of motorists of four or more wheels, which is explored from the characteristics of traffic accidents along Indonesian national roads. This SRS model considers 2 different main parameters as well as 4 main parameters that are the same as the main parameters of the SRS iRAP and with a total of 43 road attributes. The two main parameters that differ from the SRS iRAP model are the rear-end collision parameters and the front-to-side collision accident when turning around. While the same 4 parameters are front-side collision on property access, single accidents off the road, head-on collision, and accidents at intersections. At the initial stage, the INR SRS model was designed using 51 road attributes. After analysing using the IPA methods, 43 road attributes were successfully formulated for the INR SRS model, which consisted of 30 attributes for likelihood factors, 10 attributes for severity factors, 2 attributes for the external traffic influence factors, and 1 attribute for the operational speed factor. This research also succeeded in proving that the INR SRS model is significantly different from the iRAP SRS model. The three main parameters of the INR SRS model, namely rear-end collision accident parameters, front-to-side collision parameters when U-turning, and front-to-side collision accident parameters at property access are significantly different from the parameters of the SRS iRAP model.

Keywords: SRS, RPS, traffic accident, national roads, road attribute.

PENDAHULUAN

Target ketiga dan keempat Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (KLLAJ) yang tertuang di dalam Perpres No. 4 Tahun 2021 tentang Rencana Umum Nasional Keselamatan (RUNK) Transportasi Tahun 2021-2030, dalam Pilar-2 disebutkan bahwa Jalan yang Berkeselamatan diwujudkan dalam skala peringkat bintang. Target tersebut antara lain seluruh jalan baru dan 75% ruas jalan logistik nasional hingga akhir tahun 2030 harus memenuhi persyaratan keselamatan jalan setara peringkat bintang 3 dalam skala *International Road Assessment Program* (iRAP). Kedua target pada dasarnya diturunkan dari program internasional dan telah disepakati melalui Konferensi *3rd Global Ministerial Conference on Road Safety* diselenggarakan di Stockholm.

Ukuran kinerja keselamatan peringkat bintang iRAP (iRAP *star rating*) dikembangkan melalui penilaian elemen-elemen jalan (iRAP, 2009; iRAP, 2010b; iRAP, 2012). Pada dasarnya kualitas dan kondisi jalan serta lingkungan jalan memberikan perlindungan terhadap pengguna jalan. Nilai perlindungan yang diberikan jalan inilah yang digunakan oleh iRAP yang dikenal dengan penilaian proteksi jalan terhadap pengguna jalan. Besarnya nilai proteksi jalan terhadap pengguna jalan *Road Protector Scores* (RPS) ditentukan dari sejumlah parameter dan atribut jalan.

Untuk menghitung nilai perlindungan jalan ini diperlukan sejumlah atribut jalan sebagai elemen yang diperkirakan berkontribusi terhadap keselamatan pengguna jalan (iRAP, 2010b; iRAP, 2012). Setiap atribut memiliki nilai indikator yang disebut dengan nilai risiko, yang dikenal sebagai nilai *Crash Modification Factors* (CMF) (iRAP, 2010b; iRAP, 2012; Elvik *et al.*, 2009). Nilai RPS sebagai total perkalian CMF setiap atribut ini kemudian diperingkat menjadi 5 peringkat bintang yang menggambarkan kinerja keselamatan suatu ruas jalan secara keseluruhan. Peringkat bintang-5 menggambarkan kinerja terbaik, sebaliknya peringkat bintang-1 mengindikasikan memiliki kinerja keselamatan yang buruk.

Kajian dan pengembangan model RPS atau *Star Rating Scores* (SRS) umumnya dilakukan di negara-negara maju sehingga model tersebut dipandang masih memerlukan penyesuaian (adaptasi) untuk Indonesia yang

memiliki karakteristik lalu lintas, kondisi jalan, dan karakteristik kecelakaan yang berbeda. Asumsi inilah yang menjadi premis penelitian ini dengan asumsi model SRS jalan nasional memiliki ketidaksamaan dengan model RPS atau SRS iRAP yang sudah dipraktikkan di banyak negara.

Konsep perhitungan RPS atau SRS yang dikembangkan oleh iRAP dalam penilaian jalan didesain untuk 4 perspektif pengguna jalan, yaitu pengendara mobil penumpang (*car occupant*), pengendara sepeda motor (*motorcyclist*), pesepeda (*bicyclist*), dan pejalan kaki (*pedestrian*). Penggunaan CMF dalam model RPS atau SRS iRAP membuat model perhitungan perlindungan jalan tersebut menjadi sangat terukur dan objektif sehingga pemanfaatannya dipandang banyak memberikan rekomendasi teknis yang efektif berdasarkan kondisi jalan yang dinilai.

Sekalipun model ini sudah digunakan di berbagai negara, penerapannya untuk Indonesia dipandang masih perlu disesuaikan dengan kondisi Indonesia, mengingat banyaknya persoalan lalu lintas dan jalan di Indonesia, seperti pemenuhan standar jalan (geometrik, kualitas jalan, rambu, dan marka, fasilitas untuk kelompok rentan kecelakaan) yang belum maksimal, lalu lintas bercampur (proporsi sepeda motor yang tinggi), perilaku berlalu lintas yang banyak menimbulkan konflik lalu lintas, dan tingginya hambatan samping. Berbagai persoalan lalu lintas dan jalan Indonesia saat ini dipandang sebagai faktor-faktor yang akan memberikan pengaruh terhadap model SRS untuk kondisi di Indonesia, khususnya untuk SRS ruas-ruas jalan Indonesia.

Secara umum penelitian ini menitikberatkan kajiannya terhadap pengembangan faktor-faktor berpengaruh pada model SRS yang sesuai dengan kondisi jalan nasional di sepanjang 47.000 km yang disebut sebagai model SRS Jalan Nasional Indonesia. Model SRS ini selain didasarkan atas penilaian sejumlah kondisi elemen-elemen jalan sebagai bagian dari model perhitungan SRS Jalan Nasional juga didasarkan dari analisis karakteristik kecelakaan lalu lintas dari 283.518 data kecelakaan di jalan nasional yang diperoleh dari tahun 2012 hingga tahun 2019. Data kecelakaan ini bersumber dari *database Indonesian Road Safety Management System* (IRSMS) Korp Lalu lintas (Korlantas) Mabes

POLRI sebagai salah satu data utama yang digunakan dalam penelitian ini.

HIPOTESIS

Penelitian ini menghipotesiskan bahwa terdapat perbedaan model perhitungan SRS Jalan Nasional dengan model perhitungan SRS iRAP. Hipotesis penelitian menggunakan Uji Tanda (Sign Test) untuk tingkat signifikansi $\alpha=0,05$ yang diterapkan untuk menguji hipotesis terhadap kedua model guna membuktikan secara umum adanya perbedaan yang signifikan antara atribut model SRS Jalan Nasional dengan atribut SRS iRAP.

Konsep Pemeringkatan Bintang

Konsep Perhitungan Nilai Pelindungan Jalan

Model perhitungan SRS yang dikembangkan oleh iRAP, pada dasarnya dikembangkan dari kajian karakteristik kecelakaan di berbagai negara. Model RPS iRAP memberikan penilaian jalan dari perspektif pengguna kendaraan bermotor roda-4 atau lebih, sepeda motor, sepeda, dan pejalan kaki berdasarkan tipe kecelakaan lalu lintas yang banyak menimbulkan korban meninggal dunia dan luka berat. Hasil riset yang dilakukan iRAP menyepakati ada 5 tipe kecelakaan lalu lintas yang banyak menimbulkan korban meninggal dunia dan luka berat, khususnya berkaitan dengan kendaraan bermotor roda empat atau lebih dan roda dua. Tipe kecelakaan tersebut, adalah kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan (*run off*), kecelakaan tabrak depan-depan (*head-on*) karena hilang kendali, kecelakaan tabrak depan-depan (*head-on*) ketika mendahului kendaraan lain, kecelakaan di persimpangan (*accident on intersection*), dan kecelakaan tabrak depan-samping di jalan akses properti (*accident on property access*)

iRAP dan negara-negara pemrakarsa konsep penilaian jalan dalam pengembangan model SRS mendasari perhitungan nilai pelindungan jalan tersebut khususnya dari perspektif pengguna kendaraan penumpang (VO) dan pengguna sepeda motor (MC's), adalah 1) kecelakaan lalu lintas tunggal ke luar dari badan jalan (*run-off-road*); 2) kecelakaan lalu lintas dengan tipe tabrak depan-depan yang

diawali hilang kendali (*head-on lost control*); 3) kecelakaan lalu lintas tabrak depan-depan ketika melakukan upaya mendahului kendaraan lain (*head-on overtaking*); 4) kecelakaan lalu lintas dengan semua tipe tabrakan di persimpangan (*intersection*); dan 5) kecelakaan lalu lintas pada lokasi akses ke properti (*property access*) (iRAP 2010b; EuroRAP 2009; iRAP 2012).

