

IDENTIFIKASI LOKASI RAWAN KECELAKAAN LALU LINTAS DENGAN METODE BATAS KONTROL ATAS DAN *UPPER CONTROL LIMIT*

Gito Sugiyanto¹⁾ dan Ari Fadli²⁾

¹⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto, e-mail: gito_98@yahoo.com.

²⁾ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto

ABSTRAK

Keselamatan jalan merupakan salah satu penelitian bidang transportasi yang rumit karena sifat dan akibat kecelakaan. Kecelakaan lalu lintas menimbulkan masalah serius bagi masyarakat berupa biaya medis, biaya ekonomi (kerugian produktivitas), biaya kerusakan properti, serta biaya rasa sakit dan duka cita. Kecelakaan lalu lintas cenderung meningkat dan masih menjadi permasalahan utama penyelenggaraan transportasi jalan di Indonesia. Salah satu upaya untuk meningkatkan keselamatan transportasi yaitu dengan penentuan dan penanganan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas. Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan yaitu metode frekuensi kecelakaan. Tujuan studi untuk mengidentifikasi lokasi rawan kecelakaan dengan menggunakan metode Batas Kontrol Atas (BKA) dan *Upper Control Limit* (UCL). Lokasi studi di Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah, Indonesia. Data kecelakaan lalu lintas yang dianalisis bersumber dari Kepolisian Resor Purbalingga dari 1 Januari 2010 sampai dengan 31 Desember 2015. Dengan menggunakan angka ekivalen kecelakaan 10 untuk korban meninggal dunia, 5 untuk korban luka berat, 1 untuk korban luka ringan, dan 1 untuk *property damaged only*. Tujuh ruas jalan dengan jumlah angka ekivalen kecelakaan lebih besar dibandingkan nilai BKA dan nilai UCL sehingga diidentifikasi sebagai lokasi rawan kecelakaan lalu lintas yaitu Jalan Raya Bayeman Desa Tlahab Lor, Jalan Raya turut Desa Penolih, Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Jalan Raya turut Desa Bojongsari, Jalan Raya turut Desa Jetis, Jalan Raya turut Desa Kembangan, dan Jalan Raya turut Desa Panican.

Kata kunci: Lokasi rawan kecelakaan, *upper control limit*, kecelakaan lalu lintas, angka ekivalen kecelakaan.

ABSTRACT

Road safety is a complicated scientific field of transport research due to the random nature of accident occurrence. Traffic accidents impose serious problems to society in terms of medical costs, economic costs (productivity losts), property damage costs, and human costs. Traffic accidents are increasing and still become the main problem of road transport in Indonesia. One effort to improve transportation safety is by determining and handling the black spot locations. The method that used to identify black spot locations is the frequency-crash method. The aim of this research is to identify black spot locations using Upper Control Limit (UCL) method. The study location is in Purbalingga, Central Java, Indonesia. Database of traffic accidents from 1 January 2010 to 31 December 2015 were obtained from Purbalingga Police. Using the equivalent accident number for death victims or fatality is 10, a severe injury is 5, a minor injury is 1, and property damaged only is 1. Seven roads have accident number value greater than the upper control limit value and identified as a black spot location. Black spot location in Purbalingga regency are Jalan Raya Bayeman, Tlahab Lor; Jalan Raya turut Desa Penolih, Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Jalan Raya turut Desa Bojongsari, Jalan Raya turut Desa Jetis, Jalan Raya turut Desa Kembangan, and Jalan Raya turut Desa Panican.

Key words: *black spot, upper control limit, traffic accident, equivalent accident number.*

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas cenderung mengalami peningkatan dan masih menjadi permasalahan utama penyelenggaraan transportasi jalan di Indonesia. Menurut data

Korlantas Polri, kecelakaan transportasi jalan pada tahun 2014 mencapai 95.906 kasus dengan jumlah korban meninggal dunia 28.297 orang, jumlah korban luka berat 26.840 orang,

jumlah korban luka ringan 109.741 orang, dan kerusakan harta benda mencapai Rp 250.110.380.000,00 (Korlantas Polri, 2015). Selanjutnya pada tahun 2015 diperoleh data bahwa jumlah kejadian kecelakaan 98.970 kasus, jumlah korban meninggal dunia 26.495 orang, jumlah korban luka berat 23.937 orang, jumlah korban luka ringan 110.714 orang dan kerugian harta benda mencapai Rp 272.314.014.600,00 (Korlantas Polri, 2016). Hal ini berarti terdapat 3 sampai dengan 4 orang meninggal dunia setiap jam akibat kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan data dari Organisasi Kesehatan Dunia atau *World Health Organization* (WHO) (2013) jumlah total korban meninggal dunia akibat kecelakaan lalu lintas jalan di seluruh dunia mencapai 1,24 juta per tahun. Pada tahun 2012, sebanyak 27.700 orang tewas di Uni Eropa karena kecelakaan di jalan raya, sekitar 313.000 terluka parah dan lebih banyak lagi menderita luka ringan (*European Transport Safety Council* (ETSC), 2013).

Dengan tingkat kecelakaan lalu lintas jalan yang tinggi, kerugian yang ditimbulkan juga sangat tinggi baik berupa korban nyawa ataupun harta benda (Sugiyanto, 2010). Kecelakaan lalu lintas menimbulkan biaya yang tinggi. Kerugian akibat kecelakaan lalu lintas di Indonesia pada tahun 2002 diperkirakan Rp 41,4 triliun atau sekitar 2,91% dari nilai Produk Domestik Bruto (ADB, 2005). Total biaya kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Purbalingga dari tahun 2010 s.d 2012 diperkirakan mencapai Rp 27.582.518.750,00 atau 0,38% dari Produk Domestik Bruto Kabupaten Purbalingga pada tahun 2013 (Sugiyanto, 2017) dan jika dianalisis dari tahun 2010 s.d 2015 mencapai Rp

236.517.103.652,00 atau 1,27% dari Produk Domestik Bruto (Sugiyanto dan Santi, 2017).

