

KARAKTERISTIK KECELAKAAN LALU LINTAS DAN ANALISIS LOKASI *BLACK SPOT* DI KABUPATEN BOGOR

CHARACTERISTIC OF TRAFFIC ACCIDENTS AND ANALYSIS OF BLACK SPOT LOCATION IN BOGOR REGENCY

Levana Astarina*, Gito Sugiyanto*, Eva Wahyu Indriyati

*E-mail: levanaastarina@gmail.com, gito_98@yahoo.com

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Abstrak — Salah satu masalah yang sering terjadi di jalan raya adalah kecelakaan lalu lintas. Selama tahun 2016, di Kabupaten Bogor tercatat 357 kejadian kecelakaan lalu lintas dengan jumlah korban meninggal dunia 195 jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kecelakaan lalu lintas dan menentukan lokasi *black spot* dengan metode *Upper Control Limit* (UCL) serta menyusun rekomendasi sebagai upaya penanganan lokasi *black spot* berdasarkan hasil audit defisiensi infrastruktur keselamatan jalan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh karakteristik kecelakaan lalu lintas dari tahun 2014-2016 berdasarkan bulan terjadinya, paling sering terjadi di bulan Mei pada pukul 00.00-06.00 WIB. Tingkat fatalitas korban kecelakaan didominasi oleh korban luka berat. Jenis tabrakan yang sering terjadi yaitu tabrakan depan-depan dengan kendaraan yang paling banyak terlibat kecelakaan adalah sepeda motor. Lokasi *black spot* yang diperoleh dengan menggunakan metode UCL yaitu Jalan Sentul-Kandang Roda, Jalan Tegar Beriman, dan Jalan Kemang-Kedungwaringin. Dari hasil audit defisiensi keselamatan jalan, rekomendasi yang dapat diberikan adalah (1) Jalan Sentul-Kandang Roda dan Jalan Tegar Beriman dengan memasang rambu batas kecepatan maksimum sebesar 40 km/jam. (2) Jalan Kemang-Kedungwaringin dengan memperbaiki kerusakan pada perkerasan jalan dan memasang rambu batas kecepatan maksimum sebesar 30 km/jam.

Kata kunci — kecelakaan lalu lintas, *black spot*, metode UCL, audit defisiensi infrastruktur keselamatan jalan.

Abstract — *One of the most frequent problems on the road is traffic accident. In 2016, there were 357 traffic accidents with 195 people died in Bogor Regency. The aims of this research are analyzing the characteristics of traffic accidents and determining black spot locations with Upper Control Limit (UCL) method along with compiling recommendations as an effort to handle black spot locations based on the result of the road safety infrastructure deficiency audit. Based on the analysis result, the characteristic of traffic accidents during 2014-2016 based on the month of occurrence, it is most often happened in May at 00.00-06.00 WIB. The fatality rate of accident victims is dominated by severe injuries. The most common type of collision is front-to-front collision with the most involved vehicle is motorcycle. The black spot locations which are obtained by using UCL method are Sentul-Kandang Roda Street, Tegar Beriman Street, and Kemang-Kedungwaringin Street. From the results of the road safety deficiency audit, recommendations that can be given are (1) Sentul-Kandang Roda Street and Tegar Beriman Street by installing maximum speed limit signals of 40 km/hour. (2) Kemang-Kedungwaringin Street by improving the road pavement damage and installing maximum speed limit signals of 30 km/hour.*

Keywords — *traffic accident, black spot, UCL method, road safety infrastructure deficiency audit.*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan transportasi berbeda di setiap wilayah yang dipengaruhi oleh jumlah penduduk, luas wilayah, dan penyebaran pusat kegiatan. Kabupaten Bogor memiliki luas 2.301,95 km² atau sekitar

5,19% dari luas wilayah Propinsi Jawa Barat. Jumlah penduduk Kabupaten Bogor berdasarkan hasil estimasi penduduk 2013 adalah 5.202.097 jiwa yang terdiri dari 2.659.306 jiwa laki-laki dan 2.542.791 jiwa perempuan [1]. Seiring dengan pertumbuhan penduduk di Kabupaten Bogor dan juga

pertumbuhan pusat-pusat perekonomian masyarakat yang terus berkembang, kebutuhan akan kendaraan bermotor juga meningkat. Selain tingginya pengguna kendaraan bermotor, bangkitan dan tarikan pergerakan juga akan meningkat. Jika peningkatan ini tidak diimbangi dengan pertumbuhan jalan yang baik, hal itu dapat menyebabkan permasalahan di bidang transportasi.

Dari banyaknya masalah di bidang transportasi, kecelakaan lalu lintas merupakan salah satu masalah di yang perlu mendapatkan penanganan serius selain masalah kemacetan lalu lintas [2][3], kerusakan jalan akibat muatan berlebih [4]. Tingkat kecelakaan lalu lintas yang tinggi, berakibat menimbulkan kerugian yang sangat tinggi baik berupa korban nyawa ataupun harta benda [5]. Data dari Kepolisian Resor Bogor menunjukkan bahwa ada 593 kejadian kecelakaan lalu lintas dengan 332 orang meninggal dunia, 369 orang mengalami luka berat, dan 293 orang mengalami luka ringan pada tahun 2014 [6]. Selain menyebabkan korban jiwa, kecelakaan lalu lintas juga menyebabkan kerugian materi yang tidak sedikit.

Dengan adanya kerugian akibat kecelakaan lalu lintas baik berupa korban jiwa maupun harta benda yang tinggi di Kabupaten Bogor diperlukan suatu upaya untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas yang tinggi. Salah satu upaya yang dilakukan pada studi ini yaitu dengan menganalisis karakteristik kecelakaan lalu lintas, menentukan lokasi rawan kecelakaan (*black spot*) dengan menggunakan angka bobot kecelakaan dan metode *Upper Control Limit* (UCL) serta memberikan rekomendasi berdasarkan audit defisiensi infrastruktur keselamatan jalan sebagai upaya penanganan pada lokasi *black spot* tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kecelakaan Lalu Lintas

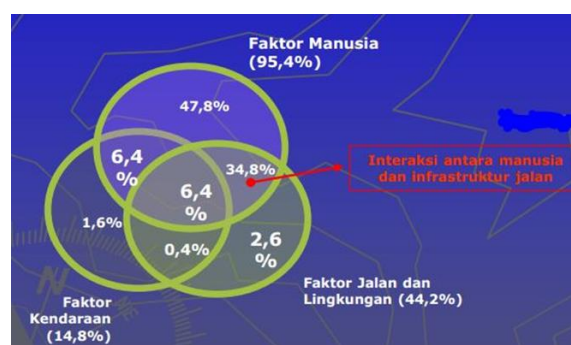
Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda [7].