Tabrak depan-samping (*head to side collisions*) Berdasarkan hasil pengolahan data kecelakaan lalu lintas dari IRSMS (Tabel 1) tipe kecelakaan tabrak depan-belakang di ruas jalan nasional Indonesia mencapai 72.693 kecelakaan sebagai tipe kecelakaan tertinggi. Jumlah kecelakaan dengan tipe tersebut tercatat sekitar 25,64% dari total 283.518 kecelakaan, yang terjadi dalam periode antara tahun 2012 hingga tahun 2019. Selain tipe kecelakaan tabrak depan-belakang, data IRSMS juga memperlihatkan kecelakaan dengan tabrak depan-samping, termasuk 10 tipe kecelakaan tertinggi. Tercatat lebih dari 22.713 kecelakaan lalu lintas tabrak depan-samping yang didominasi kecelakaan di lokasi akses properti (15.758 kecelakaan) dan pada saat berputar balik (6.955 kecelakaan).

Membandingkan tipe kecelakaan yang mendasari model SRS iRAP dan tipikal kecelakaan lalu lintas di ruas jalan nasional, terdapat beberapa tipikal kecelakaan dominan yang tidak diperhitungkan di dalam model SRS iRAP. Tipe kecelakaan tersebut adalah kecelakaan tabrak depan-belakang, dan kecelakaan tabrakan depan-samping ketika berputar balik berputar balik (*U-turn*) dan di akses properti. Tipe kecelakaan tabrak depan-samping dikelompokkan menjadi dua, yaitu kecelakaan tabrak-depan-samping saat melakukan putar balik dan kecelakaan tabrak depan-samping pada akses jalan atau akses properti. Tipe kecelakaan tersebut sepuluh tipikal kecelakaan tertinggi di ruas-ruas jalan nasional Indonesia.

Tabel 1. Tipe Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Nasional (2012-2019)

No.	Tipe Kecelakaan	Semua Kategori Kecelakaan (ALL)	Kategori Kecelakaan Fatal dan Serius (FSIs)
1	Kecelakaan Tabrak Depan-Depan	62,229	26,814
2	Kecelakaan Tabrak Depan-Belakang	72,693	29,602
3	Kecelakaan Tabrak Depan-Samping pada Akses Properti	15,758	6,699
4	Kecelakaan Tabrak Depan-Samping Ketika Berputar Balik	6,955	2,871
5	Kecelakaan Tabrak Samping-Samping	7,900	3,240
6	Kecelakaan Menabrak Orang/Pejalan Kaki	35,860	16,942
7	Semua Tipe Kecelakaan di Persimpangan	58,109	22,613
8	Kecelakaan Tunggal Keluar dari Badan Jalan	14,001	6,130
9	Kecelakaan Menabrak Kendaraan Parkir	8,181	3,117
10	Kecelakaan Tabrak Benda Tetap di Badan Jalan	1,832	619
Jumlah		283,518	118,647

Dengan mempertimbangkan karakteristik kecelakaan lalu lintas dari 283.518, kecelakaan di sepanjang 47.000 km lebih ruas jalan nasional tipe kecelakaan baru tersebut yang layak dipertimbangkan sebagai parameter utama dalam model SRS Jalan Nasional, yaitu kecelakaan tabrak depan-belakang dan kecelakaan lalu lintas tabrak depan-samping, khususnya ketika kendaraan bermanuver putar balik pada ruas jalan dengan median atau tanpa median dan bermanuver belok keluar dan masuk dari dan ke akses properti. Tipe kecelakaan ini dipandang memberi warna baru dalam pengembangan parameter perhitungan SRS, khususnya untuk jalan nasional di Indonesia, termasuk atribut faktor *likelihood* dan *severity* yang belum pernah diterapkan di model SRS sebelumnya.

Model Perhitungan Peringkat Bintang

Pada awalnya model peringkat bintang yang digunakan iRAP adalah SRS iRAP Versi 2.1 dan Versi 2.2 yang dinilai dari perspektif empat pengguna jalan, yaitu pengendara mobil penumpang, pengendara sepeda motor, pesepeda dan pejalan kaki (pedestrian). Model SRS iRAP Versi 2.1 dan Versi 2.2 menggunakan 3 tipe kecelakaan untuk pengendara mobil penumpang dan pengendara sepeda motor, yaitu kecelakaan dengan tabrak depan-depan, kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan dan kecelakaan di persimpangan. Untuk pesepeda model ini memasukkan 3 tipe kecelakaan, yaitu kecelakaan pesepeda ketika bergerak di badan jalan, kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan dan kecelakaan pesepeda di persimpangan. Sedangkan untuk

pejalan kaki model ini memasukkan tipe kecelakaan pejalan kaki yang tertabrak di badan jalan dan tipe kecelakaan yang tertabrak pada saat menyeberangi jalan.

Kemudian iRAP memperkenalkan SRS iRAP terbaru yang dikenal dengan SRS iRAP Versi 3.0. Model peringkat bintang Versi 3.0 ini, secara keseluruhan memiliki 78 atribut yang terdiri atas 12 atribut nonteknis dan 66 atribut teknis. Perbedaan mendasar model ini jika dibandingkan dengan model sebelumnya terletak pada tipe kecelakaan untuk perhitungan RPS untuk pengendara mobil penumpang dan sepeda motor. Perbedaannya adalah pada tipe tabrak depan-depan yang dibedakan menjadi dua tipe berbeda, yaitu tipe tabrak depan-depan karena kehilangan kendali dan tipe tabrak depan-depan yang terjadi ketika mendahului kendaraan lain. Tipe kecelakaan lainnya adalah tipe kecelakaan yang terjadi pada titik akses properti (*property access collision*).

Perbedaan lainnya terletak pada skema atau formula perhitungan SRS iRAP yaitu masuknya elemen atau faktor kecepatan operasional, pengaruh eksternal arus lalu lintas serta faktor median traverabilitas secara tersendiri terpisah dari faktor *likelihood* dan faktor keparahan kecelakaan. Oleh karena itu, sebagai konsekuensi perubahan yang diberikan pada perhitungan SRS iRAP dalam model peringkat bintang Versi 3.0 adalah adanya penambahan atribut dalam faktor *likelihood* dan atribut pada faktor keparahan kecelakaan. Model RPS Versi 3.0 ini dikenal dengan nama SRS iRAP yang secara teori konsepnya tidak berbeda dengan RPS. Model perhitungan SRS iRAP memasukkan tipe kecelakaan yang lebih variatif seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. SRS iRAP Menurut Jenis Pengguna Jalan dan Tipe Kecelakaan Lalu Lintas

No	Penggunaan Kendaraan Bermotor (<i>Vehicle Occupant</i>) Roda-4 atau Lebih	Penggunaan Sepeda Motor (<i>Motorcyclist</i>)	Bersepeda (<i>Bicyclist</i>)	Pejalan Kaki
1	Kecelakaan Tunggal	Kecelakaan Tunggal	Kecelakaan Tunggal	Sepanjang Jalan (<i>Along the Road</i>)
2	Kecelakaan Tabrak Depan-Depan Karena Hilang Kendali	Kecelakaan Tabrak Depan-Depan Karena Hilang Kendali	Sepanjang Jalan	Menyeberang JalanSisi Pengemudi
3	Kecelakaan Tabrak Depan-Depan Ketika Mendahului Kendaraan	Kecelakaan Tabrak Depan-Depan Ketika Mendahului Kendaraan	Menyebrang Jalan	Menyeberang JalanSisi Lainnya
4	Kecelakaan di Persimpangan	Kecelakaan di Persimpangan)		
5	Kecelakaan Pada Akses	Kecelakaan Pada Akses Properti (<i>Access Property</i>)		

Sumber: AusRAP 2008a; iRAP 200

Tipe kecelakaan untuk SRS pengguna kendaraan bermotor seperti untuk pengendara mobil penumpang dan pengendara sepeda motor, yaitu tipe kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan, kecelakaan tabrak depan-depan, kecelakaan lalu lintas di persimpangan, dan kecelakaan lalu lintas di akses properti untuk SRS pengendara mobil penumpang. Perbedaan model SRS iRAP untuk pengguna jalan kendaraan bermotor adalah dibedakannya tipe kecelakaan tabrak depan-depan menjadi dua. Kedua tipe kecelakaan tabrak depan-depan tersebut adalah tipe tabrak depan-depan akibat kegagalan mendahului kendaraan lain, khususnya pada ruas jalan dengan tipe 2 lajur/2 arah tak terbagi (2/2-TT) atau pada tipe jalan 4 lajur/2 arah tak terbagi (4/2-T), dan tipe tabrak depan-depan akibat kendaraan kehilangan kendali hingga melintasi median dan masuk ke lajur berbeda arah atau jalur lain.

Secara umum perhitungan nilai SRS ditunjukkan seperti pada Gambar 1. Setiap nilai SRS dari setiap tipe kecelakaan sesuai dengan skema pada Gambar 1 merupakan perkalian dari setiap nilai CMF dari atribut *likelihood* (kemungkinan), *severity* (keparahan), LHR

sebagai pengaruh arus eksternal, dan kecepatan operasional. *Likelihood* (kemungkinan) didefinisikan sebagai faktor yang mungkin berpengaruh. Dalam paper ini atribut *likelihood* diartikan atribut-atribut (elemen-jalan) yang mungkin berpengaruh terhadap kejadian kecelakaan. Sebagai contoh, atribut *likelihood* kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan seperti ditunjukkan pada Gambar 1 adalah lebar lajur, lengkung horizontal (R-tikungan), kualitas kurva, delineasi, marka tepi bertekstur, kondisi perkerasan jalan, kelandaian (*grade*), dan kekesatan jalan.

