

PENERAPAN RUANG HENTI KHUSUS SEPEDA MOTOR PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL

Muhammad Idris

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Jl. A.H. Nasution 264 Bandung

E-mail : idrisloebis@gmail.com

Diterima : 2 Nopember 2009 Disetujui : 21 Desember 2009

ABSTRAK

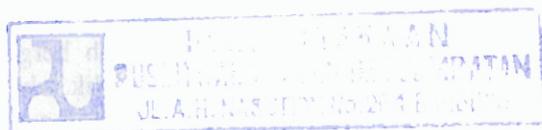
Ruang Henti Khusus sepeda motor merupakan salah satu fasilitas bagi sepeda motor untuk berhenti di persimpangan selama fase merah. Ruang Henti Khusus sepeda motor ini telah diujicobakan dalam skala terbatas untuk mendukung pergerakan sepeda motor pada salah satu persimpangan bersinyal pada jalan arteri sekunder tipe 4/2 terbagi. Makalah ini bertujuan untuk menyajikan pengaruh Ruang Henti Khusus pada persimpangan bersinyal terhadap tingkat konflik dan tingkat keparahan konflik antara sepeda motor dengan kendaraan bermotor lainnya. Untuk menguji efektifitas Ruang Henti Khusus dalam mengurangi konflik lalu lintas, telah dilakukan observasi lapangan dengan bantuan video kamera pada waktu puncak pagi dan sore baik sebelum dan sesudah penerapan Ruang Henti Khusus, dan analisis datanya dilakukan di laboratorium. Secara keseluruhan, sebanyak 103 sampel fase waktu masing-masing pada waktu puncak pagi dan sore baik sebelum dan sesudah implementasi Ruang Henti Khusus, serta dengan total 21087 sepeda motor telah dianalisis. Analisis sebelum dan sesudah penerapan Ruang Henti Khusus memperlihatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada proporsi arus lalu lintas. Jumlah lalu lintas yang melewati persimpangan meningkat baik pada waktu puncak pagi dan sore masing-masing dengan 11,92% dan 12,31%. Pola konflik juga berubah secara signifikan, demikian juga dengan tingkat konflik juga menurun dari 133,39 konflik/1000 smp menjadi 24,68 konflik/1000 smp untuk waktu puncak pagi, dan dari 111,10 konflik/1000 smp menjadi 24,10 konflik/1000 smp untuk waktu puncak sore. Tingkat keparahan konflik juga menurun dari 1,83 menjadi 1,43 pada waktu puncak pagi dan dari 1,96 menjadi 1,38 pada waktu puncak sore.

Kata kunci: Ruang Henti Khusus, sepeda motor, konflik lalu lintas, tingkat konflik, keparahan konflik

ABSTRACT

The Exclusive Stopping Space for Motorcycles is defined as facilities for motorcycle to stop for waiting at signalized intersection as long as red traffic light period. The RHK's has been tested in an arterial road to support the movement of the motorcycle at the signalized intersection. This paper aims to study the influence of the RHKs to reduce traffic conflict, particularly the type and intensity of conflict and also the severity of conflict between motorcycles with another motor vehicle. To test the affectivity of RHKs to reduce conflict, the traffic conflict observations were made with video cameras during the morning and afternoon peak hours, before and after installing the RHKs, and the analyses were carried out in the laboratory. A total of 62 cycles and 41 cycles in the morning and afternoon peak hour with total of 12214 motorcycles and 8873 motorcycles (before and after RHKs installed) were analyzed. The throughput of the intersection increased both in the morning and afternoon peak hours by respectively 11.92% and 12.31%. The conflict patterns changed significantly, but the conflict rate decreased from 133,39 conflict/1000 pcu's to 24,68 conflict/1000 pcu's on the morning peak hour and from 111,10 conflict/1000 pcu's to 24,10 conflict/1000 pcu's on the afternoon peak hour. The conflict severity also decreased from 1.83 to 1.43 on the morning peak hour and 1.96 to 1.38 on the afternoon peak hour.