Terdapat beberapa klasifikasi kecelakaan yaitu menurut Pd.T-09-2004-B (Pedoman penanganan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas) [8], Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan [9],

dan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan [7].

B. Faktor-faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas

Lalu lintas ditimbulkan oleh adanya pergerakan dari alat-alat angkutan karena adanya kebutuhan perpindahan manusia dan/atau barang. Kecelakaan tidak hanya berdasarkan faktor tunggal, melainkan dapat terjadi akibat dua faktor atau lebih [10] seperti yang tertera pada Gambar-1. Faktor-faktor penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas yaitu manusia, kendaraan, jalan, dan lingkungan.



Gambar-1. Distribusi korban kecelakaan berdasarkan faktor penyebab [10].

C. Teknik Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan pedoman lokasi rawan kecelakaan lalu lintas (Pd T-09-2004-B), daerah rawan kecelakaan adalah daerah yang mempunyai angka kecelakaan tinggi, risiko kecelakaan tinggi dan potensi kecelakaan tinggi pada suatu ruas jalan [8]. Daerah rawan kecelakaan dapat diidentifikasi pada lokasi jalan tertentu (*black spot*) maupun pada ruas jalan tertentu (*black site*). Lokasi rawan kecelakaan merupakan 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.

Teknik analisis lokasi rawan kecelakaan yang digunakan yaitu dengan teknik pemeringkatan lokasi kecelakaan. Teknik pemeringkatan lokasi rawan kecelakaan dilakukan dengan menghitung angka bobot kecelakaan dan untuk menentukan lokasi rawan kecelakaan menggunakan metode UCL (*Upper Control Limit*) [11].

Penentuan angka bobot kecelakaan dilakukan dengan menghitung kecelakaan tiap kilometer dalam

satu ruas jalan lalu mengalikannya dengan angka ekivalen kecelakaan tergantung tingkat keparahannya. Terdapat beberapa nilai angka ekivalen kecelakaan yaitu dari Puslitbang Jalan dengan perbandingan korban meninggal dunia : luka berat : luka ringan : *property damage only* = 12:3:3:1 [12], Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (DKTD) = 6:3:0,8:0,3 [13] ABIU/UPK, dan 168:8:2:1 [14].

Metode UCL adalah metode statistik kendali mutu untuk menentukan lokasi rawan kecelakaan [8] dengan persamaan (1).

$$UCL = \lambda + \psi \times \sqrt{\left(\frac{\lambda}{m} + \frac{0,829}{m} + \left(\frac{1}{2} \times m \right) \right)} \quad (1)$$

Keterangan :

- λ = rata-rata tingkat kecelakaan
- Ψ = faktor probabilitas
- m = nilai kecelakaan di tiap segmen ruas jalan (angka bobot kecelakaan).

Segmen ruas jalan dengan tingkat kecelakaan yang berada di atas garis UCL didefinisikan sebagai lokasi rawan kecelakaan. Nilai faktor probabilitas (Ψ) ditentukan jika tingkat kecelakaan dikatakan cukup tinggi sehingga kecelakaan tersebut tidak dianggap sebagai kejadian acak. Nilai faktor yang sering digunakan adalah 2,576 dengan tingkat probabilitas 0,005 (99,5% tingkat kebenarannya).

D. Audit Defisiensi Infrastruktur Keselamatan Jalan

Audit keselamatan jalan merupakan bagian dari strategi pencegahan kecelakaan lalu lintas dengan pendekatan perbaikan kondisi desain geometri, bangunan pelengkap jalan, fasilitas pendukung jalan yang berpotensi mengakibatkan konflik dan kecelakaan lalu lintas melalui suatu konsep pemeriksaan jalan yang komprehensif, sistematis, dan independen [15]. Nilai kuantifikasi audit keselamatan jalan yaitu: (1) nilai peluang potensi kejadian kecelakaan berkendaraan akibat defisiensi; (2) nilai dampak keparahan korban kecelakaan di lokasi kejadian yang diteliti; dan (3) nilai risiko kejadian kecelakaan beserta penentuan kategori penanganannya [16]. Nilai peluang defisiensi keselamatan jalan dapat diukur secara kualitatif dari kemungkinan kejadian kecelakaan pada suatu lokasi yang dianggap rawan kecelakaan. Akan tetapi, model penilaian tersebut sangat tergantung subyektivitas auditor jalan sehingga dikhawatirkan adanya penilaian bias dan sulit diklarifikasi ketepatannya. Oleh karenanya, perlu dibuat model penilaian yang bersifat kuantitatif berdasarkan data ukur di lapangan. Nilai peluang defisiensi keselamatan infrastruktur jalan terhadap kejadian kecelakaan di jalan raya ditunjukkan Tabel-1.

Tabel-1. Peluang defisiensi keselamatan infrastruktur jalan terhadap kejadian kecelakaan berdasar data ukur lapangan [16].

| Hasil ukur dimensi dan tata letak bagian infrastruktur jalan | Nilai kualitatif | Nilai kuantitatif |
|---|---|-------------------|
| Perbedaan yang terukur di lapangan lebih kecil dari 10% terhadap standar teknisnya. | Tidak pernah terjadi kecelakaan | 1 |
| Perbedaan yang terukur di lapangan antara 10%-40% terhadap standar teknis. | Terjadi kecelakaan sampai 5 kali pertahun | 2 |
| Perbedaan yang terukur di lapangan antara 40%-70% terhadap standar teknisnya. | Terjadi kecelakaan 5-10 kali per tahun | 3 |
| Perbedaan yang terukur di lapangan antara 70%-100% terhadap standar teknisnya. | Terjadi kecelakaan 10-15 kali per tahun | 4 |
| Perbedaan yang terukur di lapangan lebih besar dari 100 % terhadap standar teknis. | Terjadi kecelakaan lebih dari 15 kali per tahun | 5 |

Nilai dampak telah dibuat kriteria sederhana sebagai pendekatan untuk mendefinisikannya secara kuantitatif dan kualitatif keparahan korban kecelakaan berdasar tingkat fatalitas kecelakaan [16]. Kriteria yang digunakan dapat dilihat pada Tabel-2. Nilai risiko pada tiap defisiensi yang telah ditemukan dapat mengindikasikan seberapa besar urgensi respon penanganannya yang harus dilakukan. Nilai risiko merupakan perkalian antara nilai

peluang suatu defisiensi yang dapat mengkontribusi potensi kejadian kecelakaan seperti ditunjukkan pada Tabel-1 dan nilai konsekuensi atau dampak yang paling mungkin diterima korban jika kecelakaan lalu lintas terjadi, seperti ditunjukkan pada Tabel-2. Nilai dan kategori risiko beserta tingkat penanganan defisiensi keselamatan infrastruktur jalan untuk memperkecil kejadian kecelakaan berkendaraan, dapat dilihat pada Tabel-3.