Atribut *severity* (keparahan) didefinisikan sebagai faktor yang mempengaruhi tingkat keparahan suatu kecelakaan. Dalam paper ini atribut keparahan ditunjukkan dengan atribut-atribut berpengaruh terhadap tingkat keparahan kecelakaan. Dalam Gambar 1, atribut keparahan tersebut adalah jenis objek berbahaya tepi jalan, jarak objek berbahaya tepi jalan ke lajur lalu lintas, dan lebar bahu diperkeras.

Model perhitungan SRS iRAP seperti diberikan pada skema SRS dalam Gambar 1 diberikan sebagai berikut.

$$SRS_{Ai} = \prod_{i=1,j=1}^n RN_{LiAj} \times \prod_{i=1,j=1}^n RN_{SeviAj} \times N_{SO} \times N_{EFI} \times N_{MT} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan:

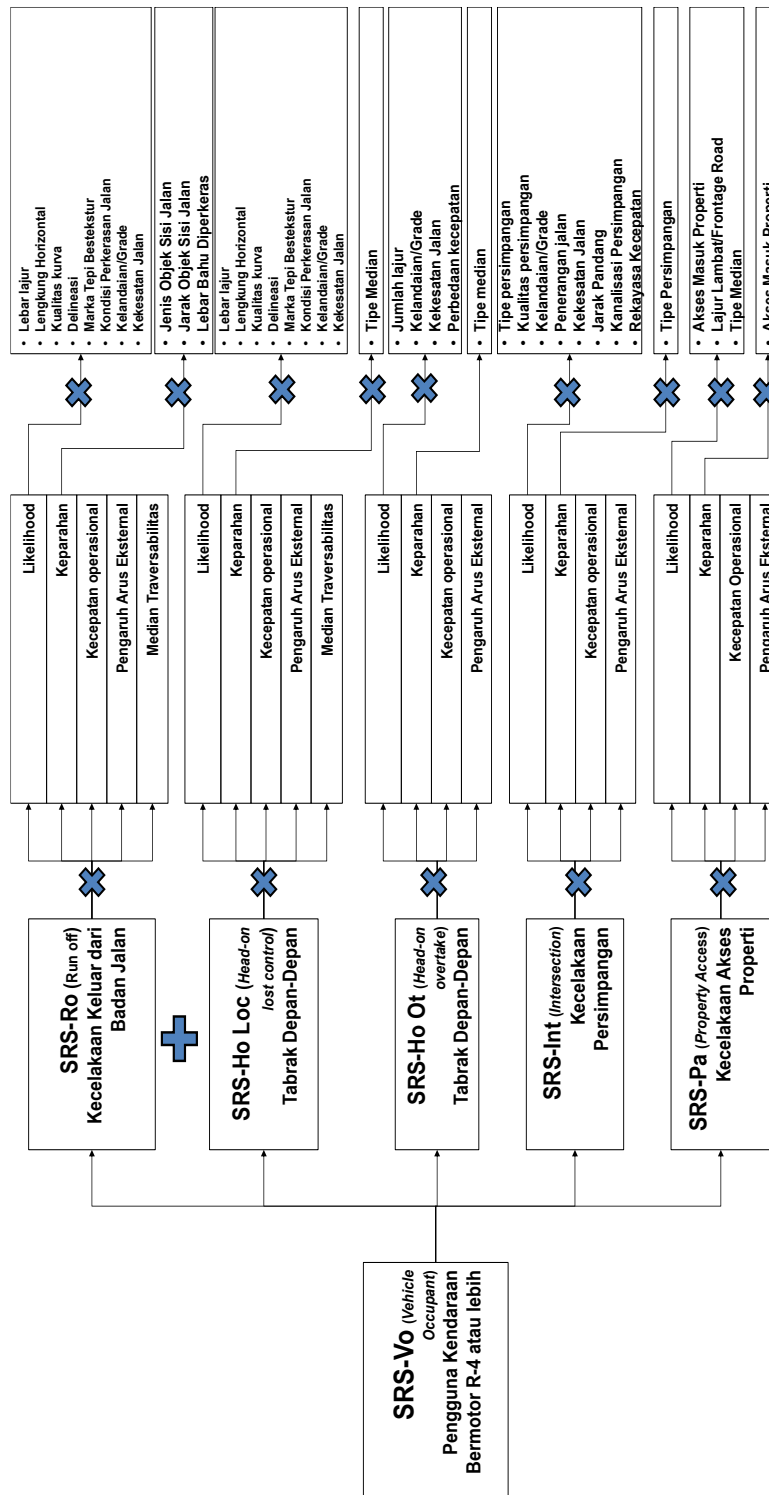
- SRS_{Ai} : SRS untuk tipe kecelakaan-i
- RN_{LiAj} : Nilai risiko untuk atribut likelihood-i tipe kecelakaan-j
- RN_{SeviAj} : Nilai risiko untuk severity-i tipe kecelakaan-j
- N_{SO} : Nilai risiko kecepatan operasional pada ruas yang di-inspeksi
- N_{EFI} : Nilai eksternal arus lalu lintas berpengaruh
- N_{MT} : Nilai risiko median *traversabilitas*

Nilai SRS iRAP secara keseluruhan untuk pengguna kendaraan bermotor roda-4 atau lebih diperoleh dari perjumlahan SRS setiap tipe kecelakaan seperti pada dibetikan pada Persamaan 2.2.

$$SRS_{Co} = \sum_{i=1}^n SRS_{Ai} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

SRS_{Co} : SRS untuk pengguna kendaraan bermotor roda-4 atau lebih (*Car Occupant*)



Sumber: AusRAP, 2008a; iRAP, 2009

Gambar 1. Model Perhitungan SRS iRAP Versi 3.0 Perspektif Pengguna Kendaraan Bermotor Roda-4 atau Lebih (Car Occupant)

METODOLOGI

Model SRS yang dikembangkan untuk ruas-ruas jalan nasional di Indonesia juga mengikuti konsep yang sama seperti yang dikembangkan oleh iRAP. Indonesia memiliki karakteristik lalu lintas, penyediaan prasarana jalan, dan perilaku pengguna jalan yang menyebabkan Indonesia memiliki karakteristik kecelakaan yang berbeda. Oleh karena itu, kajian terhadap karakteristik kecelakaan lalu lintas sebagai penyebab kecelakaan fatal dan luka serius menjadi salah satu landasan pengembangan model SRS ini.

Sebagai langkah awal, pengembangan model SRS untuk jalan nasional dari perspektif pengguna kendaraan bermotor roda-4 atau lebih di berbagai provinsi dan pulau menjadi penting. Keseragaman karakteristik kecelakaan lalu lintas secara proporsi melalui uji statistik akan memperlihatkan bahwa tipikal kecelakaan terpilih berdasarkan uji statistik itu akan menjadi pertimbangan dasar di dalam pengembangan model SRS untuk jalan nasional Indonesia.

Uji statistik yang digunakan untuk menilai keseragaman karakteristik kecelakaan di dalam paper ini dilakukan menggunakan uji dua tanda yang dikenal dengan Uji Wilcoxon. Uji ini digunakan untuk mengetahui konsistensi apakah terdapat perbedaan antara proporsi tipe kecelakaan dari setiap zona terhadap rata-rata proporsi tipe kecelakaan zona dari seluruh kategori kelas kecelakaan lalu lintas dan kategori kecelakaan fatal dan kecelakaan serius di ruas-ruas jalan nasional di Indonesia. Hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatifnya (H_i) diberikan sebagai berikut:

H_0 : tidak terdapat perbedaan antara proporsi kecelakaan fatal dan luka serius rata-rata zona dari seluruh kecelakaan dengan proporsi semua tipikal kecelakaan di ruas jalan nasional

H_i : terdapat perbedaan antara proporsi kecelakaan fatal dan luka serius rata-rata zona dari seluruh kecelakaan.

Nilai kritis W atau W_{Table} pada Uji Tanda Peringkat Berpasangan Wilcoxon untuk tingkat signifikansi $\alpha=0,005$; $\alpha=0,001$; $\alpha=0,025$; dan $\alpha=0,05$ diberikan seperti pada Tabel Uji Wilcoxon, sedangkan kriteria penilaiannya diberikan bila $W_{hitung} > W_{Table}$, maka hipotesis menerima H_0 . Sebaliknya, bila $W_{hitung} < W_{Table}$, hipotesis menolak H_0 atau menerima H_i .

Tahapan berikutnya adalah melakukan inventarisasi perangkat model yang dikembangkan oleh iRAP terutama dengan atribut-atribut jalan yang menjadi bagian *likelihood*, *severity*, faktor lain yang dipandang berpengaruh terhadap kecelakaan lalu lintas. Atribut penilaian jalan yang ditunjukkan pada Tabel 3 merupakan hasil kajian dari berbagai model SRS yang dikembangkan sebelumnya yang kemudian dipadukan dengan konsep yang diusulkan untuk ruas-ruas jalan Indonesia (Idris, Caroline, and Santosa 2022). Atribut yang diberi tanda bintang (*) adalah atribut asli yang dikembangkan oleh iRAP. Sementara itu, atribut lain yang ada pada tabel tersebut merupakan atribut tambahan yang dipandang perlu dipertimbangkan untuk kondisi jalan dan lingkungan serta kondisi lalu lintas di ruas-ruas jalan nasional Indonesia berdasarkan hasil *benchmarking* atribut jalan dari berbagai model yang diusulkan dalam penelitian ini.