Sugiyanto, dkk. (2014) menyatakan bahwa faktor utama yang menjadi penyebab semakin tingginya jumlah kecelakaan lalu lintas yaitu pertumbuhan kepemilikan kendaraan bermotor terutama jenis sepeda motor. Sepeda motor merupakan kendaraan yang paling banyak terlibat kecelakaan (Sugiyanto dan Santi, 2015). Kajian tentang tingkat keparahan kecelakaan yang melibatkan sepeda motor juga dilakukan oleh Savolainen dan Mannering (2007), Shankar dan Mannering, 1996).

Selain faktor penyebab kecelakaan lalu lintas juga harus diketahui lokasi yang merupakan titik rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*) sehingga dapat dilakukan upaya penanganannya (Sugiyanto, 2012). Lokasi rawan kecelakaan adalah suatu lokasi dimana angka kecelakaan tinggi dengan kejadian kecelakaan berulang dalam suatu ruang dan rentang waktu yang relatif sama yang diakibatkan oleh suatu penyebab tertentu (Pd T. 09-2004-B, 2005). *Black spot* adalah lokasi pada jaringan jalan yang frekuensi kecelakaan atau jumlah kecelakaan lalu lintas dengan korban meninggal dunia atau kriteria kecelakaan lainnya per tahun lebih besar daripada jumlah minimal yang ditentukan (DKTD, 2007). *Black spot* memiliki ciri antara lain yaitu sebuah persimpangan, atau bentuk yang spesifik seperti jembatan atau panjang jalan yang pendek, biasanya tidak lebih dari 300 m.

Geurts dan Wets (2003) menjelaskan istilah yang berbeda untuk lokasi atau daerah rawan kecelakaan lalu lintas, yaitu *black spot* dan *black zone*. *Black spot* adalah persimpangan dan bagian jalan (*road sections*) dengan jumlah kejadian kecelakaan yang tidak lumrah atau

tidak biasa (*unusual*). Flahault, et al dalam Geurts dan Wets (2003) menjelaskan *black zone* didefinisikan sebagai sebuah kesatuan unit spasial yang berkelanjutan atau berhubungan (*continous*) yang diambil bersama-sama dan dicirikan dengan jumlah kecelakaan yang tinggi.

Yu (1982) menjelaskan enam kriteria untuk menentukan sebuah lokasi rawan kecelakaan lalu lintas, yaitu:

a. Angka kecelakaan (*accident number*)

Data kecelakaan dirangkum untuk menjelaskan angka kecelakaan pada sebuah lokasi atau angka kecelakaan tiap unit panjang bagian jalan tertentu. Lokasi dan bagian jalan yang memiliki nilai lebih dari nilai antisipasi atau nilai awal (*predetermined*) kecelakaan, diklasifikasikan sebagai lokasi rawan kecelakaan.

b. Keparahan kecelakaan (*accident severity*)

Korban luka dan meninggal dunia diberi bobot lebih daripada kecelakaan yang menimbulkan kerusakan saja. Nilai bobot disebut nilai EPDO (*Equivalent Property-Damage-Only*).

c. Tingkat kecelakaan (*accident rate*)

Jumlah kecelakaan dibagi dengan pembebaran kendaraan untuk menetapkan tingkat, seperti: kecelakaan per juta masukan kendaraan untuk lokasi titik tertentu (*spot*), dan kecelakaan per juta kendaraan-mil untuk ruas jalan. Lokasi yang lebih tinggi dari tingkat antisipasi/tingkat awal diklasifikasikan sebagai lokasi rawan kecelakaan.

d. Angka dan tingkat kecelakaan (*number rate*)

Merupakan kombinasi dari ukuran angka (*number*) dan tingkat (*rate*). Lokasi dengan nilai lebih dari angka kecelakaan minimum yang ditetapkan dan lebih tinggi dari tingkat kecelakaan minimum yang ditetapkan

diklasifikasikan sebagai lokasi rawan kecelakaan.

e. Kontrol kualitas angka (*number quality control*)

Sama dengan nilai angka kecelakaan kecuali bila lokasi tersebut tidak dipastikan. Angka kecelakaannya lebih besar secara signifikan daripada angka kecelakaan rata-rata adalah lokasi rawan kecelakaan.

f. Kontrol kualitas tingkat (*rate quality control*)

Sama dengan nilai tingkat kecelakaan kecuali lokasi tersebut tidak dipastikan. Tingkat kecelakaannya lebih besar dari tingkat kecelakaan rata-rata adalah lokasi rawan kecelakaan.

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2004) menjelaskan suatu lokasi dinyatakan sebagai lokasi rawan kecelakaan lalu lintas apabila:

a. Memiliki angka kecelakaan yang tinggi.

b. Lokasi kejadian kecelakaan relatif menumpuk.

c. Lokasi kecelakaan berupa persimpangan atau segmen ruas jalan sepanjang 100 s.d 300 m untuk jalan perkotaan, ruas jalan sepanjang 1 km untuk jalan antarkota.

d. Kecelakaan terjadi dalam ruang dan rentang waktu yang relatif sama.

e. Memiliki penyebab kecelakaan dengan faktor yang spesifik.

Berdasarkan hal tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu dimanakah lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*) di Kabupaten Purbalingga berdasarkan metode frekuensi kecelakaan dan pembobotan angka ekivalen kecelakaan yang melebihi nilai batas atas dengan metode batas kontrol atas dan *upper control limits*.

Terdapat beberapa nilai pembobotan angka ekivalen kecelakaan di Indonesia, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai pembobotan korban kecelakaan yang digunakan oleh Polri yaitu dengan perbandingan: Meninggal dunia

(MD): Luka berat (LB): Luka ringan (LR): *Property Damage Only* (PDO) = 10: 5: 1: 1. Jumlah nilai AEK seperti ditunjukkan pada Persamaan 1.

$$AEK = 10 \times MD + 5 \times LB + 1 \times LR + 1 \times PDO \quad (1)$$

Tabel 1. Angka ekivalen kecelakaan di Indonesia

Tingkat kecelakaan	Angka Ekivalen Kecelakaan (AEK)				
	Puslitbang Jalan	Ditjen Hubdat	Polri	ABIU- UPK	Sugiyanto (2017)
Meninggal dunia (MD)	12	12	10	6	168
Luka berat (LB)	3	6	5	3	8
Luka ringan (LR)	3	3	1	0,8	2
Kerugian harta benda (PDO)	1	1	1	0,2	1

METODE

Lokasi Studi

Lokasi studi di Kabupaten Purbalingga, Provinsi Jawa Tengah. Data kecelakaan lalu lintas dari 1 Januari 2010 s.d 31 Desember 2015 diperoleh dari Kepolisian Resor Purbalingga. Lokasi kecelakaan lalu lintas di ruas jalan arteri atau ruas jalan kolektor di Kabupaten Purbalingga.