Tabel-2. Dampak keparahan korban kecelakaan berdasarkan tingkat fatalitas dan kepentingan penanganannya [16].

| Hasil evakuasi korban kecelakaan berkendara di jalan raya | Nilai kualitatif | Nilai kuantitatif |
|---|------------------|-------------------|
| Korban tidak mengalami luka apapun kecuali kerugian material. | Amat ringan | 1 |
| Korban mengalami luka ringan dan kerugian material. | Ringan | 10 |
| Korban mengalami luka berat dan tidak berpotensi cacat anggota tubuh, serta ada atau tidak ada kerugian material. | Sedang | 40 |
| Korban mengalami luka berat dan berpotensi meninggal dunia dalam proses perawatan di rumah sakit atau tempat penyembuhan, serta ada atau tidak ada kerugian material. | Berat | 70 |
| Korban meninggal dunia di tempat kejadian kecelakaan, serta ada atau tidak ada kerugian material. | Amat berat | 100 |

Tabel-3. Nilai dan kategori risiko beserta tingkat penanganan defisiensi keselamatan infrastruktur jalan [16].

| Analisis risiko | | Tingkat kepentingan penanganan |
|-----------------|-----------------------|---|
| Nilai risiko | Kategori risiko | |
| < 125 | Tidak berbahaya (TB) | Monitoring rutin dengan inspeksi keselamatan jalan yang terjadwal pada titik-titik yang berpotensi terhadap kejadian kecelakaan. |
| 125-250 | Cukup berbahaya (CB) | Perlu penanganan teknis yang tidak terjadwal berdasarkan hasil inspeksi keselamatan jalan di lokasi kejadian dan sekitarnya. |
| 250-375 | Berbahaya (B) | Perlu penanganan teknis yang terjadwal maksimal 2 bulan sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui. |
| >375 | Sangat berbahaya (SB) | Perlu penanganan teknis secara total dengan <i>stakeholder</i> terkait maksimal 2 (dua) minggu sejak hasil audit keselamatan jalan disetujui. |

III. METODE

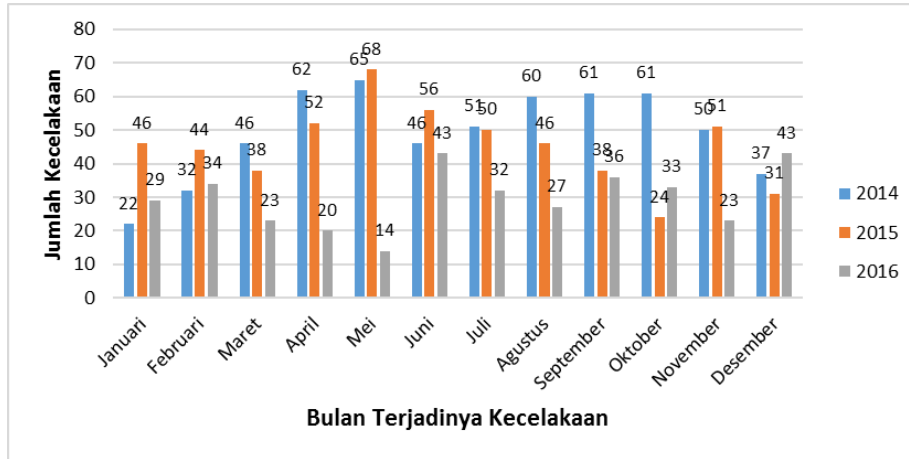
Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan data sekunder berupa data kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Bogor tahun 2014-2016 [17] yang diperoleh dari Kepolisian Resor Bogor dan data geometrik jalan yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Bogor. Data kecelakaan kemudian dikelompokkan sesuai dengan karakteristik kecelakaan lalu lintasnya. Setelah dikelompokkan, data diolah dan dihitung menggunakan sistem pembobotan untuk mendapatkan angka bobot kecelakaan. Setelah mendapat angka bobot kecelakaan, selanjutnya adalah menghitung nilai UCL untuk mendapat lokasi *black spot*. Setelah didapat lokasi *black spot*, kemudian melakukan survei lokasi pada jalan perkotaan di Kabupaten Bogor. Dari survei lokasi *black spot* didapat data primer berupa kondisi geometrik jalan, data kecepatan kendaraan, penempatan rambu lalu lintas, dan marka jalan di sekitar lokasi tersebut. Data-data primer tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode defisiensi infrastruktur keselamatan jalan untuk kemudian dilakukan penilaian terhadap risiko kejadian kecelakaan akibat defisiensi serta diusulkan solusi penanganannya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

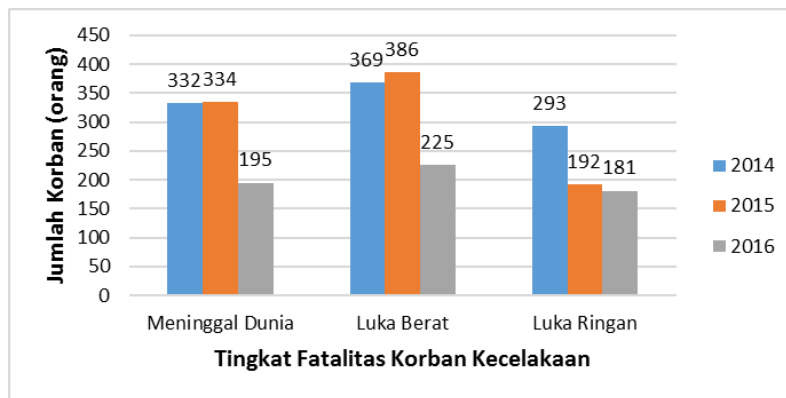
A. Analisis Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas

Berdasarkan bulan terjadinya kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Bogor paling sering terjadi di bulan Mei dengan jumlah 147 kejadian. Distribusi jumlah korban untuk setiap bulan di setiap tahunnya ditunjukkan pada Gambar-2. Berdasarkan tingkat fatalitas, terdapat 861 korban meninggal dunia, 980 korban luka berat, dan 666 korban luka ringan selama tahun 2014-2016. Jumlah korban meninggal dunia dan luka berat terbanyak terjadi pada tahun 2015 dengan 334 korban meninggal dunia dan 386 korban luka berat. Untuk korban luka ringan terbanyak terjadi pada tahun 2014 dengan 293 korban. Distribusi jumlah korban untuk setiap tahunnya ditunjukkan pada Gambar-3. Berdasarkan latar belakang terjadinya kecelakaan, diperoleh 40,16% (600 kejadian) merupakan tabrakan depan-depan; 21,42% (320 kejadian) merupakan tabrakan depan-samping; 15,13% (226 kejadian) merupakan tabrakan depan-belakang; 13,12% (196 kejadian) tabrakan samping-samping; 7,23% (108 kejadian) merupakan tabrak manusia; 2,81% (42 kejadian) kecelakaan tunggal; dan 0,13% (2 kejadian) merupakan tabrakan beruntun. Tabrakan depan-

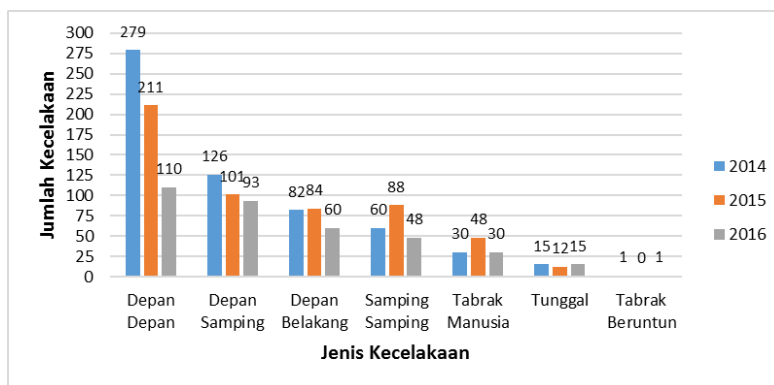
depan merupakan jenis tabrakan yang paling mendominasi. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan latar belakang terjadinya ditunjukkan pada Gambar-4.



Gambar-2. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan tingkat kejadian kecelakaan pada bulan terjadinya.



Gambar-3. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan tingkat fatalitas korban.

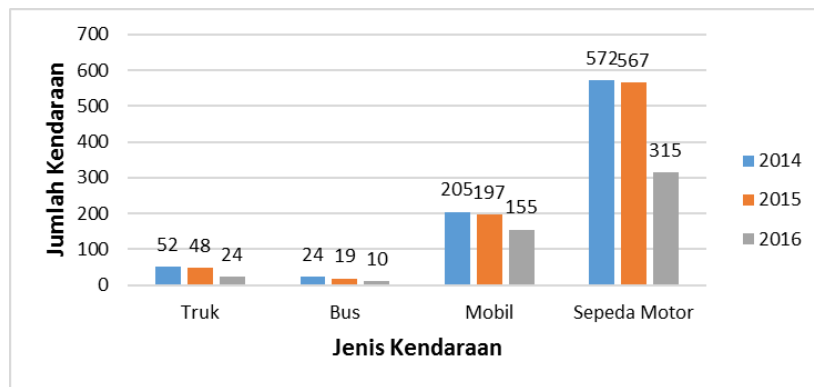


Gambar-4. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan jenis kecelakaan dari latar belakang terjadinya.

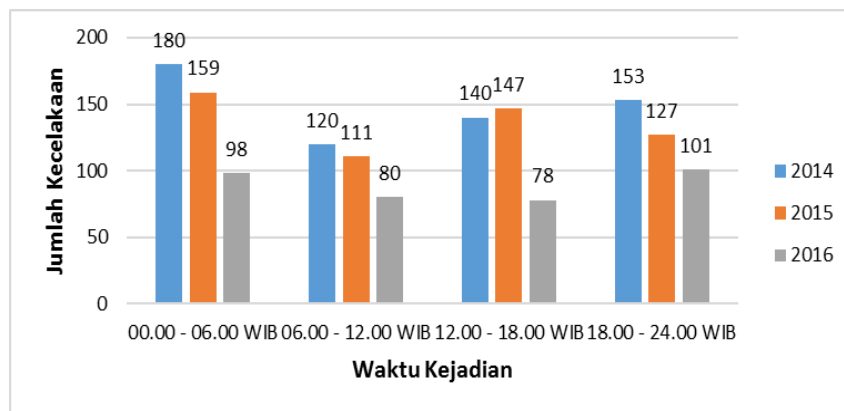
Berdasarkan jenis kendaraan yang terlibat kecelakaan, hasil analisis menunjukkan bahwa 5,67% (124 kendaraan) melibatkan truk; 2,42% (53 kendaraan) melibatkan bus; 25,46% (557 kendaraan) melibatkan mobil; dan 66,45% (1454 kendaraan) melibatkan sepeda motor. Jenis kendaraan yang

paling mendominasi adalah sepeda motor. Hasil ini sesuai dengan penelitian [18] yang melakukan penelitian di Kabupaten Cilacap dimana sepeda motor adalah jenis kendaraan yang mendominasi terlibat kecelakaan lalu lintas. Penelitian lainnya [19], 72,13% kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Purbalingga melibatkan sepeda motor. Pengelompokan jenis kendaraan yang terlibat kecelakaan di Kabupaten Bogor selengkapnya ditunjukkan pada Gambar-5.

Berdasarkan waktu terjadinya, hasil analisis menunjukkan bahwa kecelakaan tertinggi terjadi pada pukul 00.00-06.00 WIB dengan 180 kejadian untuk tahun 2014 dan 159 kejadian untuk tahun 2015. Untuk tahun 2016, kecelakaan tertinggi terjadi pada pukul 18.00-24.00 WIB dengan 101 kejadian. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan waktu terjadinya ditunjukkan pada Gambar-6.



Gambar-5. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan jenis kendaraan yang terlibat.



Gambar-6. Pengelompokan kecelakaan berdasarkan waktu terjadinya.

