

PENGEMBANGAN METODE PREDIKSI PROBABILITAS KECELAKAAN PADA SUATU RUAS JALAN ANTARKOTA BERDASARKAN KONDISI GEOMETRIK JALAN DAN KARAKTERISTIK LALU LINTAS

Fransiska Idalin
Magister Sistem dan Teknik
Transportasi
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika No. 2 (55281)
Yogyakarta
fransiska659@gmail.com

Siti Malkhamah
Magister Sistem dan Teknik
Transportasi
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika No. 2 (55281)
Yogyakarta
malkhamah@ugm.ic.id

Latif Budi Suparma
Magister Sistem dan Teknik
Transportasi
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika No. 2 (55281)
Yogyakarta
lbsuparma@ugm.ic.id

Abstract

Accident data is very important to figure out the number of accidents that occur on the road segment in some periods of time. If accident data is not available, another method is needed to determine the frequency of accidents, with the frequency of accidents replaced by a prediction of accident probability. Based on the literatures, it is found that the predictions of accident probabilities can be done based on the geometric conditions of the road and traffic characteristics. The probability values are obtained from the calculation of the percentage of the total score on the location of the road. The score is given based on the magnitude of the existing condition deficiency against the specified standard or criteria, with a score of 1 for conditions that are in accordance with the standard, while a score of 5 for the conditions that are not in accordance with the standards. Predictor parameters for 2 lane 2 ways undivided rural road are lane width (m), lane widening on curve, shoulder width, shoulder type, stopping sight distance, passing sight distance, radius of curve, maximum superelevation, tangent length between 2 curves, the present of transition curve, curve radius ratio of 2 adjacent curves, maximum length of tangent, grade (%), maximum length of grade, side slope, clear zones, hazards type, lighting, signings and markings, driveways density (number/km), proportion of heavy vehicles (%), volume of pedestrians (person/day), special alignment combinations and the differences between operating speed (V_{85}) and speed limit (V_{limit}). From this method would be generated 5 accident probabilities categories which are “very small”, “small”, “medium”, “big” and “very big”.

Keywords: traffic accident, accidents frequency, accident probability, road geometric

Abstrak

Data kecelakaan sangat penting untuk mengetahui jumlah kecelakaan yang terjadi pada segmen jalan untuk jangka waktu tertentu. Jika data kecelakaan tidak tersedia, diperlukan metode lain untuk mengetahui frekuensi kecelakaan, dengan frekuensi kecelakaan digantikan dengan perkiraan probabilitas kecelakaan. Berdasarkan literatur diperoleh bahwa prediksi probabilitas kecelakaan dapat dilakukan berdasarkan kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas. Nilai probabilitas diperoleh dari hasil perhitungan persentase total skor pada lokasi ruas jalan. Pemberian skor dilakukan berdasarkan besarnya defisiensi kondisi eksisting terhadap standar atau kriteria yang ditentukan, dengan skor 1 untuk kondisi yang sesuai standar, sedangkan skor 5 untuk kondisi yang paling tidak sesuai standar. Parameter *predictor* adalah lebar lajur, pelebaran lajur pada tikungan, lebar bahu, tipe bahu, jarak pandang henti, jarak pandang mendahului, jari-jari tikungan, super-elevasi maksimum, panjang *tangent* di antara 2 tikungan, keberadaan lengkung peralihan, rasio jari-jari 2 tikungan berdekatan, panjang *tangent* maksimum, kelandaian (%), panjang landai, *side slope*, *clear zone* (m), jenis *hazard*, penerangan jalan, rambu dan marka jalan, *driveways density* (jumlah/km), proporsi kendaraan berat (%), volume pejalan kaki (orang/hari), kombinasi alinyemen khusus, serta selisih kecepatan operasional (V_{85}) dari V_{limit} . Dihasilkan 5 katagori probabilitas, yaitu “sangat kecil”, “kecil”, “sedang”, “besar”, dan “sangat besar”.

Kata-kata kunci: kecelakaan lalu lintas, frekuensi kecelakaan, probabilitas kecelakaan, geometrik jalan

PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara dengan jumlah korban kecelakaan lalu lintas terbanyak peringkat keenam di dunia (WHO, 2015). Untuk mengurangi jumlah dan dampak kecelakaan lalu lintas maka perlu dilakukan penyelidikan mengenai titik-titik rawan kecelakaan, serta melakukan tindakan-tindakan penanganan di daerah rawan tersebut.