Pendekatan Analisis

Metode yang digunakan dalam kajian ini adalah statistik kendali mutu. Nilai angka ekivalen kecelakaan berdasarkan nilai pembobotan korban MD: LB: LR: PDO = 10:5:1:1. Penentuan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas menggunakan statistik kendali mutu sebagai *control-chart* UCL atau *Upper Control Limit*, seperti ditunjukkan pada Persamaan 2.

$$UCL = \lambda + \Psi \times \sqrt{\left(\frac{\lambda}{m} + \frac{0.829}{m} + \left(\frac{1}{2} \times m \right) \right)} \quad (2)$$

dimana:

λ = nilai rata-rata angka kecelakaan.

Ψ = faktor probabilitas = 2,576.

m = nilai kecelakaan di setiap segmen.

Jika suatu segmen ruas jalan memiliki nilai tingkat kecelakaan (jumlah AEK) berada di atas garis UCL maka segmen ruas jalan tersebut

diidentifikasi sebagai lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (Puslitbang Prasarana Transportasi, 2005). Nilai faktor probabilitas (Ψ) ditentukan oleh probabilitas bahwa tingkat kecelakaan cukup besar sehingga kecelakaan tidak dapat dianggap sebagai kejadian acak (Khisty and Kent, 2003). Nilai faktor probabilitas (Ψ) ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai faktor probabilitas (Ψ) yang sering digunakan yaitu 2,576 dengan probabilitas 0,005 (atau nilai signifikansi 99,5%) dan 1,645 dengan probabilitas 0,05 (atau nilai signifikansi 95%).

Tabel 2. Nilai faktor probabilitas.

Probabilitas	0,005	0,0075	0,05	0,075	0,10
Ψ	2,576	1,96	1,645	1,44	1,282

Analisis lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*) dilakukan berdasarkan data historis kecelakaan lalu lintas selama enam tahun yaitu tahun 2010-2015. Proses pengolahan data dilakukan dengan cara mengklasifikasikan data kecelakaan per segmen (ruas jalan), menghitung jumlah korban meninggal dunia, luka berat, luka ringan, dan kerugian material untuk setiap segmen (ruas jalan) untuk setiap tahunnya. Metode *Upper Control Limit* (UCL) dan Batas Kontrol Atas (BKA) akan digunakan untuk menentukan lokasi titik rawan kecelakaan

lalu lintas. Suatu ruas jalan atau segmen akan diidentifikasi sebagai lokasi titik rawan kecelakaan lalu lintas jika jumlah angka ekivalen kecelakaan lebih besar dibandingkan dengan nilai UCL atau nilai BKA.

Enam langkah dalam menentukan suatu lokasi sebagai titik rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*) adalah sebagai berikut:

- Membuat tabulasi data kecelakaan per ruas jalan untuk setiap tahun kejadian berdasarkan tingkat keparahan korban kecelakaan yaitu meninggal dunia, luka berat, luka ringan dan kerugian material.
- Menghitung nilai total angka ekivalen kecelakaan untuk setiap ruas jalan atau nilai kecelakaan di setiap segmen (m) dan nilai total kecelakaan untuk setiap tahunnya.
- Menghitung nilai rata-rata angka kecelakaan lalu lintas (λ).
- Menghitung nilai *Upper Control Limit* (UCL) untuk setiap ruas jalan dengan menggunakan persamaan 2 dengan nilai faktor probabilitas (Ψ) sebesar 2,576.
- Membuat grafik *Upper Control Limit* (UCL) Grafik UCL merupakan grafik kombinasi antara grafik yang menunjukkan tingkat kecelakaan di setiap segmen (m) dan nilai UCL. Nilai UCL yang diperoleh selanjutnya diplot dalam grafik dan menjadi garis batas

dalam identifikasi lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*).

f) Penentuan lokasi *black spot*

Dari grafik UCL yang telah dibuat, selanjutnya dapat ditentukan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas. Suatu segmen diidentifikasi sebagai lokasi *black spot* apabila tingkat kecelakaan di segmen tersebut bersinggungan/melewati garis UCL.

Batas Kontrol Atas (BKA)

Nilai batas kontrol atas dipengaruhi oleh nilai rata-rata dari angka ekivalen kecelakaan yang terdapat pada suatu wilayah pada kurun waktu satu tahun dan dirumuskan seperti Persamaan 3 berikut ini.

$$BKA = C + 3 \sqrt{C} \tag{3}$$

dimana C adalah rata-rata angka ekivalen kecelakaan (AEK).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Angka Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan hasil analisis data kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Purbalingga dari tahun 2010 s.d 2015 diperoleh bahwa telah terjadi 2314 kasus kecelakaan dengan jumlah korban meninggal dunia 424 orang. Jumlah dan korban kecelakaan lalu lintas di Kaupaten Purbalingga ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah kecelakaan dan korban kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Purbalingga Tahun 2010-2015

Jumlah dan korban kecelakaan lalu lintas	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Jumlah kecelakaan	93	301	475	467	430	548
Meninggal dunia (MD)	27	23	42	91	122	119
Luka berat (LB)	4	18	3	1	0	1
Luka ringan (LR)	169	573	857	751	602	800
Kerugian harta benda (PDO)	102,9 juta	289,6 juta	423,2 juta	363,1 juta	453,8 juta	432,5 juta

Sumber: Polres Purbalingga, 2016

Angka Ekivalen Kecelakaan (AEK)

Nilai angka ekivalen kecelakaan berdasarkan nilai pembobotan tingkat

keparahan korban kecelakaan MD: LB: LR: PDO = 10:5:1:1. Contoh perhitungan AEK di ruas Jalan Raya turut Desa Jetis, Kecamatan

Kemangkon dengan jumlah korban meninggal dunia 4 orang, jumlah korban luka berat 0, jumlah korban luka ringan 8 orang, dan kecelakaan dengan kerugian material atau *property damage only* adalah 1. Nilai angka ekivalen dihitung sebagai berikut:

$$AEK = 10 \times MD + 5 \times LB + 1 \times LR + 1 \times PDO$$

$$AEK = (10 \times 4) + (5 \times 0) + (1 \times 8) + (1 \times 1) = 49$$

Jumlah angka ekivalen kecelakaan (m) di ruas Jalan Raya turut Desa Jetis, Kecamatan Kemangkon adalah 49. Nilai angka ekivalen kecelakaan untuk 15 ruas jalan di Kabupaten Purbalingga pada tahun 2010 selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4. Setelah semua nilai AEK dihitung maka langkah selanjutnya yaitu mencari nilai rata-rata kecelakaan (λ) yang diperoleh dari jumlah nilai AEK dibagi dengan jumlah ruas jalan. Nilai rata-rata kecelakaan (λ) pada tahun 2010 sebesar 19,867.