B. Analisis Lokasi Rawan Kecelakaan

1) Data Kecelakaan Lalu Lintas

Data sekunder yang diperoleh dari Kepolisian Resor Bogor berupa data kecelakaan lalu lintas dari tahun 2014-2016. Data digunakan untuk menentukan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas. Dari 40 (empat puluh) kecamatan yang terdapat di Kabupaten Bogor, terdapat 11 (sebelas) kecamatan yang ruas-ruas jalannya termasuk ke dalam jalan perkotaan (*urban*

road) dilihat dari batas wilayah masing-masing kecamatan. Dari hasil wawancara dengan Kanit Laka Lintas Kepolisian Resor Bogor (2017), terdapat empat kecamatan beserta nama ruas jalannya yang sering terjadi kecelakaan lalu lintas. Rekapitulasi data kecelakaan lalu lintas yang terjadi pada tahun 2014-2016 di sembilan ruas jalan ditunjukkan pada Tabel-4

Tabel-4. Rekapitulasi data kecelakaan lalu lintas di sembilan ruas jalan.

| No. | Nama ruas jalan | Kecamatan | Jenis korban kecelakaan | | |
|---------------|--------------------------------|----------------|-------------------------|-----------|-----------|
| | | | MD | LB | LR |
| 1. | Jalan Tegar Beriman | Cibinong | 7 | 0 | 2 |
| 2. | Jalan Sukahati-Bojong Gede | Cibinong | 1 | 1 | 4 |
| 3. | Jalan Cilebut-Citayam | Bojong Gede | 0 | 2 | 0 |
| 4. | Jalan Kemang-Kedungwaringin | Bojong Gede | 2 | 9 | 2 |
| 5. | Jalan Sentul-Kandang Roda | Sukaraja | 10 | 2 | 2 |
| 6. | Jalan Pomad-Karadenan | Sukaraja | 0 | 3 | 2 |
| 7. | Jalan Pasir Angin Pasir Karet | Sukaraja | 0 | 0 | 2 |
| 8. | Jalan Cijayanti-Pasir Karet | Babakan Madang | 0 | 4 | 2 |
| 9. | Jalan Cijayanti-Babakan Madang | Babakan Madang | 1 | 2 | 4 |
| Jumlah | | | 21 | 23 | 20 |

Tabel-5. Hasil analisis penentuan lokasi *black spot*.

| No. | Nama ruas jalan | AEK x Jumlah korban | | | m | λ | UCL | Keterangan |
|--------|--------------------------------|---------------------|------|------|-----|-------|-------|-------------------------|
| | | 12*MD | 3*LB | 3*LR | | | | |
| 1. | Jalan Tegar Beriman | 84 | 0 | 6 | 90 | 42,33 | 59,71 | <i>Black spot</i> |
| 2. | Jalan Sukahati-Bojong Gede | 12 | 3 | 12 | 27 | | 52,34 | Bukan <i>Black spot</i> |
| 3. | Jalan Cilebut-Citayam | 0 | 6 | 0 | 6 | | 50,56 | Bukan <i>Black spot</i> |
| 4. | Jalan Kemang-Kedungwaringin | 24 | 27 | 6 | 57 | | 56,27 | <i>Black spot</i> |
| 5. | Jalan Sentul-Kandang Roda | 120 | 6 | 6 | 132 | | 63,31 | <i>Black spot</i> |
| 6. | Jalan Pomad-Karadenan | 0 | 9 | 6 | 15 | | 50,63 | Bukan <i>Black spot</i> |
| 7. | Jalan Pasir Angin Pasir Karet | 0 | 0 | 6 | 6 | | 50,56 | Bukan <i>Black spot</i> |
| 8. | Jalan Cijayanti-Pasir Karet | 0 | 12 | 6 | 18 | | 51,03 | Bukan <i>Black spot</i> |
| 9. | Jalan Cijayanti-Babakan Madang | 12 | 6 | 12 | 30 | | 52,78 | Bukan <i>Black spot</i> |
| Jumlah | | 252 | 69 | 60 | 381 | | | |

2) Penentuan Lokasi Rawan Kecelakaan

Penentuan lokasi rawan kecelakaan lalu lintas menggunakan statistik kendali mutu sebagai kontrol-chart UCL (*Upper Control Limit*). Segmen jalan dengan tingkat angka kecelakaan di atas garis UCL didefinisikan sebagai lokasi rawan kecelakaan.

- a) Analisis angka bobot kecelakaan tiap ruas jalan.
 Analisis angka bobot kecelakaan tiap ruas jalan (m) merupakan total dari pengalihan jumlah korban kecelakaan pada tiap ruas jalan berdasarkan tingkat keparahannya dengan angka ekivalen kecelakaan yang sesuai dengan tingkat keparahannya. Contoh perhitungan, untuk kecelakaan di Jalan Tegar Beriman dari tahun 2014-2016 mengakibatkan 7 orang meninggal dunia dan 2 orang luka ringan, sehingga nilai m dapat dihitung sebagai berikut.
- $$m = 12 \times MD + 3 \times LB + 3 \times LR + 1 \times PDO$$
- $$m = (12 \times 7) + (3 \times 0) + (3 \times 2) + (1 \times 0)$$
- $$m = 90$$

- b) Rata-rata tingkat kecelakaan (λ).

Dengan jumlah total angka bobot kecelakaan (m) sebesar 381 pada 9 ruas jalan, maka nilai rata-rata tingkat kecelakaan (λ) sebesar 42,33.

$$\lambda = \frac{\sum m}{n} = \frac{381}{9} = 42,33$$

- c) Nilai *Upper Control Limit* (UCL).

Nilai UCL dihitung dengan menggunakan Persamaan (1). Perhitungan di ruas Jalan Tegar Beriman Kabupaten Bogor, nilai UCL dihitung sebagai berikut ini.

$$UCL = 42,33 + \left[2,576 + \sqrt{\frac{42,33}{90} + \frac{0,829}{90} + \left(\frac{90}{2}\right)} \right]$$

$$UCL = 59,77$$

Segmen ruas jalan dengan tingkat angka bobot kecelakaan yang berada di atas nilai UCL didefinisikan sebagai lokasi rawan kecelakaan (*black spot*). Rekapitulasi hasil perhitungan m, λ, dan nilai UCL terdapat pada Tabel-5. Dari hasil analisis pada 9 ruas jalan, terdapat 3 (tiga) ruas jalan yang merupakan lokasi *black spot* yaitu Jalan Sentul-

Kandang Roda, Jalan Tegar Beriman, dan Jalan Kemang-Kedungwaringin.