Secara keseluruhan di dalam rancangan awal atribut yang diusulkan terdapat 51 atribut jalan yang dipertimbangkan untuk ruas jalan nasional. Dari total 51 atribut seluruh tipe kecelakaan terbagi ke dalam *likelihood* geometrik jalan (12 atribut), *likelihood* kondisi jalan (2 atribut), *likelihood* pengaturan lalu lintas (3 atribut), *likelihood* perlengkapan jalan (5 atribut) *likelihood* fasilitas berputar balik (3 atribut), *likelihood* persimpangan (5 atribut), faktor *severity* (12 atribut), faktor kecepatan (1 atribut), dan faktor eksternal arus lalu lintas (4 atribut).

Gambar 2 merupakan rancangan awal model SRS Jalan Nasional dari persepektif pengguna kendaraan bermotor roda-4 atau lebih berdasarkan hasil *benchmarking* atribut jalan dari Tabel 3. Atribut SRS Jalan Nasional pada Tabel 3 merupakan hasil survei persepsi ahli terhadap sejumlah atribut yang diusulkan yang mencakup atribut, faktor eksternal arus lalu lintas, serta kecepatan operasional.

Tabel 3. Rancangan Awal Atribut Penilaian Jalan untuk Ruas Jalan Indonesia

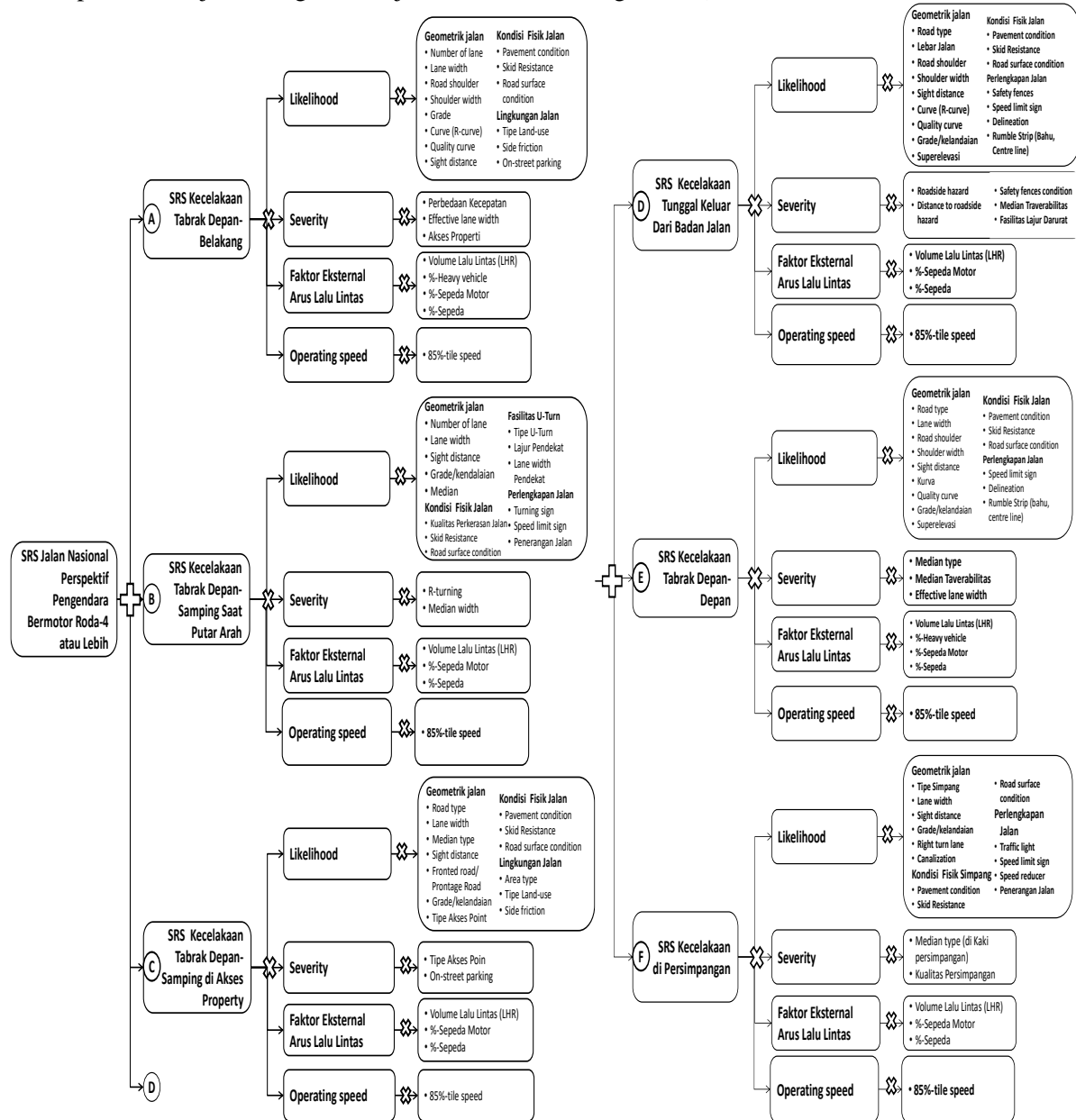
Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan		Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan-Samping Saat Berputar Arah		Atribut SRS Parameter Kecelakaan Kecelakaan Depan-Samping di Akses Properti		Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tunggak Keluar dari Badan Jalan		Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan-Depan		Atribut SRS Parameter Kecelakaan Persimpangan	
I	Atribut Likelihood	I	Atribut Likelihood	I	Atribut Likelihood	I	Atribut Likelihood	I	Atribut Likelihood	I	Atribut Likelihood
1	Jumlah laju	1	Jumlah laju	1	Tipe jalan	1	Tipe jalan	1	Tipe jalan	1	Tipe simpang) *
2	Lebar laju	2	Lebar laju	2	Lebar laju	2	Lebar laju) *	2	Lebar laju	2	Lebar laju
3	Bahu jalan	3	Jarak pandang	3	Tipe Median) *	3	Bahu jalan	3	Bahu jalan	3	Lajur belok kanan
4	Lebar bahu	4	Grade/kelandaian	4	Jarak pandang	4	Lebar bahu	4	Lebar bahu	4	Jarak pandang) *
5	Kurva(R-tikungan)	5	Median jalan	5	Grade/Kelandaian	5	Grade/kelandaian	5	Jarak pandang	5	Grade/kelandaian) *
6	Kualitas kurva	6	Kondisi perkerasan jalan	6	Facilitas Lajur Lambat) *	6	Kurva (R-tikungan) *	6	Kurva (R-tikungan) *	6	Kanalisasi) *
7	Grade/kelandaian	7	Skid resistance	7	Tipe akses properti) *	7	Kualitas kurva) *	7	Kualitas kurva) *	7	Kondisi perkerasan jalan
8	Superelevasi	8	Kondisi permukaan jalan	8	Kondisi perkerasan jalan	8	Grade/kelandaian) *	8	Grade/kelandaian) *	8	Skid resistance
9	Kondisi perkerasan jalan	9	Rambu putar arah	9	Skid resistance	9	Superelevasi	9	Superelevasi	9	Kondisi permukaan jalan
10	Skid resistance	10	Rambu batas kecepatan	10	Kondisi permukaan jalan	10	Kondisi perkerasan jalan) *	10	Kondisi perkerasan jalan) *	10	APILL
11	Kondisi permukaan jalan	11	Penerangan jalan	11	Tipe area	11	Skid resistance) *	11	Skid resistance) *	11	Rambu persimpangan
12	Tata guna lahan	12	Tipe fasilitas berputar arah	12	Tata Guna Lahan	12	Kondisi permukaan jalan	12	Kondisi permukaan jalan	12	Rambu Batas Kecepatan
13	Pemanfaatan sisi jalan	13	Lajur untuk berputar arah	13	Pemanfaatan sisi jalan	13	Pagar keselamatan	13	Rambu batas kecepatan	13	Perangkat penurunan
14	Parkir badan jalan	14	Lebar laju berputar arah	14	Atribut Keperahan	14	Rambu Batas Kecepatan	14	Delineasi) *	14	Penerangan jalan) *
II	Atribut Keperahan	II	Atribut Keperahan	14	Intensitas akses) *	15	Delineasi) *	15	Rumble strip) *	II	Atribut Keperahan
15	Lebar efektif jalan	15	R-putaran	15	Hambatan samping	16	Rumble strip) *	16	Rumble strip) *	15	Tipe median) *
16	Tingginya akses property	16	Lebar median	16	Parkir badan jalan	II	Atribut Keperahan	16	Tipe median) *	16	Kualitas Simpang) *
17	Perbedaan kecepatan	III	Kecepatan Operasional	17	Kecepatan Operasional	17	Kecepatan Operasional	17	Median transversabilitas) *	III	Kecepatan Operasional
III	Kecepatan Operasional	17	85%-tile kecepatan	17	85%-tile kecepatan	18	Objek berbahaya tepi jalan) *	18	Lebar efektif jalan	17	85%-tile kecepatan) *
18	85%-tile kecepatan	IV	Pengaruh Eks.Arus LL	IV	Pengaruh Eks.Arus LL	19	Jarak ke objek berbahaya) *	19	Jarak ke objek berbahaya) *	IV	Pengaruh Eks.Arus LL
IV	Pengaruh Eks.Arus LL	18	Volume lalu lintas (LHR)	18	Volume lalu lintas (LHR) *	20	Kondisi pagar keselamatan	20	Kondisi pagar keselamatan	19	85%-tile kecepatan) *
19	Volume lalu lintas (LHR)	19	%-Sepeda motor	19	%-Sepeda motor	21	Median transversabilitas) *	21	Median transversabilitas) *	IV	Pengaruh Eks.Arus LL
20	%-Kendaraan berat/lambat	20	%-Sepeda	20	%-Sepeda	III	Kecepatan Operasional	20	Kecepatan Operasional	20	Volume lalu lintas (LHR) *
21	%-Sepeda motor	21	%-Sepeda motor	22	85%-tile kecepatan) *	22	85%-tile kecepatan) *	22	85%-tile kecepatan) *	21	%-Sepeda motor
22	%-Sepeda	22	%-Sepeda	IV	Pengaruh Eks.Arus LL	23	Volume lalu lintas (LHR) *	23	Volume lalu lintas (LHR) *	22	%-Sepeda
23	Volume lalu lintas (LHR)	23	%-Sepeda motor	24	%-Sepeda motor	24	%-Sepeda motor	24	%-Sepeda motor	23	%-Sepeda
24	%-Sepeda motor	24	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	24	%-Sepeda
25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda	25	%-Sepeda