Selama ini penentuan lokasi rawan kecelakaan menggunakan metode identifikasi yang ada berdasarkan data kecelakaan dari kepolisian. Sementara ketersediaan data kecelakaan dari kepolisian kadang-kadang masih kurang lengkap dan kurang detail, khususnya di daerah-daerah di luar Pulau Jawa. Oleh karenanya, perlu digunakan suatu metode lain untuk mengetahui kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Kegiatan audit keselamatan jalan umumnya dilakukan dengan maksud melihat adanya potensi kecelakaan atau adanya kondisi bagian jalan yang dapat membahayakan pengguna jalan saat melaluinya. Namun sebagian besar kegiatan audit maupun inspeksi keselamatan jalan di Indonesia dilakukan berdasarkan data kecelakaan yang tercatat di kepolisian. Selain itu, selama ini penilaian yang dilakukan masih banyak bersifat kualitatif. Perbandingan hanya dilakukan terhadap standar perencanaan yang ada tanpa memperhitungkan kemungkinan kecelakaan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan suatu metode untuk prediksi kemungkinan kecelakaan pada ruas jalan antarkota 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD) berdasarkan kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas. Penilaian tidak dilakukan terhadap kondisi perkerasan dan *skid resistance* permukaan perkerasan.

Menurut AASHTO (2010), pada lokasi jalan yang memiliki penyimpangan desain atau memiliki desain geometrik yang kurang memenuhi standar, kemungkinan pengendara melakukan kesalahan dan ketidaksesuaian dalam berkendara akan bertambah besar. TRIMIS (2002) menyebutkan bahwa perilaku berlalu lintas yang berkeselamatan dan efisien sangat dipengaruhi oleh kondisi geometrik jalan (*geometrical features*). Jadi faktor jalan, khususnya geometrik jalan, sangat menentukan respon dan tindakan pengendara saat berkendara di jalan. Selain itu, pedoman yang berlaku di luar negeri sudah memperhatikan hasil penelitian-penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan pengaruh kondisi geometrik jalan terhadap kejadian kecelakaan.

Kecelakaan lalu lintas tidak boleh dianggap sebagai suatu kejadian yang tidak terelakkan, karena pada kenyataannya peristiwa kecelakaan adalah *predictable* dan *preventable* (WHO, 2013). Jumlah kecelakaan per tahun pada suatu ruas jalan *rural* berdasarkan kondisi geometrik, perlengkapan jalan, dan karakteristik lalu lintas juga telah dapat diprediksi (AASHTO, 2010). Beberapa parameter geometrik jalan yang digunakan untuk memprediksi jumlah kecelakaan adalah volume lalu lintas, lebar lajur, lebar dan jenis bahu, panjang lengkung tikungan, radius, ada atau tidak lengkung peralihan, superelevasi, landai jalan, *driveways density*, adanya garis tengah jalur, adanya *passing lane*, adanya lajur khusus untuk belok kiri (di Indonesia artinya untuk belok kanan), kondisi sisi jalan, penerangan jalan, dan adanya penegakan/penindakan terhadap pelanggaran batas kecepatan yang bersifat otomatis (*speed camera*).

Terdapat beberapa penelitian yang memperoleh hubungan antara geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas dengan kecelakaan. Lamm et al. (1999) merangkum berbagai hasil penelitian dari beberapa negara mengenai hubungan antara kondisi geometrik dan karakteristik lalu lintas dan frekuensi serta dampak kecelakaan. TRIMIS (2002) juga telah melakukan beberapa penelitian yang mendapatkan hubungan antara kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas dengan kejadian kecelakaan.

Berdasarkan hasil studi literatur dan hasil penelitian di berbagai negara di dunia diperoleh hasil beberapa parameter geometrik jalan yang mempengaruhi kemungkinan kecelakaan (Mohammed, 2013). Beberapa parameter tersebut adalah kecepatan kendaraan, lebar dan jumlah lajur, lebar dan jenis bahu, lebar dan jenis median, adanya *climbing lane*, *access density*, *barrier*, radius tikungan, superelevasi, lengkung peralihan, jarak pandang, kelandaian, lengkung vertikal, dan kondisi permukaan jalan.