C. Audit Defisiensi Infrastruktur Keselamatan

Langkah selanjutnya dilakukan survei lapangan berupa survei geometrik jalan dan harmonisasi fasilitas perlengkapan jalan. Survei lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi jalan dan dibandingkan dengan standar perencanaan jalan. Standar perencanaan geometrik jalan perkotaan terdapat dalam Geometri Jalan Perkotaan [20], standar perencanaan fasilitas perlengkapan jalan terdapat dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia PM Nomor 13 Tahun 2014 tentang rambu lalu lintas [21], Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia PM Nomor 34 Tahun 2014 tentang marka lalu lintas [22], dan peraturan dari Badan Standardisasi Nasional tahun

2008 tentang spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan [23]. Selanjutnya dilakukan analisis defisiensi infrastruktur jalan.

Hasil analisis defisiensi infrastruktur jalan aspek geometrik jalan ditunjukkan di tiga ruas jalan pada Tabel-6. Hasil analisis defisiensi infrastruktur jalan aspek harmonisasi fasilitas perlengkapan jalan terdapat pada Tabel-7 untuk Jalan Kemang-Kedungwaringin, Tabel-8 untuk Jalan Tegar Beriman, dan Tabel-9 untuk Jalan Sentul-Kandang Roda. Transportasi jalan raya melayani hampir 80-90% pergerakan manusia [24]. Jarak pandang yang kecil mempunyai hubungan yang positif untuk meningkatkan frekuensi kecelakaan lalu lintas [25]. Penentuan nilai batas kecepatan maksimum pada sistem transportasi jalan memiliki peran penting dalam manajemen kecepatan kendaraan [26] untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas.

Tabel-6. Hasil Audit Keselamatan Jalan (AKJ) terhadap defisiensi kondisi geometrik jalan.

| No. | Nama Jalan | Pengamatan dan pengukuran | | Standar teknis ^{a)} | Hasil ukur/ pengamatan | Penyimpangan (%) | Nilai peluang | Nilai dampak | Nilai risiko | Ket. risiko |
|-----|-----------------------------|----------------------------|--------|------------------------------|------------------------|------------------|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| | | Aspek | Satuan | | | | | | | |
| 1. | Jl. Sentul - Kandang Roda | Jarak pandang henti | m | 50 | 59,79 ^{a)} | 19,58 | 2 | 100 | 200 | CB |
| | | Jarak pandang menyiap | m | 200 | 244,69 ^{b)} | 22,35 | 2 | 100 | 200 | CB |
| | | Lebar lajur | m | 2,75 | 3,45 | 25,45 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar bahu | m | 0,5 | 1,5 | 200 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar median | m | 1,5 | 1,15 | 23,33 | 2 | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar trotoar | m | 1,5 | 1,51 | 0,67 | - | 0 | 0 | TB |
| | | Beda tinggi bahu dan jalan | cm | 4,5 | 10 | 122,22 | 5 | 0 | 0 | TB |
| 2. | Jl. Tegar Beriman | Jarak pandang henti | m | 50 | 63,43 ^{a)} | 26,86 | 2 | 0 | 0 | TB |
| | | Jarak pandang menyiap | m | 200 | 274,48 ^{b)} | 37,24 | 2 | 100 | 200 | CB |
| | | Lebar lajur | m | 2,75 | 5 | 81,82 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar median | m | 1,50 | 2,83 | 88,67 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar trotoar | m | 1,50 | 1,55 | 3,33 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| 3. | Jl. Kemang - Kedungwaringin | Jarak pandang henti | m | 35 | 49,42 ^{a)} | 41,20 | 3 | 0 | 0 | TB |
| | | Jarak pandang menyiap | m | 150 | 224,16 ^{b)} | 49,44 | 3 | 100 | 300 | B |
| | | Lebar lajur | m | 2,25 | 2,5 | 11,11 | - ^{c)} | 0 | 0 | TB |
| | | Lebar bahu | m | 1,5 | 1 | 33,33 | 2 | 0 | 0 | TB |
| | | Beda tinggi bahu dan jalan | cm | 3 | 7 | 366,67 | 5 | 0 | 0 | TB |

Keterangan:

^{a)} Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga, 2004 [20]; ^{b)} Merupakan hasil analisis yang dibutuhkan di lapangan

^{c)} Hasil pengukuran di lapangan lebih besar dari standar teknisnya (yang berarti lebih baik)

Tabel-7. Hasil AKJ terhadap defisiensi fasilitas perlengkapan jalan di Jalan Kemang-Kedungwaringin.

| No. | Pengamatan dan pengukuran | | Standar teknis ^{a)} | Hasil ukur/ pengamatan | Penyimpangan (%) | Nilai peluang | Nilai dampak | Nilai risiko | Ket. risiko | |
|-----|---------------------------|--------|------------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|--|
| | Aspek | Satuan | | | | | | | | |
| 1. | Rambu | | | | | | | | | |
| | Jumlah | buah | 3 | 0 | 100 | 4 | 100 | 400 | SB | |
| | Kondisi | % | 100 | 0 | 100 | 4 | | | | |
| 2. | Marka | | | | | | | | | |
| | Ketersediaan | ada | ada | tidak | 100 | 4 | 100 | 400 | SB | |
| | Kondisi | % | 100 | 0 | 100 | 4 | | | | |
| 3. | Lampu penerangan | | | | | | | | | |
| | Ketersediaan | ada | ada | tidak | 100 | 4 | 100 | 400 | SB | |
| | Jarak antar lampu | m | 32 | 0 | 100 | 4 | | | | |
| | Kondisi | % | 100 | 0 | 100 | 4 | | | | |

^{a)} Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan PM Nomor 13 Tahun 2014 [21] dan PM Nomor 34 Tahun 2014 [22]

TB = Tidak Berbahaya

CB = Cukup Berbahaya

B = Berbahaya

SB = Sangat Berbahaya

Tabel-8. Hasil AKJ terhadap defisiensi kondisi harmonisasi fasilitas perlengkapan jalan di Jalan Tegar Beriman.