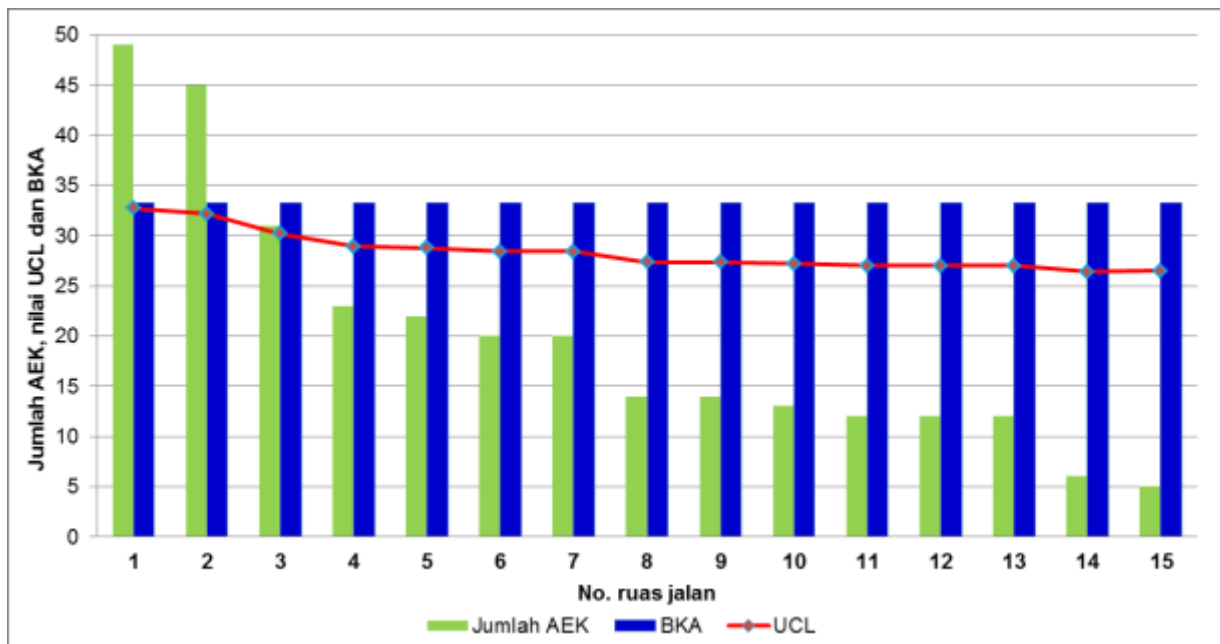
Identifikasi lokasi *black spot*

Perhitungan nilai batas dilakukan untuk mengetahui batas tingkat kerawanan

kecelakaan tiap ruas jalan, dimana setiap ruas jalan memiliki batas tingkat kerawanan kecelakaan yang berbeda-beda. Perhitungan ini menjadi acuan untuk menentukan ruas jalan yang termasuk *black spot* di Kabupaten Purbalingga. Contoh perhitungan nilai UCL (*Upper Control Limit*) pada ruas jalan Jalan Raya turut Desa Jetis, Kecamatan Kemangkon dengan data angka kecelakaan rata-rata (λ) = 19,867; nilai faktor probabilitas (Ψ) = 2,576, dan jumlah angka ekivalen kecelakaan (m) = 49. Diperoleh nilai *upper control limit* ruas jalan raya turut Desa Jetis, Kecamatan Kemangkon = 32,727. Nilai batas kontrol atas diperoleh dengan memasukkan nilai rata-rata angka ekivalen kecelakaan pada tahun 2010 sebesar 19,867 ke Persamaan 3 dan diperoleh nilai BKA = 33,238. Hasil analisis nilai UCL dan BKA untuk 15 ruas jalan pada tahun 2010 selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2010.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Desa Jetis, Kec. Kemangkon	40	0	8	1	49	32,727	33,238
2.	Jalan Raya Bayeman, Tlahab Lor, Karangreja	20	0	25	0	45	32,210	33,238
3.	Jalan Raya turut Desa Sinduraja, Kec. Kaligondang	20	5	6	0	31	30,224	33,238
4.	Jalan Raya turut Kel. Bojong, Kec. Purbalingga	20	0	3	0	23	28,938	33,238
5.	Jalan Raya turut Pagutan Desa/Kec. Bojongsari	20	0	2	0	22	28,768	33,238
6.	Jalan Raya turut Desa Brobot, Kec. Bojongsari	20	0	0	0	20	28,424	33,238
7.	Jalan Raya turut Desa Mangunegara Kec. Mrebet	20	0	0	0	20	28,424	33,238
8.	Jalan Raya turut Desa Gembong, Kec. Bojongsari	0	0	14	0	14	27,367	33,238
9.	Jalan Raya Desa Karangduren, Kec. Bobotsari	10	0	4	0	14	27,367	33,238
10.	Jalan Raya turut Desa Kutawis, Kec. Bukateja	10	0	3	0	13	27,194	33,238
11.	Jalan Raya turut Kel. Purbalingga Kidul	10	0	2	0	12	27,026	33,238
12.	Jalan Raya Wirasaba turut Kel. Purbalingga Lor	10	0	2	0	12	27,026	33,238
13.	Jalan Raya Desa Kembangan, Kec. Bukateja	10	0	2	0	12	27,026	33,238
14.	Jalan Raya turut Desa Kajongan, Kec. Bojongsari	0	0	6	0	6	26,409	33,238
15.	Jalan Raya Jend. Ahmad Yani, Kec. Purbalingga	0	0	5	0	5	26,504	33,238
	Jumlah	210	5	82	1	298		



Gambar 1. Jumlah angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan pada 15 ruas jalan di Kabupaten Purbalingga tahun 2010.