Terdapat beberapa penelitian di Indonesia yang telah memperkirakan besarnya kemungkinan kecelakaan berdasarkan defisiensi kondisi geometrik dan perkerasan jalan. Dari data kecelakaan yang ada, pertama dilakukan identifikasi lokasi rawan kecelakaan, lalu diukur defisiensi geometrik, kecepatan kendaraan, dan kondisi perkerasan pada ruas jalan tersebut. Pemberian skor kondisi jalan dilakukan berdasarkan besarnya defisiensi dari standar perencanaan dan standar keselamatan (Mulyono et al., 2008; 2009). Perbedaan antara penelitian-penelitian tersebut dengan penelitian ini adalah pada parameter-parameter *predictor* yang dipilih serta dasar penyusunan kriteria penskoran.

Penelitian ini dilakukan dengan metode gabungan antara metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode prediksi probabilitas kecelakaan disusun berdasarkan hasil studi literatur dan menggunakan analisis multikriteria. Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Studi literatur tentang pengaruh geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas terhadap kemungkinan kecelakaan.
- 2) Pemilihan parameter-parameter geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas yang akan digunakan untuk memperkirakan probabilitas kecelakaan.
- 3) Penentuan standar atau kriteria kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas yang dapat memungkinkan terjadinya kecelakaan.
- 4) Penyusunan kriteria penskoran kondisi jalan eksisting berdasarkan penyimpangan dari standar/kriteria keselamatan yang ditentukan.
- 5) Penyusunan formula sederhana untuk memperkirakan probabilitas kecelakaan berdasarkan persentase total skor lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kondisi ketidaktersediaan data kecelakaan, frekuensi kecelakaan dapat digantikan dengan probabilitas kecelakaan. Probabilitas kecelakaan adalah peluang atau

kemungkinan terjadinya kecelakaan yang dialami oleh pengguna jalan saat melalui suatu lokasi ruas jalan, dengan asumsi bahwa probabilitas tersebut terjadi pada saat seorang pengendara/pengguna jalan melalui suatu lokasi ruas jalan dengan cara berkendara yang wajar tanpa beban, tekanan, dan tuntutan berlebihan. Jadi mungkin probabilitas kecelakaan dapat dikurangi atau kecelakaan mungkin dapat dihindari, namun dampak atau konsekuensi yang timbul dapat berupa kelelahan fisik dan mental serta beban stres berlebih pada pengguna jalan.

Berdasarkan kajian literatur, dipilih beberapa parameter kondisi geometrik jalan yang dapat dijadikan sebagai parameter probabilitas kecelakaan pada suatu ruas jalan *rural* 2 lajur 2 arah tak terbagi, yaitu lebar lajur (m), pelebaran lajur pada tikungan (m), lebar bahu (m), tipe bahu, jarak pandang henti (m), jarak pandang mendahului (m), jari-jari kelengkungan tikungan (m), superelevasi (%), panjang *tangent* di antara 2 tikungan (m), keberadaan lengkung peralihan antara *tangent* dan tikungan, rasio antara jari-jari kelengkungan 2 tikungan yang berdekatan, panjang *tangent* maksimum (m), kelandaian (%), panjang landai kritis (m), kemiringan sisi jalan, *clear zone* (m), jenis *hazard*, penerangan jalan (*Lighting*), rambu dan marka yang dibutuhkan sesuai kondisi jalan, *driveways density* (jumlah *driveway*/km), proporsi kendaraan berat (%), volume pejalan kaki (orang/hari), kombinasi alinyemen khusus dan selisih kecepatan operasional (V_{85}) dari batas kecepatan (V_{limit}). Kombinasi alinyemen khusus terdiri atas tikungan tajam ditambah turunan atau tanjakan, tikungan di antara *tangent* panjang, dan tikungan gabungan searah.

Kriteria pemberian skor disusun berdasarkan hasil penelitian dari berbagai negara tentang hubungan antara kondisi elemen geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas dengan angka kecelakaan, prediksi frekuensi kecelakaan, serta berdasarkan kebijakan perencanaan. Contohnya adalah pada parameter lebar lajur. Berdasarkan berbagai literatur diperoleh bahwa lebar lajur optimum dengan kemungkinan kecelakaan terkecil adalah lebar lajur 3,5 m. Dengan demikian, untuk lebar lajur lebih besar dari 3,5 m dianggap tidak memiliki defisiensi atau memiliki skor 1. Hal ini dilakukan terhadap seluruh parameter yang telah dipilih termasuk penilaian parameter yang bersifat kualitatif.