| No. | Pengamatan dan pengukuran | | Standar teknis ^{a)} | Hasil ukur dan pengamatan | Penyimpangan (%) | Nilai peluang | Nilai dampak | Nilai risiko | Ket. risiko |
|-----|---|--------|------------------------------|---------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| | Aspek | Satuan | | | | | | | |
| 1. | Rambu peringatan | | 4 | 3 | 25 | 2 | 100 | 200 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 200 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 2. | Rambu larangan masuk kendaraan | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 3. | Rambu larangan parkir | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 4. | Rambu perintah memasuki jalur yang ditunjuk | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 5. | Rambu petunjuk lokasi mesjid | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 6. | Sinyal | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | ada | | | | | | | |
| 7. | Marka tanda | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Ketersediaan | ada | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 89 | 11 | 2 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 8. | Marka alat | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Ketersediaan | ada | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 98 | 2 | 1 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 9. | Lampu penerangan | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Ketersediaan | ada | | | | | | | |
| | Jarak antar lampu | | 32 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | m | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | | | |

Tabel-9. Hasil AKJ terhadap defisiensi kondisi harmonisasi fasilitas perlengkapan jalan di Jalan Sentul-Kandang Roda.

| No. | Pengamatan dan pengukuran | | Standar teknis ^{a)} | Hasil ukur/ Pengamatan | Penyimpangan (%) | Nilai peluang | Nilai dampak | Nilai risiko | Ket. risiko |
|-----|------------------------------|--------|------------------------------|------------------------|------------------|---------------|--------------|--------------|-------------|
| | Aspek | Satuan | | | | | | | |
| 1. | Rambu tikungan ke kanan | | 3 | 2 | 33,33 | 2 | 100 | 200 | CB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 95 | 5 | 1 | 100 | 200 | CB |
| | | % | | | | | | | |
| 2. | Rambu persimpangan tiga sisi | | 2 | 2 | 0 | 0 | 100 | 200 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 60 | 40 | 2 | 100 | 200 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 3. | Rambu banyak pejalan kaki | | 2 | 2 | 0 | 0 | 100 | 200 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 60 | 40 | 2 | 100 | 200 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 4. | Rambu larangan parkir | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 5. | Rambu petunjuk nama jalan | | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Jumlah | buah | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 6. | Sinyal | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | | ada | | | | | | | |
| 7. | Marka Tanda | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Ketersediaan | ada | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 90 | 10 | 1 | 0 | 0 | TB |
| | | % | | | | | | | |
| 8. | Lampu penerangan | | ada | ada | 0 | 0 | 0 | 0 | TB |
| | Ketersediaan | ada | | | | | | | |
| | Jarak antar lampu | | 36 | 33 | 8,33 | 1 | 0 | 0 | TB |
| | | m | | | | | | | |
| | Kondisi | | 100 | 100 | 0 | 0 | | | |

D. Usulan Penanganan Lokasi *Black Spot*

1) Jalan Sentul-Kandang Roda

- a) Pemasangan rambu batas kecepatan maksimum 40 km/jam.
- b) Memangkas pohon-pohon yang menghalangi rambu persimpangan tiga sisi dan rambu banyak pejalan kaki.
- c) Pemasangan rambu larangan menyiap.
- d) Penambahan jumlah rambu tikungan ke kanan dan menempatkannya sekurang-kurangnya 50 m sebelum tikungan.
- e) Pemasangan rambu peringatan penegasan yang digunakan untuk menyatakan daerah berbahaya yang ditempatkan sekurang-kurangnya pada jarak 50 m sebelum memasuki lokasi *black spot*.
- f) Mengecat kembali marka membujur utuh pada pemisah lajur lalu lintas untuk melarang kendaraan menyiap pada tikungan.

2) Jalan Tegar Beriman

- a) Pemasangan rambu batas kecepatan maksimum 40 km/jam.
- b) Pemasangan rambu peringatan tikungan ke kanan atau ke kiri dan rambu peringatan bahwa jalan menurun yang ditempatkan sekurang-kurangnya 50 m sebelum tikungan dan jalan menurun terjadi.
- c) Mengecat kembali marka membujur utuh pada kedua sisi jalan yang berfungsi sebagai pembatas antara badan jalan dan median jalan.
- d) Mengecat kembali marka membujur utuh pada pemisah lajur lalu lintas untuk melarang kendaraan menyiap di persimpangan.
- e) Mengecat kembali dan menambahkan jumlah marka melintang yang berfungsi sebagai marka pengaduh atau yang biasa disebut marka pengurang kecepatan kendaraan.

3) Jalan Kemang-Kedungwaringin

- a) Memperbaiki kerusakan perkerasan jalan.
- b) Membuat marka membujur putus-putus sebagai pemisah lajur lalu lintas.
- c) Membuat marka membujur utuh pada pemisah lajur lalu lintas untuk menghindari kendaraan menyiap yang diletakkan di setiap tikungan.
- d) Membuat marka membujur utuh pada kedua sisi jalan sebagai pembatas antara badan jalan dan bahu jalan.

- e) Pemasangan lampu penerangan jalan dengan spesifikasi sekurang-kurangnya jarak antar lampu 40 m, tinggi 6 m, rumah lampu tipe A, dan jenis lampu 55W SOX.
- f) Pemasangan rambu batas kecepatan maksimum 30 km/jam.
- g) Pemasangan rambu peringatan tikungan baik ke kanan atau ke kiri agar pengguna jalan lebih berhati-hati.
- h) Pemasangan rambu dilarang mendahului sebagai penegas agar kendaraan tidak mendahului kendaraan di depannya.
- i) Pemasangan rambu dilarang parkir di sepanjang jalan mengingat lebar badan jalan akan berkurang apabila ada kendaraan yang parkir di bahu jalan.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Kesimpulan dari studi ini adalah sebagai berikut:

- 1) Karakteristik kecelakaan lalu lintas di Kabupaten Bogor dari tahun 2014-2016 berdasarkan bulan terjadinya kecelakaan terbanyak di bulan Mei dan waktu terjadinya pukul 00.00-06.00 WIB. Tingkat fatalitas korban kecelakaan didominasi oleh korban luka berat dengan tipe tabrakan depan-depan dan didominasi oleh jenis kendaraan sepeda motor.
- 2) Tiga ruas jalan yang merupakan lokasi *black spot* yaitu Jalan Sentul-Kandang Roda, Jalan Tegar Beriman, dan Jalan Kemang-Kedungwaringin.
- 3) Hasil audit keselamatan jalan menunjukkan bahwa beberapa bagian yang harus segera diperbaiki yaitu: (1) Jalan Sentul-Kandang Roda yaitu aspek geometrik yang terdiri dari jarak pandang henti dan jarak pandang menyiap yaitu tidak terdapat rambu batas kecepatan serta memangkas ranting pohon yang menghalangi rambu persimpangan tiga sisi. (2) Jalan Tegar Beriman yaitu aspek geometrik yang meliputi jarak pandang menyiap dan aspek harmonisasi perlengkapan jalan yaitu tidak adanya rambu batas kecepatan. (3) Jalan Kemang-Kedungwaringin yaitu aspek geometrik jalan yang meliputi jarak pandang menyiap serta tidak adanya marka dan aspek harmonisasi perlengkapan yang terdiri dari tidak adanya lampu penerangan jalan, rambu batas kecepatan,

rambu dilarang parkir, serta rambu dilarang mendahului.