Pada Gambar 1 ditunjukkan grafik hubungan angka ekivalen kecelakaan, nilai *upper control limit* untuk setiap ruas jalan serta nilai batas kontrol atas pada 15 ruas jalan di Kabupaten Purbalingga pada tahun 2010.

Perhitungan nilai angka ekivalen kecelakaan, nilai *upper control limit*, dan nilai batas kontrol atas pada ruas jalan di Kabupaten Purbalingga pada tahun 2011 s.d 2015 ditunjukkan pada Tabel 5 s.d Tabel 9 berikut ini.

Tabel 5. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2011.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Desa Panican, Kec. Kemangkon	20	0	14	0	34	30,811	33,416
2.	Jalan Raya turut Bayeman, Desa Tlahab Lor, Kec. Karangreja, Purbalingga	20	5	8	1	34	30,811	33,416
3.	Jalan Raya turut Desa Jetis Kec. Kemangkon	20	5	8	0	33	30,662	33,416
4.	Desa Penaruban, Kec. Bukateja, Purbalingga	20	5	3	0	28	29,891	33,416
5.	Jalan Raya turut Desa/Kec. Bojongsari, Purbalingga	10	0	14	0	24	29,241	33,416
6.	Jalan Raya turut Desa/ Kec. Kejobong, Purbalingga	0	0	21	0	21	28,733	33,416
7.	Desa Selaganggeng, Kec. Mrebet, Purbalingga	10	5	6	0	21	28,733	33,416
8.	Jalan Raya S. Parman turut Kel. Bancar, Kec. Purbalingga	0	5	15	0	20	28,560	33,416
9.	Jalan Raya Mayjend. Sungkono turut Desa Kalimanah, Kec. Kalimanah, Purbalingga	0	0	15	1	16	27,857	33,416
10.	Desa Gumiwang, Kec. Kejobong, Purbalingga	10	0	5	0	15	27,680	33,416
11.	Jalan Raya turut Desa Bajong, Kec. Bukateja	0	0	13	1	14	27,505	33,416
12.	Desa Gembong, Kec. Bojongsari, Purbalingga	0	5	8	0	13	27,332	33,416
13.	Jalan Raya turut Desa Gandasuli, Kec. Bobotsari	0	0	12	0	12	27,165	33,416
14.	Jalan Raya turut Desa/ Kec. Padamara, Purbalingga	0	0	12	0	12	27,165	33,416
15.	Jalan Raya turut Desa Purbayasa, Kec. Padamara	0	0	12	0	12	27,165	33,416
16.	Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Kec. Bobotsari	0	5	6	0	11	27,004	33,416
	Jumlah	110	35	172	3	320		

Tabel 6. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2012.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Desa Bojongsari, Kec. Bojongsari	30	0	27	0	57	35,284	35,328
2.	Jalan Raya turut Desa Toyareka, Kec. Kemangkon	30	0	6	0	36	32,553	35,328
3.	Jalan Raya Mayjend. Sungkono turut Desa Blater, Kec. Kalimanah, Purbalingga	20	0	12	0	32	31,963	35,328
4.	Jalan Raya turut Desa Karangduren, Kec. Bobotsari, Purbalingga	10	0	17	0	27	31,187	35,328
5.	Jalan Raya turut Desa Kembangan, Kec. Bukateja	10	0	14	0	24	30,700	35,328
6.	Jalan Raya turut Desa Banjarsari, Kec. Bobotsari	10	0	9	0	19	29,853	35,328
7.	Jalan Raya turut Desa Panican, Kec. Kemangkon	10	0	9	0	19	29,853	35,328
8.	Jl Raya Desa Gembong Kec. Bojongsari, Kab. Purbalingga	10	0	7	0	17	29,506	35,328
9.	Jalan Raya turut Desa Gumiwang, Kec. Kejobong	10	0	8	0	18	29,680	35,328
10.	Jalan Raya turut Desa Cipawon, Kec. Bukateja	0	0	15	0	15	29,159	35,328
11.	Jalan Raya turut Dukuh Bayeman, Desa Tlahab Lor, Kec. Karangreja, Purbalingga	0	0	14	1	15	29,159	35,328
12.	Jalan Raya turut Desa Patemon, Kec. Bojongsari	0	0	14	0	14	28,988	35,328
13.	Jalan Raya Jenderal Sudirman Purbalingga	0	0	13	0	13	28,820	35,328
14.	Jalan Raya Mayjend. Sungkono turut Desa Kalimanah Wetan, Kec. Kalimanah, Purbalingga	0	0	13	0	13	28,820	35,328
15.	Jalan Raya turut, Desa Kembaran Wetan, Kec. Kaligondang, Purbalingga	0	0	10	2	12	28,657	35,328
16.	Jalan Raya turut Desa Kaligondang, Kec. Kaligondang, Purbalingga	0	0	12	0	12	28,657	35,328
	Jumlah	140	0	200	3	343		