Keterangan: *) atribut RPS dan SRS IRAP

Sumber: Idris, Caroline, and Santosa 2021

Ada dua tahapan kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini. Survei tahap pertama ditujukan untuk menjangkau sejumlah atribut untuk masing-masing tipe kecelakaan menggunakan snowball sampling dengan responden ahli keselamatan jalan, sedangkan survei tahap kedua diarahkan untuk menilai tingkat kepentingan dan kemudahan di dalam penerapan atribut-atribut yang dinilai. Beberapa perangkat analisis statistika berupa uji kecukupan data, uji keseragaman, uji validitas

dan uji realibilitas (Walpole dan Myers 1995; Sprent 1991; Siegel 1997) telah digunakan di dalam penelitian ini. Uji kecukupan dan keseragaman menggunakan untuk tingkat keyakinan 95% (Walpole dan Myers 1995; Sprent 1991; Siegel 1997). Uji validitas menggunakan koefisien korelasi Pearson dengan tingkat kesalahan 5%, sedangkan uji realibilitas memanfaatkan nilai koefisien Alpha Cronbach > 0,60 (Walpole dan Myers 1995; Sprent 1991; Siegel 1997).

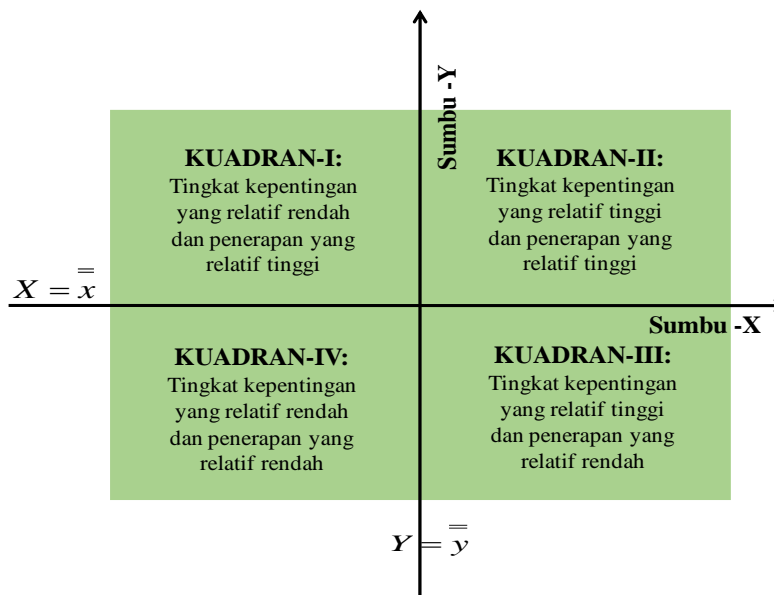


Gambar 2. Rancangan Awal Model Perhitungan SRS Ruas Jalan Nasional dari Perspektif Pengendara Kendaraan Bermotor Roda-4 atau Lebih

Lebih lanjut penelitian ini memanfaatkan metode analisis tingkat kepentingan dan penerapan atribut dari setiap parameter menggunakan pendekatan metode *Importance and Performance Analysis (IPA)* ((Zeithaml, Parasuraman, dan Berry 1990). Metode IPA digunakan dalam memetakan tingkat kepentingan (*importance*) dan tingkat performansi (*performance*) untuk mengidentifikasi atribut penilaian jalan yang diusulkan (Zeithaml, Parasuraman, dan Berry 1990). Metode IPA memetakan bobot rata-rata atribut ke dalam 4 kuadran seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

Penetapan kuadran pada metoda IPA didasarkan atas nilai rata-rata bobot tingkat kepentingan sebagai Sumbu-X (absis) dan rata-rata bobot tingkat penerapan sebagai Sumbu-Y

(ordinat). Kuadran-I berada pada area dengan rata-rata bobot tingkat kepentingan relatif rendah dan tingkat penerapan relatif tinggi. Kuadran-II berada pada area dengan rata-rata bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan relatif tinggi. Kuadran-III terletak pada area dengan rata-rata bobot tingkat kepentingan relatif tinggi dan tingkat penerapan relatif rendah. Sementara itu, Kuadran-IV berada pada lokasi antara rata-rata bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan relatif rendah. Penelitian ini mengategorikan atribut dengan bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan yang berada pada area Kuadran-I, Kuadran-II, dan Kuadran-III. Atribut dengan bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan pada Kuadran-IV didefinisikan tidak menjadi prioritas.



Gambar 3. Sistem Koordinat IPA

HASIL DAN ANALISIS

Karakteristik Kecelakaan Jalan Nasional

Tabel 4 berikut merupakan ringkasan tipikal data untuk kecelakaan fatal dan berat (FSIs) yang menyandingkan rata-rata zona pengamatan (Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Bali & Nusa Tenggara, Maluku, Papua) dengan tipikal kecelakaan di semua tingkatan kecelakaan di ruas jalan nasional. Uji Wilcoxon memperlihatkan bahwa nilai $W_{hitung} = 23$ lebih besar dari nilai $W_{tabel} = 11$. Uji ini menyimpulkan bahwa tidak terdapat

perbedaan yang signifikan dari tipikal kecelakaan lalu lintas fatal dan serius di setiap zona dengan seluruh tipe kecelakaan untuk semua kelas kecelakaan.

Table 4. Proporsi Tipikal Kecelakaan FSIs dan Seluruh Kecelakaan Ruas Jalan Nasional Tahun 2012-2019

No.	Tipe Kecelakaan	Proporsi Kecelakaan Fatal dan Serius (FSIs) (%) per Zona										Rata-rata Zona (%)		Semua Laka (ALL) (%)			
		Sumatera	Jawa	Bali&Nusra	Kalimantan	Sulawesi	Maluku	Papua	Sumatera	Jawa	Bali&Nusra	Kalimantan	Sulawesi		Maluku	Papua	
1	Tabrak Depan-Depan	29.52	17.10	22.24	25.11	22.83	38.35	25.46	25.80	24.84							
2	Tabrak Depan-Belakang	21.22	30.14	20.23	18.91	17.36	13.09	20.00	20.13	21.03							
3	Tabrak Depan-Samping pada	5.03	5.90	6.37	5.93	5.26	3.71	2.56	4.96	5.21							
4	Tabrak Depan-Samping (U-Turn)	2.51	3.24	1.52	2.62	1.42	0.33	1.08	1.82	2.12							
5	Tabrak Samping-Samping	11.97	13.73	16.55	13.61	21.29	21.29	19.85	16.90	15.57							
6	Tabrak Orang/Pejalan Kaki	18.20	21.47	18.52	17.03	19.33	6.64	15.43	16.66	18.12							
7	Semua Tipe Kecelakaan di Persimpangan	5.37	3.70	7.78	7.82	7.00	10.42	8.40	7.21	6.67							
8	Kecelakaan Tunggal Keluar dari Badan Jalan	2.82	1.76	2.91	2.78	2.20	2.21	3.54	2.60	2.56							
9	Tabrak Kendaraan Parkir	2.86	2.58	3.01	4.53	2.78	2.80	3.17	3.10	3.16							
10	Tabrak Benda Tetap di Badan Jalan	0.49	0.40	0.87	1.67	0.52	1.17	0.51	0.80	0.73							

Hasil ini lebih jauh mengindikasikan bahwa tipikal kecelakaan di seluruh zona, baik untuk kecelakaan Fatal dan Serious (FSIs) maupun untuk semua kecelakaan di ruas-ruas jalan nasional Indonesia relatif memiliki tipikal yang sama. Hasil uji statistik ini menjadi dasar pengembangan model SRS untuk jalan nasional pada dasarnya berlaku semua ruas jalan nasional untuk setiap zona di Indonesia. Oleh karena itu, kajian terhadap atribut yang dirancang dalam penelitian ini dipandang berlaku untuk seluruh ruas jalan nasional di Indonesia.