- 4) Usulan penanganan lokasi *black spot* sebagai berikut:
 - a) Jalan Sentul-Kandang Roda dan Jalan Tegar Beriman yaitu dengan memasang rambu batas kecepatan maksimum 40 km/jam.
 - b) Jalan Kemang-Kedungwaringin yaitu dengan memperbaiki kerusakan perkerasan jalan dan memasang rambu batas kecepatan maksimum 30 km/jam.

B. Saran

Saran yang diberikan adalah sebagai berikut:

- 1) Data kecelakaan lalu lintas sebaiknya dilengkapi dengan faktor penyebab terjadinya kecelakaan secara mendetail oleh dinas terkait untuk mempermudah analisis audit keselamatan jalan guna menurunkan angka kecelakaan.
- 2) Perlu penelitian lanjutan terkait audit defisiensi infrastruktur keselamatan jalan ditinjau dari aspek perkerasan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik. 2015. Kabupaten Bogor dalam Angka 2015. Kabupaten Bogor.
- [2] Sugiyanto, G. dan Fadli, A. Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (*Black Spot*) di Kabupaten Purbalingga, Jawa Tengah. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Negeri Semarang (UNNES)*. 2017; 19(2): 128-135.
- [3] Sugiyanto, G., Malkhamah, S., Munawar, A., and Sutomo, H. Estimation of Congestion Cost of Private Passenger Car Users in Malioboro, Yogyakarta. *Civil Engineering Dimension, Petra Christian University, Surabaya East Java*. 2011; 12(2): 92-97.
- [4] Sugiyanto, G. Optimasi Beban As Truk untuk Meminimalkan Biaya Transportasi dan Kerusakan Konstruksi Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Solo-Kartosura-Boyolali Provinsi Jawa Tengah). *Jurnal Dinamika Rekayasa*. 2005; 1(1): 21-28.
- [5] Sugiyanto, G. Biaya Kecelakaan Lalu Lintas Jalan di Indonesia dan Vietnam. *Jurnal Transportasi FSTPT (Forum Studi Transportasi antar Perguruan Tinggi)*. 2010; 10(2): 135-148.
- [6] Kepala Unit Laka Lantas Kepolisian Resor Bogor. 2017. Wawancara dan Diskusi Internal. Kabupaten Bogor.
- [7] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- [8] Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi. *Penanganan Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas: Pd.T-09-2004-B*. Jakarta: Departemen Perumahan dan Prasarana Wilayah, Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2005.
- [9] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- [10] Treat, J. R., Shinar, D., Tumbas, N. S., McDonald, S. T., Hume, R. D., and Meyer, R. E. *Tri-Level Study of The Causes of Traffic Accidents*. Washington: NTHSA. 1977.
- [11] Rafita, Y., Sartono, B., dan Sustyo, B. Identifikasi Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Bogor dan Penskoran Tingkat Kerawanan Ruas Jalan. *Thesis*. Institut Pertanian Bogor. 2016.
- [12] Sugiyanto, G., Fadli, A., and Santi, M.Y. Identification of Black Spot and Equivalent Accident Number using Upper Control Limit Method. *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017; 12(2): 528-535.
- [13] Direktorat Keselamatan Transportasi Darat (DKTD). *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. 2007.
- [14] Sugiyanto, G. The Cost of Traffic Accident and Equivalent Accident Number in Developing Countries (Case study in Indonesia). *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*. 2017; 12(2): 389-397.
- [15] Direktorat Jenderal Bina Marga. *Pedoman Audit Keselamatan Jalan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2005.
- [16] Mulyono, A. T., Kushari, B., dan Gunawan, H. E. Audit Keselamatan Infrastruktur Jalan (Studi Kasus Jalan Nasional KM 78-KM 79 Jalur Pantura Jawa, Kabupaten Batang). *Jurnal Teknik Sipil*. 2009; 16(3):163-174.
- [17] Unit Laka Lantas Kepolisian Resor Bogor. *Data Kecelakaan Lalu Lintas Kabupaten Bogor Tahun 2014-2016*. Kabupaten Bogor. 2017.
- [18] Sugiyanto, G., Mulyono, B. dan Santi, M. Y. Karakteristik Kecelakaan Lalu Lintas dan Lokasi *Black Spot* di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*. 2014; 12(4): 259-266.
- [19] Sugiyanto, G. and Santi, M. Y. Road Traffic Accident Cost Using Human Capital Method (Case study in Purbalingga, Central Java, Indonesia). *Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering) Universiti Teknologi Malaysia (UTM)*. 2017; 79(2): 107-116.
- [20] Direktorat Jenderal Bina Marga. *Geometri Jalan Perkotaan*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2004.
- [21] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2014 tentang Rambu Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2014.
- [22] Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2014 tentang Marka Lalu Lintas*. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. 2014.

- [23] Badan Standardisasi Nasional (BSN). SNI 7391-2008: *Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional. 2008.
- [24] Sugiyanto, G. Kajian Karakteristik Campuran Hot Rolled Asphalt Akibat Penambahan Limbah Serbuk Ban Bekas. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia*. 2008; 8(2): 90-103.
- [25] Theofilatos, A. and Yannis, G. A review of the effect of traffic and weather characteristics on road safety, *Accident Analysis and Prevention*. 2014; 72: 244-256.
- [26] Hosseinlou, M. H., Kheyraadi, S. A., and Zolfaghari, A. Determining Optimal Speed Limits in Traffic Networks. *International Association of Traffic and Safety Sciences (IATSS) Research*. 2015; 39: 36-41.