Berdasarkan kriteria yang telah disusun, selanjutnya dilakukan pemberian skor untuk kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas. Skor yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, dan 5. Skor 1 menunjukkan level yang paling sesuai standar (tidak terdapat defisiensi dari standar). Sedangkan skor 5 menunjukkan level dengan tingkat defisiensi yang paling besar dari standar. Secara umum pedoman pemberian skor dilakukan dengan nilai 1 berarti tidak terdapat defisiensi, nilai 2 berarti terdapat defisiensi dari standar sebesar (0-25)%, nilai 3 berarti terdapat defisiensi dari standar sebesar (25-50)%, nilai 4 berarti terdapat defisiensi dari standar sebesar (50-75)%, dan nilai 5 berarti terdapat defisiensi dari standar sebesar lebih dari 75%. Untuk penilaian parameter yang bersifat kualitatif, pemberian skor dilakukan dengan cara yang spesifik.

Tabel 1 Pedoman Penskoran Geometrik dan Karakteristik Lalu Lintas

No.	Parameter	Penskoran				
		1	2	3	4	5
1	Lebar Lajur (m)	> 3,5 m	3,3-3,5 m	3,0-3,3 m	2,7-3,0 m	< 2,7 m
2	Pelebaran lajur tikungan (m)	$L_{eks} \geq L_{hit}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
3	Lebar Bahu (m)	> 2,0 m	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
4	Jenis Bahu	diperkeras	kerikil /sirtu	diperkeras sebagian	rumput	tanah
5	JPH (m)	$JPH_{eks} > 1,2 \times JPH_{std}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
6	JPM (m)	$JPM_{eks} > 1,2 \times JPM_{std}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
7	R (m)	$R_{eks} > 1,2 \times R_{std}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
8	Superelevasi (%)	8-10% atau 10-12%	6-8% atau 12-14%	4-6% atau 14-16%	2-4% atau 16-18%	$e < 2\%$ atau > 18%
9	Panjang tangent antara 2 tik (m)	> 1,2 x T_{std}	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%
10	Lengkung Peralihan	Ada, sesuai standar	-	Ada, defisiensi	-	Tidak ada
11	Rasio R antara 2 tik berdekatan	> 0,8	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	< 0,2
12	Kelandaian (%)	0-2,5%	2,5-5,0%	5,0-7,5%	7,5-10%	> 10%
13	Panjang Landai Kritis (m)	$P_{eks} < P_{kritis}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi > 75%
14	Panjang tangent maksimum (m)	$T_{eks} < T_{maks}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi > 75%
15	Side Slope	lebih datar dari 1 : 5	1 : 4 sampai 1 : 5	1 : 3 sampai 1 : 4	1 : 2 sampai 1 : 3	lebih curam dari 1 : 2
16	Clear zone (m)	$C_{eks} > C_{std}$	defisiensi = 0-25%	defisiensi = 25-50%	defisiensi = 50-75%	defisiensi = 75-100%

Tabel 1 Pedoman Penskoran Geometrik dan Karakteristik Lalu Lintas (Lanjutan)

No.	Parameter	Penskoran				
		1	2	3	4	5
17	Jenis hazard (m)	tidak terdapat objek penghalang, tebing atau jurang	tiang/pohon dll. berjumlah < 20 buah/km tanpa tebing/jurang	tiang/ pohon dll. berjumlah > 20 buah/km atau guardrail, pagar	tebing/dinding penahan/ rumah/saluran terbuka slope > 1 : 3 dan dalam > 0,5m	jurang/ saluran air dengan kedalaman > 2,5 m tanpa guardrail
18	Penerangan Jalan	cukup	-	kurang	-	Tidak ada
19	Rambu dan Marka	rambu dan marka lengkap	maksimal 4 jenis rambu/ marka	maksimal 3 jenis rambu/ marka	maksimal 2 jenis rambu/ marka	maksimal 1 jenis rambu/ marka
20	Jumlah Driveway (jumlah/km)	≤ 5	6-10	11-15	16-20	> 20
21	Proporsi Kendaraan Berat (%)	< 5%	5-10%	10-15%	15-20%	> 20%
22	Jumlah Pejalan Kaki (org/hari)	0-50	50-100	100-150	150-200	> 200
23	Kondisi alinyemen khusus	tidak ada	-	ada 1	-	> 1
24	Selisih V85 dan speed limit	$V_{85} \leq V_{limit}$	$V_{85} - V_{limit} = 0-10$	$V_{85} - V_{limit} = 10-20$	$V_{85} - V_{limit} = 20-30$	$V_{85} - V_{limit} > 30$

Semakin besar defisiensi parameter geometrik jalan dari standar atau kriteria yang ditentukan, semakin besar kemungkinan dapat terjadi kecelakaan. Probabilitas kecelakaan ditentukan dengan formula:

$$Probabilitas = \left(\frac{Total\ skor - Skor\ min}{Skor\ maks - Skor\ min} \right) \times 100\% \quad (1)$$

dengan:

Total skor = Jumlah total skor hasil pengukuran di lokasi.