Tabel 7. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2013.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Desa Penolih, Kec. Kaligondang	60	0	7	0	67	43,072	43,96
2.	Jalan Raya turut Desa Penaruban, Kec. Bukateja	30	0	16	0	46	40,588	43,96
3.	Jalan Raya turut Desa Kalitinggar, Kec. Padamara	20	0	20	0	40	39,793	43,96
4.	Jalan Raya turut Desa Jetis, Kec. Kemangkon	10	0	27	0	37	39,378	43,96
5.	Jalan Raya turut Kel. Bojong, Kec. Purbalingga	10	0	16	0	26	37,743	43,96
6.	Jalan Raya turut Desa Kutasari, Kec. Kutasari, Purbalingga	20	0	5	0	25	37,586	43,96
7.	Jalan Raya turut Desa Klapasawit, Kec. Kalimanah	10	0	13	0	23	37,267	43,96
8.	Jalan Raya turut Desa Gandasuli, Kec. Bobotsari	10	0	13	0	23	37,267	43,96
9.	Jalan Raya turut Desa Panunggalan, Kec. Pengadegan, Purbalingga	20	0	3	0	23	37,267	43,96
10.	Jalan Raya turut Desa Kembangan, Kec. Bukateja	10	0	12	0	22	37,106	43,96
11.	Jalan Raya turut Dukuh Bayeman, Desa Tlahab Lor, Kec. Karangreja, Purbalingga	10	0	11	1	22	37,106	43,96
12.	Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Kec. Bobotsari, Purbalingga	10	0	9	0	19	36,618	43,96
13.	Jalan Raya turut Desa Kasih, Kec. Kertanegara	10	0	7	0	17	36,294	43,96
14.	Jalan Raya turut Desa Gemuruh, Kec. Padamara	10	0	6	0	16	36,133	43,96
15.	Jalan Raya turut Desa Munjul, Kec. Kutasari, Purbalingga	10	0	5	0	15	35,976	43,96
	Jumlah	250	0	170	1	421		

Tabel 8. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2014.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Dukuh Bayeman, Desa Tlahab Lor, Kec. Karangreja, Purbalingga	90	0	16	0	106	50,683	48,812
2.	Jalan Raya Mayjend. Sungkono turut Desa Kalimanah, Kec. Kalimanah, Purbalingga	30	0	15	0	45	44,290	48,812
3.	Jalan Raya turut Desa Bojongsari, Kec. Bojongsari, Purbalingga	30	0	15	0	45	44,290	48,812
4.	Jalan Raya turut Desa Brobot, Kec. Bojongsari	30	0	10	0	40	43,628	48,812
5.	Jalan Raya turut Desa Banjarkerta, Kec. Karanganyar, Purbalingga	30	0	8	0	38	43,355	48,812
6.	Jalan Raya turut Desa Gembong, Kec. Bojongsari	20	0	10	0	30	42,208	48,812
7.	Jalan Raya turut Desa Penolih, Kec. Kaligondang	20	0	10	0	30	42,208	48,812
8.	Jalan Raya turut Desa Kembangan, Kec. Bukateja	20	0	9	0	29	42,058	48,812
9.	Jalan Raya turut Pagutan Desa/Kec. Bojongsari	20	0	5	0	25	41,447	48,812
10.	Jalan Raya turut Desa Panican, Kec. Kemangkon	20	0	3	1	24	41,292	48,812
11.	Jalan Raya turut Desa Banjarsari, Kec. Bobotsari	20	0	4	0	24	41,292	48,812
12.	Jalan Raya turut Desa Wirasaba, Kec. Bukateja	20	0	0	0	20	40,662	48,812
13.	Jalan Raya turut Desa Selaganggang, Kec. Mrebet	10	0	5	0	15	39,890	48,812
14.	Jalan Raya turut Desa Selakambang, Kec. Kaligondang, Purbalingga	10	0	3	0	13	39,610	48,812
15.	Jalan Raya turut Desa Kutasari, Kec. Kutasari	10	0	3	0	13	39,610	48,812
16.	Jalan Raya turut Desa Jetis, Kec. Kemangkon	10	0	3	0	13	39,610	48,812
	Jumlah	390	0	119	1	510		

Tabel 9. Nilai angka ekivalen kecelakaan, *upper control limit*, dan batas kontrol atas kecelakaan tahun 2015.

No.	Nama ruas jalan	Angka Ekivalen Kecelakaan				Jumlah AEK	UCL	BKA
		10*MD	5*LB	1*LR	1*PDO			
1.	Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Kec. Bobotsari, Purbalingga	50	0	12	0	62	43,587	45,326
2.	Jalan Raya turut Desa Kembangan, Kec. Bukateja	40	0	9	0	49	42,042	45,326
3.	Jalan Raya Mayjend. Sungkono turut Desa Kalimanah, Kec. Kalimanah, Purbalingga	30	0	12	0	42	41,137	45,326
4.	Jalan Raya turut Desa Brobot, Kec. Bojongsari	30	0	12	0	42	41,137	45,326
5.	Jalan Raya turut Desa Penaruban, Kec. Kaligondang, Purbalingga	30	0	10	0	40	40,867	45,326
6.	Jalan Raya turut Desa Banjarsari, Kec. Bobotsari	30	0	7	0	37	40,453	45,326
7.	Jalan Raya turut Desa Gandasuli, Kec. Bobotsari	20	0	5	0	25	38,667	45,326
8.	Jalan Raya turut Desa Gembong, Kec. Bojongsari	10	0	14	0	24	38,510	45,326
9.	Jalan Raya turut Desa Tlahab Kidul, Kec. Karangreja, Purbalingga	20	0	2	0	22	38,190	45,326
10.	Jalan Raya turut Desa Jetis, Kec. Kemangkon	10	0	9	0	19	37,707	45,326
11.	Jalan Raya turut Desa Banjarkerta, Kec. Karanganyar, Purbalingga	10	0	8	0	18	37,546	45,326
12.	Jalan Raya turut Dukuh Pagutan, Desa Bojongsari, Kec. Bojongsari, Purbalingga	10	0	8	0	18	37,546	45,326
13.	Jalan Raya turut Desa Panican, Kec. Kemangkon	10	0	6	0	16	37,227	45,326
14.	Jalan Raya turut Desa Selaganggang, Kec. Mrebet	10	0	2	0	12	36,642	45,326
15.	Jalan Raya turut Desa Gumiwang, Kec. Kejobong	10	0	1	0	11	36,521	45,326
	Jumlah	320	0	117	0	437		

Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan hasil analisis data kecelakaan lalu lintas, nilai angka ekivalen kecelakaan, nilai

upper control limit di setiap ruas jalan dan juga nilai batas kontrol atas di setiap tahun maka dapat diidentifikasi lokasi rawan kecelakaan lalu

lintas di Kabupaten Purbalingga. Hasil identifikasi lokasi rawan kecelakaan lalu lintas diperoleh lokasi yang tidak jauh berbeda dengan studi Sugiyanto, dkk (2017). Lokasi rawan kecelakaan lalu lintas untuk setiap tahun adalah sebagai berikut:

- a) Pada tahun 2010 terdapat tiga ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya turut Desa Jetis, jalan raya Bayeman, Tlahab Lor dan jalan raya turut Desa Sinduraja. Terdapat dua ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya turut Desa Jetis dan jalan raya Bayeman, Tlahab Lor.
- b) Pada tahun 2011 terdapat tiga ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya turut Desa Panican, jalan raya Bayeman, Tlahab Lor dan jalan raya turut Desa Jetis. Terdapat dua ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya turut Desa Panican dan jalan raya Bayeman, Tlahab Lor.
- c) Pada tahun 2012 terdapat tiga ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya turut Desa Bojongsari, jalan raya turut Desa Toyareka dan jalan Mayjend Sungkono, Blater. Terdapat dua ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya turut Desa Bojongsari dan jalan raya turut Desa Toyareka.
- d) Pada tahun 2013 terdapat tiga ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya turut Desa Penolih, jalan raya turut Desa Pendaruban dan jalan raya turut Desa Kalitenggar. Terdapat dua ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya turut Desa Penolih dan jalan raya turut Desa Pendaruban.

- e) Pada tahun 2014 terdapat tiga ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya Bayeman, Tlahab Lor; jalan Mayjend Sungkono, Blater dan jalan raya turut Desa Bojongsari. Terdapat satu ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya Bayeman, Tlahab Lor.
- f) Pada tahun 2015 terdapat empat ruas jalan dengan jumlah AEK > nilai *upper control limit* yaitu jalan raya turut Desa Bobotsari, jalan raya turut Desa Kembangan, jalan Mayjend Sungkono, Blater dan jalan raya turut Desa Brobot. Terdapat dua ruas jalan yang mempunyai nilai AEK > nilai BKA yaitu jalan raya turut Desa Bobotsari dan jalan raya turut Desa Kembangan.

Kecelakaan dan Pembatasan Kecepatan

Berdasarkan Undang-Undang No. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan kecelakaan lalu lintas diklasifikasikan menjadi tiga kategori yaitu kecelakaan lalu lintas ringan, kecelakaan lalu lintas sedang, dan kecelakaan lalu lintas berat. Faktor-faktor yang mempengaruhi frekuensi kecelakaan terkadang berbeda dengan yang mempengaruhi tingkat keparahan. Oleh karena itu dalam menganalisis keduanya dilakukan secara terpisah. Misalnya, *guardrails* akan mempengaruhi tingkat keparahan kecelakaan namun tidak pada frekuensi kecelakaan (Savolainen, et al (2011)). Arus lalu lintas memiliki hubungan non-linier dengan tingkat kecelakaan, meskipun beberapa penelitian menunjukkan hubungan arus dengan kecelakaan adalah linier. Peningkatan batas kecepatan memiliki hubungan positif dengan kejadian kecelakaan (Theofilatos dan Yannis, 2014).

Kim, et al (2007) secara empiris menunjukkan bahwa pembatasan kecepatan memiliki dampak besar pada kecelakaan yang melibatkan mobil dan sepeda. Efek ambang batas kecepatan sebesar 32,2 km/jam. Lee dan Mannering (2002) menganalisis pengaruh kondisi pinggir jalan terhadap frekuensi dan tingkat keparahan kecelakaan. Efek marginal dari faktor-faktor ini dihitung untuk memberikan indikasi efektivitas penanggulangan (Lee dan Mannering (2002). Carson dan Mannering (2001) menolak efektivitas dari sinyal peringatan es pada kecelakaan di musim dingin.

Milton, et al (2008) menerapkan model logit campuran untuk memprediksi tingkat keparahan kecelakaan jalan raya. Efek lalu lintas harian per lajur meningkatkan keparahan cedera pada beberapa segmen sementara menurunkannya pada orang lain. Kecepatan memiliki hubungan negatif dengan kecelakaan (Garber dan Gadirau, 1988). Taylor, et al (2000) menemukan hubungan terbalik yang menyatakan bahwa seiring bertambahnya kecepatan rata-rata, semakin sedikit kecelakaan terjadi. Berbeda dengan penelitian Quddus (2013) yang menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata tidak mempengaruhi tingkat kecelakaan saat mengendalikan faktor lain seperti volume lalu lintas dan geometri jalan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil analisis identifikasi lokasi rawan kecelakaan berdasarkan nilai UCL dan BKA diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (*black spot*) di Kabupaten Purbalingga adalah:
 - a. Jalan Raya Bayeman, Desa Tlahab Lor, Kecamatan Karangreja, dengan jumlah

nilai AEK=106, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=50,683 dan nilai BKA=48,812.

- b. Jalan Raya turut Desa Penolih, Kecamatan Kaligondang, dengan jumlah nilai AEK=67, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=43,072 dan nilai BKA=43,96.
- c. Jalan Raya turut Desa Bobotsari, Kecamatan Bobotsari, dengan jumlah nilai AEK=62, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=43,587 dan nilai BKA=45,326.
- d. Jalan Raya turut Desa Bojongsari, Kecamatan Bojongsari, dengan jumlah nilai AEK=57, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=35,284 dan nilai BKA=35,328.
- e. Jalan Raya turut Desa Jetis, Kecamatan Kemangkon, dengan jumlah nilai AEK=49, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=32,727 dan nilai BKA=33,238.
- f. Jalan Raya Kembangan, Kecamatan Bukateja, dengan jumlah nilai AEK=49, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=42,042 dan nilai BKA=45,326.
- g. Jalan Raya turut Desa Panican, Kecamatan Kemangkon, dengan jumlah nilai AEK=34, lebih tinggi dibandingkan dengan nilai UCL=30,811 dan nilai BKA=33,416.

2. Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat keparahan kecelakaan yaitu dengan membatasi kecepatan kendaraan.