Atribut Perhitungan Peringkat Bintang Jalan Nasional

Data kuesioner Tahap-1 (93 sampel) dan kuesioner Tahap-2 (43 sampel) telah melalui uji kecukupan dan keseragaman data untuk tingkat keyakinan 95%. Demikian juga uji validitas berdasarkan koefisien korelasi Pearson dengan

tingkat kesalahan 5% juga terpenuhi. Uji realibilitas telah memenuhi nilai koefisien Alpha Cronbach $> 0,60$. Uji validitas pada data kuesioner Tahap-1 berhasil mengeleminasi beberapa atribut yang diusulkan dalam rancangan penelitian yang hasilnya ditunjukkan pada Table 5.

Dengan cara yang sama seperti pada analisis kuesioner Tahap-1, hasil uji analisis statistika pada kuesioner Tahap-2 memperlihatkan kecukupan data dan keseragaman data yang memenuhi uji statistika dengan tingkat keyakinan yang bervariasi antara 90%-95%. Uji validitas dengan tingkat keyakinan 95% memperlihatkan semua data, baik tingkat kepentingan maupun tingkat penerapan atribut dikategorikan valid. Sementara itu, reliabilitas untuk menguji instrumen memiliki nilai koefisien *Alpha Cronbach* di atas 0,70; yang mengindikasikan instrumen penelitian memiliki reliabilitas yang bervariasi antara tinggi dan sangat tinggi.

Table 5. Hasil Analisis Survey Tahap-1

Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan Belakang	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Depan-Samping Saat Berputar Arah	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Depan-Samping Akses Properti	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tunggal Keluar dari Badan Jalan	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan- Depan Persimpangan	Atribut SRS Parameter Kecelakaan
I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood
1 Jumlah lajur	1 Jumlah lajur	1 Tipe jalan	1 Tipe jalan	1 Tipe jalan	1 Lebar lajur
2 Lebar lajur	2 Lebar lajur	2 Lebar lajur	2 Lebar lajur)*	2 Lebar lajur)*	2 Lajur belok kanan
3 Bahu jalan	3 Jarak pandang	3 Tipe Median) *	3 Bahu jalan	3 Bahu jalan	3 Jarak pandang) *
4 Lebar bahu	4 Grade/kelandaian	4 Jarak pandang	4 Lebar bahu	4 Lebar bahu	4 Grade/kelandaian) *
5 Kurva(R-tikungan)	5 Median jalan	5 Grade/Kelandaian	5 Jarak pandang	5 Kurva (R-tikungan) *	5 Kanali sasi) *
6 Kualitas kurva	6 Kondisi perkerasan jalan	6 Fasilitas Lajur Lambat) *	6 Kurva (R-tikungan) *	6 Kualitas kurva) *	6 Kondisi perkerasan jalan
7 Grade/kelandaian	7 Skid resistance	7 Kondisi perkerasan jalan	7 Kualitas kurva) *	7 Grade/kelandaian) *	7 Skid resistance
8 Superelevasi	8 Kondisi permukaan jalan	8 Skid resistance	8 Grade/kelandaian) *	8 Superelevasi	8 Kondisi permukaan jalan
9 Kondisi perkerasan jalan	9 Rambu putar arah	9 Kondisi permukaan jalan	9 Superelevasi	9 Kondisi perkerasan jalan) *	9 APILL
10 Skid resistance	10 Rambu batas kecepatan	10 Tipe area	10 Kondisi perkerasan jalan) *	10 Skid resistance) *	10 Rambu persimpangan
11 Kondisi permukaan jalan	11 Lajur untuk berputar arah	11 Tata Guna Lahan	11 Skid resistance) *	11 Kondisi permukaan jalan	11 Rambu Batas Kecepatan
12 Tata guna lahan	II Atribut Keperahan	12 Pemanfaatan sisi jalan	12 Kondisi permukaan jalan	12 Rambu batas kecepatan	12 Perangkat p e nurun kecepatan) *
13 Pemanfaatan sisi jalan	12 R-putaran	II Atribut Keperahan	13 Pagar keselamatan	13 Delineasi) *	II Atribut Keperahan
14 Parkir badan jalan	13 Lebar median	13 Intensitas akses) *	14 Delineasi) *	14 Rumble strip)*	13 Tipe median) *
II Atribut Keperahan	III Kecepatan Operasional	14 Hambatan samping	15 Rumble strip) *	II Atribut Keperahan	III Kecepatan Operasional
15 Lebar efektif jalan	14 85%-tile kecepatan	15 Parkir badan jalan	II Atribut Keperahan	15 Tipe median)*	14 85%-tile kecepatan) *
16 Tingginya akses property	IV Pengaruh Eks.Arus LL	III Kecepatan Operasional	16 Fasilitas lajur darurat	16 Median traversabilitas) *	IV Pengaruh Eks.Arus LL
III Kecepatan Operasional	15 %-Sepeda motor	16 85%-tile kecepatan	17 Objek berbahaya tepi jalan) *	17 Lebar efektif jalan	15 %-Sepeda Motor
17 85%-tile kecepatan	16 %-Sepeda	IV Pengaruh Eks.Arus LL	18 Jarak ke objek berbahaya) *	III Kecepatan Operasional	16 %-Sepeda
IV Pengaruh Eks.Arus LL	18 %-Kendaraan berat/lambat	17 %-Sepeda motor	19 Kondisi pagar keselamatan	18 85%-tile kecepatan) *	
18 %-Kendaraan berat/lambat	19 %-Sepeda motor	III Kecepatan Operasional	20 Median traversabilitas) *	IV Pengaruh Eks.Arus LL	
19 %-Sepeda motor	20 %-Sepeda	21 85%-tile kecepatan) *	III Kecepatan Operasional	19 Volume lalu lintas (LHR) *	
20 %-Sepeda		IV Pengaruh Eks.Arus LL	22 Volume lalu lintas (LHR) *	20 %-Sepeda motor	
		22 Volume lalu lintas (LHR) *	23 %-Sepeda motor	21 %-Sepeda	
		23 %-Sepeda motor	24 %-Sepeda		

Keterangan: *) atribut RPS dan SRS IRAP

Analisis IPA Atribut Perhitungan SRS Kecelakaan Tabrak Depan-Belakang

Hasil analisis IPA antara tingkat kepentingan dan penerapan berdasarkan untuk model SRS kecelakaan tabrak depan-belakang memperlihatkan rata-rata bobot tingkat kepentingan adalah $X=4.040$ dan tingkat penerapan $Y=3.223$. Koordinat $[X=4.040; Y=3.233]$ menjadi penetapan sumbu-X dan sumbu-Y pada sistem koordinat IPA yang digunakan untuk memetakan bobot atribut setiap atribut jalan pada model SRS kecelakaan tabrak depan-belakang. Hasil pemetaan ini memperlihatkan terdapat 13 (tiga belas) atribut yang terpetakan ke dalam kuadran-I, II, dan III, yang menjadi pertimbangan atribut jalan yang dipandang berpengaruh terhadap kecelakaan tabrak depan-belakang di ruas-jalan nasional.

Atribut terpilih dengan setiap tingkat kepentingan dan tingkat penerapannya untuk *likelihood* di antaranya jumlah lajur [4,186;3,372], lebar lajur [4,140;3,302], bahu jalan [4,116;3,279], R-tikungan [4,093;3,209], kualitas tikungan [4,140;3,442], kelandaian memanjang jalan (*grade*) [4,372;3,302], superelevasi [3,977;3,032], kondisi perkerasan jalan [4,186;3,558, skid *resistance* [4,183;3,605]. Atribut untuk *severity* adalah lebar efektif jalan [4,116;3,093], sedangkan atribut pengaruh eksternal yang terpilih adalah persentase kendaraan lambat [4,047;3,256], sedangkan atribut kecepatan operasional [4,233;3,395].

Analisis IPA Atribut Perhitungan SRS Kecelakaan Tabrak Depan-Samping Saat Berputar Balik

Tingkat kepentingan dan penerapan berdasarkan model SRS kecelakaan tabrak depan-samping saat berputar arah pada model SRS Jalan Nasional memperlihatkan rata-rata bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan adalah $X=4.234$ dan $Y=3.439$. Dalam analisis ini koordinat $[X=4.234; Y=3.439]$ menjadi penetapan sumbu-X dan sumbu-Y pada system koordinat IPA yang digunakan untuk memetakan bobot atribut ke setiap kuadran pada model SRS kecelakaan tabrak depan-samping saat berputar arah.

Sejumlah atribut yang berada dalam kuadran-I, Kuadran-II, dan kuadran-III

dipertimbangan menjadi atribut dalam model SRS Jalan Nasional untuk kecelakaan tabrak depan-samping ketika berputar arah. Atribut yang menjadi bagian dari *likelihood* dalam model ini antara lain jumlah lajur [4,349;3,419], lebar lajur [4,395; 3,326], jarak pandang [4,651;3,674], grade/kelandaian [4,236;3,186], median jalan [4,395;3,419], skid *resistance* [4,047;3,488], kondisi permukaan jalan [3,860;3,465], fasilitas dan rambu putar balik [4,605;3,977], rambu batas kecepatan [4,512;3,884]. Atribut dari *severity* terpilih adalah R-putar balik [4,395;3,442] dan lebar median [4,651;3,365]. Faktor kecepatan operasional yang ditunjukkan dengan 85%-tile kecepatan [4,279;3,535] merupakan atribut penting yang dipertimbangkan dalam model ini.