Skor maks = Jumlah total skor tertinggi yang mungkin terjadi pada kondisi seluruh parameter memiliki skor 5, yaitu = $5 \times 24 = 120$.

Skor min = Jumlah total skor terendah yang mungkin terjadi pada kondisi seluruh parameter memiliki skor 1, yaitu = $1 \times 24 = 24$.

Probabilitas kecelakaan dibagi menjadi 5 katagori, yaitu sangat kecil bernilai 0%, kecil bernilai (0-25)%, sedang bernilai (25-50)%, besar bernilai (50-75)%, dan sangat besar bernilai lebih besar dari 75%.

Suatu lokasi memiliki kemungkinan kecelakaan yang “sangat kecil” hanya apabila nilai probabilitasnya 0. Lokasi ruas jalan yang memiliki probabilitas kecelakaan dengan katagori “besar” dan “sangat besar” harus mendapat perhatian dan penanganan untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan.

Berdasarkan sistem pemberian skor yang dilakukan, dapat diperkirakan bahwa parameter geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas yang menyebabkan besarnya probabilitas kecelakaan pada suatu lokasi ruas jalan adalah parameter yang memiliki skor 4 dan 5. Penanganan dapat dilakukan dengan mengusahakan skor 4 dan 5 berubah menjadi 1 atau 2. Misalnya pada ruas jalan dengan lebar lajur 2,6 m pada bagian lurus, penanganan dapat dilakukan dengan menambah lebar lajur menjadi minimal 3,3 m. Demikian juga untuk parameter-parameter lainnya. Penanganan juga dapat dilakukan dengan melakukan manajemen lalu lintas, penambahan jumlah lajur, atau penambahan trotoar.

KESIMPULAN

Berdasarkan literatur, prediksi tingkat kerawanan kecelakaan suatu ruas jalan antarkota 2 lajur 2 arah tak terbagi dapat dilakukan berdasarkan kondisi geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas. Makin besar tingkat defisiensi elemen geometrik jalan dari standar, semakin besar probabilitas kecelakaan.

Standar/kriteria yang digunakan dalam metode prediksi ini didasarkan pada hasil penelitian dari berbagai negara baik dalam maupun luar negeri mengenai hubungan antara elemen geometrik jalan dan karakteristik lalu lintas dengan frekuensi kecelakaan, dan bukan hanya sesuai dengan standar perencanaan. Metode prediksi ini diharapkan dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya kemungkinan kecelakaan pada suatu ruas jalan *rural* 2 lajur 2 arah tak terbagi yang tidak memiliki data kecelakaan yang lengkap dan detail.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 2010. *Highway Safety Manual*. Washington, DC.
- Lamm, R., Psarianos, B., dan Mailaender, T. 1999. *Highway Design and Traffic Safety Engineering Handbook*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Mohammed, H.A. 2013. *The Influence of Road Geometric Design Elements on Highway Safety*. International Jurnal of Civil Engineering and Technology, 4 (4): 146-162.
- Mulyono, A.T., Berlian, K., dan Gunawan, H.E. 2009. *Penyusunan Model Audit Defisiensi Keselamatan Infrastruktur Jalan untuk Mengurangi Potensi Terjadinya Kecelakaan Berkendaraan*. Laporan Hibah Kompetitif Penelitian Sesuai Prioritas Nasional Batch II. Yogyakarta: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Gadjah Mada.
- Mulyono, A.T., Kushari, B., dan Agustin, J. 2008. *Monitoring and Evaluating Infrastructure Deficiencies toward Integrated Road Safety Improvement in Indonesia*. Australian Road Safety Research. Melbourne.
- Transport Research and Innovation Monitoring and Information System (TRIMIS). 2002. *Safety Standards for Road Design and Redesign*. European Commission. Brussel.
- World Health Organization. 2013. *Pedestrian Safety, A Road Safety Manual for Decision Makers and Practitioner*. Geneva.
- World Health Organization. 2015. *Global Status Report on Road Safety*. Geneva.