Saran

Perlu dilakukan kajian atau analisis defisiensi infrastruktur keselamatan jalan pada lokasi rawan kecelakaan untuk memperoleh

rekomendasi penanganan lokasi rawan kecelakaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) Purwokerto atas bantuan biaya melalui skim Pengabdian Berbasis Riset tahun anggaran 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank (ADB)*. 2005. *The Cost of Road Traffic Accidents in Indonesia. ADB-Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) Regional Road Safety Program, Accident Costing Report AC 03: Indonesia*.
- Carson, J. and Mannering, F.L. 2001. *The effect of ice warning signs on ice-accident frequencies and severities, Accident Analysis and Prevention*, Volume 33, pp. 99-109.
- Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (DKTD). 2007. *Pedoman Operasi Accident Black Spot Investigation Unit/Unit Penelitian Kecelakaan Lalu Lintas (ABIU/UPK)*, Jakarta: Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Direktorat Keselamatan Transportasi Darat, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- European Transport Safety Council (ETSC)*. 2013. *Back on track to reach the EU 2020 Road Safety Target? In: Seventh Road Safety PIN Report, European Transport Safety Council (ETSC)*.
- Garber, N.J. and Gadirau, R. 1988. *Speed Variance and Its Influence on Accidents, AAA Foundation for Traffic Safety*, Washington, DC.
- Geurts, K. and Wets, G. 2003. *Black Spot Analysis Methods: Literature Review*. Diepenbeek: Steunpunt Verkeersveiligheid bij Stijgende Mobiliteit.
- Khisty, C.J. and Kent, B.L. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi (Transportation Engineering: An Introduction)*. Jakarta: Erlangga.
- Kim, J.K., Kim, S., Ulfarsson, G.F. and Porrello, L.A. 2007. *Bicyclist injury severities in bicycle-motor vehicle accidents, Accident Analysis and Prevention*, Volume 39, pp. 238-251.
- Korlantas Polri. 2015. *Polantas dalam Angka 2014*. Jakarta: Korps Lalu Lintas (Korlantas) Kepolisian Negara Republik Indonesia.
- Korlantas Polri. 2016. *Polantas dalam Angka 2015*. Jakarta: Korps Lalu Lintas (Korlantas) Kepolisian Negara Republik Indonesia.
- Lee, J. and Mannering, F.L. 2002. *Impact of roadside features on the frequency and severity of run-off-roadway accidents: an empirical analysis, Accident Analysis and Prevention*, Volume 34, No. 2, pp. 149-161.
- Milton, J.C., Shankar, V.N., and Mannering, F.L., 2008. *Highway accident severities and the mixed logit model: an exploratory empirical analysis, Accident Analysis and Prevention*, Volume 40, pp. 260-266.
- Polres Purbalingga. 2016. *Data Kecelakaan Lalu Lintas di Purbalingga Tahun 2010-2015. Unpublished*. Purbalingga: Kepolisian Resor Purbalingga.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. 2005. *Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas: Pd.T-09-2004-B*. Jakarta: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Quddus, M.A. 2013. *Exploring the relationship between average speed, speed variation, and accident rates using spatial statistical models and GIS, Journal Transport Safety and Secure*, Volume 5, no. 1, pp. 27-45.
- Savolainen, P., Mannering, F.L., Lord, D. and Quddus, M. 2011. *The statistical analysis of highway crash-injury severities: a review and assessment of methodological alternatives, Accident Analysis and*

- Prevention*, Volume 43, No. 5, pp. 1666-1676.
- Savolainen, P. and Mannering, F.L. 2007. *Probabilistic models of motorcyclists' injury severities in single and multi-vehicle crashes*, *Accident Analysis and Prevention*, Volume 39, No. 5, pp. 955-963.
- Shankar, V.N. and Mannering, F.L. 1996. *An exploratory multinomial logit analysis of single-vehicle motorcycle accident severity*, *Journal of Safety Research*, Volume 27, No. 3, pp. 183-194.
- Soemitro and Aryani, R.A. 2005. *Accident Analysis Assessment to the Accident Influence Factors on Traffic Safety Improvement (case: Palangkaraya-Tangkiling National Road)*. *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies (EASTS) 5*, pp. 2091-2105.
- Sugiyanto, G., 2010. Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Jalan di Indonesia dan Vietnam. *Jurnal Berkala Transportasi FSTPT (Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi)*, Volume 10, No. 2, Agustus 2010, hal.135-148.
- Sugiyanto, G., 2012. Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas dan Identifikasi Lokasi Titik Rawan Kecelakaan (*Black Spot*) (Studi Kasus di Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah). *Prosiding Seminar Nasional Konferensi Nasional Teknik Sipil (KoNTekS) 6*, 1-2 November 2012, Universitas Trisakti Jakarta, hal. 63-67.
- Sugiyanto, G. dan Santi, M.Y., 2015. Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas dan Pendidikan Keselamatan Berlalulintas Sejak Usia Dini (Studi Kasus di Kabupaten Purbalingga), *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*, Volume 18 No. 1, Mei 2015, hal. 65-75.
- Sugiyanto, G., Mulyono, B. dan Santi, M.Y. 2014. Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas dan Lokasi *Black Spot* di Kabupaten Cilacap, *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, Volume 12, No. 4, April 2014, hal. 259-266.
- Sugiyanto, G. and Santi, M.Y., 2017. *Road Traffic Accident Cost Using Human Capital Method (Case study in Purbalingga, Central Java, Indonesia)*, *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) Universiti Teknologi Malaysia (UTM)*, Volume 79, No. 02, February 2017, pp. 107-116.
- Sugiyanto, G., Fadli, A., and Santi, M.Y., 2017. *Identification of Black Spot and Equivalent Accident Number using Upper Control Limit Method*, *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, Volume 12, No. 2, January 2017, pp. 528-535.
- Sugiyanto, G., 2017. *The Cost of Traffic Accident and Equivalent Accident Number in Developing Countries (Case study in Indonesia)*, *ARPJ Journal of Engineering and Applied Sciences*, Volume 12, No. 2, January 2017, pp. 389-397.
- Taylor, M.C., Lynam, D.A., and Baruya, A. 2000. *The effects of drivers' speed on the frequency of road accidents*. In TRL Report 421. *Transport Research Laboratory*, Crowthorne, Berkshire.
- Theofilatos, A. and Yannis, G. 2014. *A review of the effect of traffic and weather characteristics on road safety*, *Accident Analysis and Prevention*, Volume 72, pp. 244-256.
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- World Health Organization (WHO)*. 2013. *Global Status Report on Road Safety 2013, Supporting a decade of action*. *World Health Organization (WHO)*.
- Yu, J.C. 1982. *Transportation Engineering, Introduction to Planning, Design, and Operations*. New York-Amsterdam-Oxford: Elsevier.