Analisis IPA Atribut Perhitungan SRS Kecelakaan Tabrak Depan-Samping pada Akses Properti

Hasil analisis IPA pada kecelakaan tabrak depan-samping pada akses properti memperlihatkan rata-rata bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan masing-masing $X=4.050$ dan $Y=3.195$. Atribut-atribut yang berada pada Kuadran-I, Kuadran-II, dan Kuadran-III yang menjadi *likelihood* pada model ini antara lain jumlah lajur [4,279;3,209], lebar lajur [4,116;3,209], jarak pandang [4,558;3,558], grade/kelandaian [4,163;3,263], jalur lambat (*prontage road*) [4,372;3,000], kondisi perkerasan jalan [3,698;3,279], *skid resistance* [, kondisi permukaan jalan [3,953;3,419], tata guna lahan [4,163;3,233] dan tipe area [4,070;3,326]. Atribut *severity* berdasarkan analisis IPA untuk model SRS kecelakaan tabrak depan-samping di jalan akses properti adalah jumlah atau intensitas akses [4,140;2,977], hambatan samping [4,233;3,279] dan parkir badan jalan [4,140;3,116]. Atribut lainnya yang dipertimbangkan dalam model ini adalah kecepatan operasional [4,209;3,395].

Analisis IPA Atribut Perhitungan SRS Kecelakaan Keluar dari Badan Jalan

Hasil analisis IPA terhadap atribut model SRS kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan memberikan rata-rata bobot tingkat kepentingan $[X]$ dan tingkat penerapan $[Y]$ masing-masing $X=4.152$ dan

Y=3,400. Atribut dengan bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan yang masuk ke dalam Kuadran I, II dan III, antara lain atribut *likelihood*, yaitu tipe jalan [4,186;3,279], lebar lajur [4,233;3,372], kondisi bahu jalan [4,302;3,442], lebar bahu [4,302;3,395], jarak pandang [4,209;3,419], R-tikungan [4,302;3,279], kualitas kurva [4,465;3,767], superelevasi [4,326;3,419], kondisi perkerasan jalan [4,000;3,535], skid resistance [4,070;3,512], kondisi permukaan jalan [4,279;3,558], pagar keselamatan [4,442;3,581], delineasi [4,465;3,721], *rumble strip*/marka bertekstur [4,302;3,721]. Atribut *severity* dari model ini adalah objek berbahaya sisi jalan [4,256;3,395], jarak objek berbahaya ke lajur lalu lintas [4,233;3,302], dan kondisi pagar keselamatan [4,372;3,647]. Model SRS kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan juga tetap mempertimbangkan faktor kecepatan operasional [4,186;3,512] sebagai faktor berpengaruh.

Analisis IPA Atribut Penilaian Kecelakaan Tabrak Depan-Depan

Model SRS kecelakaan tabrak depan-depan untuk jalan nasional pada penelitian ini tidak membedakan penyebabnya apakah akibat kehilangan kendali sehingga masuk ke lajur berlawanan arah atau akibat gagal mengantisipasi ketika mendahului kendaraan lain. Kondisi ini didasarkan karena sebagian besar ruas jalan nasional Indonesia memiliki tipe 2/2-UD dan 4/2-UD yang belum dirancang memiliki lebar jalan dan median jalan yang ideal.

Hasil analisis IPA terhadap atribut model SRS kecelakaan tabrak depan-depan memberikan rata-rata bobot tingkat kepentingan [X] dan tingkat penerapan [Y] masing-masing X=4,178 dan Y=3,435. Atribut dengan bobot tingkat kepentingan dan tingkat penerapan yang masuk ke dalam Kuadran I, Kuadran-II, dan Kuadran-III, antara lain atribut *likelihood* seperti tipe jalan [4,558;3,581], lebar lajur [4,488;3,535], R-tikungan [4,328;3,349], kualitas kurva [4,372;3,721], kondisi perkerasan [4,023;3,605], kondisi permukaan jalan [4,023;3,442], rambu batas kecepatan [4,349;3,647], delineasi [4,419;3,791], *rumble strip*/marka tepi bertekstur [4,209;3,651]. Sementara itu, atribut *severity*-nya yang terpilih adalah

median jalan [4,372;3,488] dan lebar efektif jalan [4,488;3,395]. Atribut dari faktor eksternal dalam model SRS ini terpilih lalu lintas harian rata-rata [4,186;3,488]. Model SRS kecelakaan tabrak depan-depan ini memasukkan faktor kecepatan operasional yang diberikan dalam bentuk 85%-tile kecepatan [4,256;3,558] sebagai faktor berpengaruh.

Analisis IPA Atribut Penilaian Kecelakaan di Persimpangan

Kecelakaan di persimpangan dalam model SRS Jalan nasional ini merupakan semua tipe kecelakaan yang mungkin terjadi di persimpangan yang dikategorikan sebagai kontribusi desain geometrik, kondisi fisik, dan pengaturan lalu lintas persimpangan. Pada umumnya kecelakaan terjadi pada persimpangan-Y atau persimpangan-T yang memiliki jarak pandang yang buruk. Persimpangan ini pada umumnya belum didesain dengan ideal karena banyak ditemukan berada pada tikungan yang memiliki jarak pandang yang kurang ideal.

Hasil analisis IPA terhadap sejumlah atribut pada kecelakaan di persimpangan memberikan nilai rata-rata bobot tingkat kepentingan [X] dan tingkat keparahan [Y] masing-masing X=4,087 dan Y=3,449. Hasil analisis ini lebih lanjut memetakan sejumlah atribut *likelihood* pada Kuadran-I, Kuadran-II, dan Kuadran-III antara lain lajur belok kanan [4,372;3,535], jarak pandang [4,535;3,698], *grade*/kelandaian [4,140;3,140], kanalisasi [4,419;3,442], lampu pengatur lalu lintas (APIL) [4,395;3,953], rambu batas kecepatan [4,163;3,698], dan perangkat penurun kecepatan [4,140;3,628]. Model SRS kecelakaan di persimpangan memasukkan faktor kecepatan operasional yang diberikan dalam bentuk 85%-tile kecepatan [4,093;3,302] sebagai faktor berpengaruh

PEMBAHASAN

Secara keseluruhan hasil analisis Kuadran IPA terhadap sejumlah atribut setiap perhitungan SRS Jalan Nasional menghasilkan sejumlah atribut dari setiap tipe kecelakaan yang terbagi atas atribut SRS parameter tabrak depan-belakang (13 atribut), SRS parameter kecelakaan tabrak depan-samping saat berputar balik (13

atribut), SRS parameter kecelakaan tabrak depan-samping di akses properti (14 atribut), SRS parameter kecelakaan tunggal (18 atribut), SRS parameter kecelakaan tabrak depan-depan (13 atribut), SRS parameter kecelakaan di persimpangan (10 atribut). Hasil analisis IPA lebih lanjut

memperlihatkan terdapat sejumlah atribut jalan tersebut ada yang sama-sama digunakan untuk beberapa SRS tipe kecelakaan sehingga secara total atribut SRS Jalan Nasional terpilih sebanyak 43 atribut seperti ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Atribut Perhitungan SRS Jalan Nasional Untuk Kendaraan Bermotor Roda-4 atau Lebih

Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan Belakng	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Depan-Samping Saat Berputar Arah	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Depan Samping di Akses Properti	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tunggal Keluar dari Badan Jalan	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Tabrak Depan-Depan	Atribut SRS Parameter Kecelakaan Persimpangan
I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood	I Atribut Likelihood
1 Jumlah lajur	1 Jumlah lajur	1 Tipe jalan	1 Tipe jalan	1 Tipe jalan	1 <i>Lajur belok kanan</i>
2 Lebar lajur	2 Lebar lajur	2 Lebar lajur	2 <i>Lebar lajur</i> *	2 Lebar bahu	2 <i>Jarak pandang</i> *
3 Bahu jalan	3 Jarak pandang	3 Jarak pandang	3 Bahu jalan	3 <i>Kurva (Rtikungan)</i> *	3 <i>Grade/kelandaian</i> *
4 Lebar bahu	4 Grade/kelandaian	4 Grade/Kelandaian	4 Lebar bahu	4 <i>Kualitas kurva</i> *	4 <i>Kanalisasi</i> *
5 Kualitas kurva	5 Median jalan	5 <i>Fasilitas Lajur Lambat</i> *	5 Jarak pandang	5 <i>Kondisi perkerasan jalan</i> *	5 Kondisi permukaan jalan
6 Grade/kelandaian	6 Skid resistance	6 Kondisi perkerasan jalan	6 <i>Kurva (Rtikungan)</i> *	6 Kondisi permukaan jalan	6 APILL
7 Superelevasi	7 Kondisi permukaan jalan	7 Skid resistance	7 <i>Kualitas kurva</i> *	7 Rambu batas kecepatan	7 Rambu persimpangan
8 Kondisi perkerasan jalan	8 Rambu putar arah	8 Kondisi permukaan jalan	8 Superelevasi	8 <i>Delineasi</i> *	8 Rambu Batas Kecepatan
9 Skid resistance	9 Rambu batas kecepatan	9 Tipe area	9 <i>Kondisi perkerasan jalan</i> *	9 <i>Rumble strip</i> *	9 <i>Perangkat penurun kecepatan</i> *
10 Kondisi permukaan jalan	10 Lajur untuk berputar arah	10 Tata Guna Lahan	10 <i>Skid resistance</i> *	II Atribut Keperahan	III Kecepatan Operasional
II Atribut Keperahan	II Atribut Keperahan	II Atribut Keperahan	11 Kondisi permukaan jalan	10 <i>Tipe median</i> *	10 85%-tile kecepatan) *
11 Lebar efektif jalan	11 R-putaran	11 <i>Intensitas aksesi</i> *	12 Pagar keselamatan	11 <i>Lebar efektif jalan</i>	
III Kecepatan Operasional	12 Lebar median	12 Hambatan samping	13 <i>Delineasi</i> *	III Kecepatan Operasional	
12 85%-tile kecepatan	III Kecepatan Operasional	13 Parkir badan jalan	14 <i>Rumble strip</i> *)*	12 85%-tile kecepatan) *	
IV Pengaruh Eks.Arus LL	13 85%-tile kecepatan	III Kecepatan Operasional	II Atribut Keperahan	IV Pengaruh Eks.Arus LL	
13 %-Kendaraan berat/lambat	14 85%-tile kecepatan	14 85%-tile kecepatan	15 <i>Objek berbahaya tepi jalan</i> *	13 <i>Volume lalu lintas (LHR)</i> *	
			16 <i>Jarak ke objek berbahaya</i> *)*		
			17 Kondisi pagar keselamatan		
			III Kecepatan Operasional		
			18 85%-tile kecepatan) *		

Keterangan :*)* atribut RPS dan RSR IRAP

Jika dibandingkan total atribut pada SRS iRAP (31 atribut) dengan SRS Jalan Nasional (43 atribut) tercatat 26 atribut yang sama-sama digunakan kedua model perhitungan SRS. Hasil statistik menggunakan uji Tanda (*Sign Test*) untuk tingkat signifikansi $\alpha=0,05$ yang diterapkan untuk menguji hipotesis membuktikan secara umum adanya perbedaan yang signifikan antara atribut model SRS iRAP dengan atribut SRS Jalan Nasional.

Berdasarkan analisis uji statistika serta analisis tingkat kepentingan dan tingkat penerapan serta rancangan model SRS Jalan Nasional, secara umum memperlihatkan model akhir dari SRS Jalan Nasional khusus dari perspektif pengguna kendaraan penumpang seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Model yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 4 memiliki perbedaan yang signifikan dibandingkan dengan model SRS iRAP. Perbedaan model SRS Jalan Nasional dengan model SRS iRAP selain ditentukan oleh tipe kecelakaan sebagai parameter utama juga ditentukan oleh atribut dari setiap parameter tersebut. Model SRS Jalan Nasional memberikan dua parameter yang sama sekali baru, yakni parameter kecelakaan tabrak depan-belang dan tipe kecelakaan tabrak depan-samping, yang khususnya terjadi ketika salah satu kendaraan melakukan pergerakan putar balik.

Di samping kedua parameter tersebut, ada satu parameter SRS Jalan Nasional yang sebetulnya tipe kecelakaannya berbeda, tetapi memiliki nama parameter yang sama, yaitu parameter kecelakaan tabrak depan-samping di akses properti. Model SRS iRAP parameter kecelakaan akses properti tidak disebutkan secara spesifik tipikal kecelakaan yang dominan di akses properti tersebut, sedangkan parameter kecelakaan di akses properti pada model SRS Jalan Nasional ini sangat didasarkan atas tipikal kecelakaan dominan di ruas-ruas jalan nasional, yaitu berupa tipe kecekaan tabrak depan samping. Oleh karena itu, parameter kecelakaan pada akses properti di dalam model SRS Jalan Nasional lebih menekankan kepada dominannya tipikal kecelakaan tabrak depan-samping di akses properti tersebut. Masuknya ketiga parameter kecelakaan tersebut di dalam model SRS Jalan Nasional membawa sejumlah konsekuensi dengan atribut baru sesuai dengan tipe kecelakaan tersebut. Selain itu, untuk

parameter kecelakaan lainnya ditemukan juga adanya beberapa atribut baru yang sama sekali belum tersedia, baik di dalam model RPS maupun model SRS iRAP.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Model perhitungan SRS iRAP dikembangkan dari model RPS, yang didasarkan pada tipe kecelakaan dominan terkait elemen dan lingkungan jalan. Penelitian ini mengembangkan model SRS untuk jalan nasional di Indonesia dari perspektif pengguna kendaraan bermotor roda empat atau lebih, berdasarkan analisis 283.158 data kecelakaan dari 2012 hingga 2019. Ada enam tipe kecelakaan dominan di jalan nasional:

1. tabrak depan-belakang,
2. tabrak depan-depan,
3. tabrak depan-samping di akses properti,
4. tabrak depan-samping di U-turn,
5. kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan, dan
6. kecelakaan di persimpangan.

Model SRS ini mempertimbangkan dua parameter baru yang berbeda dari SRS iRAP, yaitu kecelakaan tabrak depan-belakang dan tabrak depan-samping di U-turn, serta empat parameter yang sama, yaitu tabrak depan-samping di akses properti, kecelakaan tunggal keluar dari badan jalan, tabrak depan-depan, dan kecelakaan di persimpangan, dengan total 51 atribut jalan. Metode IPA menghasilkan 43 atribut jalan untuk model SRS Jalan Nasional, yang terdiri atas 30 atribut *likelihood*, 10 atribut *severity*, 2 atribut pengaruh eksternal lalu lintas, dan 1 atribut kecepatan operasional. Atribut-atribut ini terbagi ke dalam beberapa model SRS sesuai dengan tipe kecelakaan. Analisis statistik menunjukkan bahwa model SRS Jalan Nasional untuk pengguna kendaraan bermotor roda empat atau lebih memiliki perbedaan signifikan dibandingkan dengan model SRS sebelumnya.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, perbaikan infrastruktur jalan berfokus pada atribut yang relevan dengan kecelakaan dominan dapat secara signifikan meningkatkan keselamatan jalan nasional. Dengan melakukan pemantauan

berkala dan evaluasi berkelanjutan terhadap kondisi jalan dan penerapan model SRS, dapat dipastikan bahwa perbaikan keselamatan tetap relevan dan efektif. Penelitian lebih lanjut dengan data yang lebih baru dan cakupan atribut yang lebih luas dapat membantu memperbarui dan menyempurnakan model SRS sehingga lebih adaptif terhadap perubahan kondisi lalu lintas dan jalan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Direktur Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Direktorat Jenderal Bina Marga. Demikian juga ucapan terimakasih banyak kepada Bapak Prof. Ir. Wimpy Santosa, Ph.D, IPU dan Ibu Prof. Ir. Anastasia Caroline Sutandi, ST, MT., Ph.D., IPU atas bimbingan dan masukan berharga dalam penulisan makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Australian Road Assessment Program (AusRAP), 2008a. Comparing Risk Maps and Star Ratings, AusRAP Technical Working Paper, Australian Automobile Association
- Elvik, R., Høy, A., Vaa, T., dan Sørensen, M. 2009. The Handbook of Road Safety Measures, 2nd Edition, Emerald Group Publishing Limited. ISBN 978-1-84855-250-0.
- Europe Road Assessment Program (EuroRAP). 2009. Star Rating Road for Safety, The EuroRAP Methodology, EuroRAP505.05, European Road Assessment Programme, Worthing House, Basingstoke, Hampshire
- Idris, M., Caroline, A., Santosa, W. 2022. Atribut Perhitungan Nilai Perlindungan Jalan untuk Ruas Jalan Nasional Indonesia dari Perspektif Pengendara Kendaraan Bermotor Roda Empat Atau Lebih, Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung
- International Road Assessment Program (iRAP). 2009. The IRAP Methodology: Star Rating Roads for Safety, International Road Assessment Programme, London
- International Road Assessment Program (iRAP), 2010a. Star Rating Inspection

- Manual, Setting the standards for the road rating process, International Road Assessment Programme, London
- International Road Assessment Program (iRAP). 2010b, Review of the iRAP Road Protection Score Model and Star Ratings, The iRAP Worthing House Workshop, Basingstoke, London
- International Road Assessment Program (iRAP). 2012. Development of Risk Models For The Road Assessment Programme, International Road Assessment Programme, London
- Siegel, S. 1997. Statistika Non Parametrik Untuk Ilmu-Ilmu Sosial, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Walpole, R.,E., dan Myers, R.,H. 1995, Ilmu Peluang Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan, Edisi-4; Penerbit ITB, Bandung
- Zeithaml, V.A., Parasuraman, A. dan Berry, L.L. (1990), Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions, The Free Press, A Division of Simon & Schuster Inc, New York, NY 10020 (<https://books.google.co.id/books?id=RWPMYP7-sN8C&lpg=PP1&hl=id&pg=PR10#v=onepage&q&f=false>; diakses 3 Juni 2021)