Keyword: RHK's (ESSM: Exclusive Stopping Space for Motorcycle), motorcycle, traffic conflict, conflict rate, conflict severity



PENDAHULUAN

Pertumbuhan populasi sepeda motor dewasa ini telah membawa sejumlah fenomena menarik terhadap lalu lintas hampir di setiap ruas-ruas jalan, khususnya ruas-ruas jalan perkotaan. Penumpukan sepeda motor, misalnya, yang memenuhi mulut-mulut persimpangan selama fase merah sangat berpengaruh terhadap kinerja persimpangan. Pada umumnya penumpukan sepeda motor pada mulut persimpangan di kota-kota besar sangat tidak beraturan dan tidak jarang melanggar aturan lalu lintas di persimpangan, seperti melampaui garis henti, menutup pergerakan lalu lintas belok kiri langsung serta menghalangi pergerakan pejalan kaki.



Gambar 1. Situasi persimpangan dengan penumpukan sepeda motor tak beraturan

Mengutip data pelanggaran lalu lintas dari Polwiltabes Bandung, memperlihatkan bahwa pelanggaran marka jalan (51%) yang mencakup pelanggaran marka garis henti merupakan jenis pelanggaran lalu lintas tertinggi di wilayah Polwiltabes Bandung dalam lima tahun terakhir (2002-2006). Pelanggaran lalu-lintas ini dinilai memiliki dampak terhadap konflik lalu lintas yang pada akhirnya sangat berpotensi menimbulkan kecelakaan lalu lintas. Selain terhadap kecelakaan, dampak lainnya yang sangat dirasakan langsung oleh masyarakat adalah terjadinya kemacetan panjang yang diakibatkan oleh tundaan akibat pengaruh konflik lalu lintas.

Mencermati kondisi riil di lapangan, di mana dampak pertumbuhan sepeda motor terhadap kondisi lalu lintas, dinilai perlu untuk mengkaji pengaruh pertumbuhan sepeda motor

tersebut terhadap lalu lintas, pada ruas-ruas jalan arteri kota dan persimpangan bersinyal di perkotaan. Makalah ini lebih lanjut memaparkan hasil kajian terhadap penerapan RHK (Ruang Henti Khusus Sepeda Motor) atau *ESSM (Exclusive Stopping Spaces for Motorcycles)* sebagai fasilitas berhenti khusus untuk sepeda motor di persimpangan bersinyal selama fase merah.

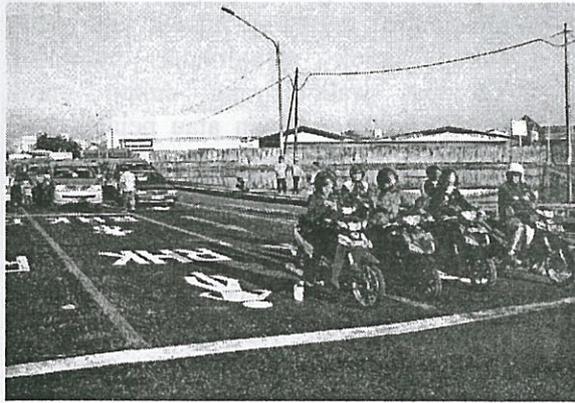
KAJIAN PUSTAKA

Ruang Henti Khusus Sepeda Motor

Ruang Henti Khusus (RHK) sepeda motor pada persimpangan (Idris, 2007) merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah penumpukan sepeda motor pada persimpangan bersinyal. RHK sepeda motor didisain untuk fasilitas ruang berhenti sepeda motor selama fase merah yang ditempatkan di antara garis henti paling depan dengan garis henti untuk antrian kendaraan bermotor roda empat. RHK dibatasi oleh garis henti untuk sepeda motor dan marka garis henti untuk kendaraan bermotor roda empat lainnya. Kedua marka garis henti ditempatkan secara berurutan dan dipisahkan oleh suatu ruang dengan jarak tertentu.

Model RHK untuk sepeda motor dikembangkan dari model *Advanced Stop Lines (ASLs)* untuk sepeda, yaitu fasilitas yang diperuntukkan bagi sepeda yang ditempatkan di depan antrian kendaraan bermotor (Wall GT et al, 2003). Di antara kedua garis henti ini, terbentuk suatu area yang dikenal sebagai area *reservoir* yang merupakan area penungguan selama fase merah, yang memungkinkan sepeda motor dapat menunggu di depan kendaraan bermotor lainnya di kaki persimpangan. Model RHK yang dikembangkan dilengkapi dengan lajur pendekat dimaksudkan untuk membantu memudahkan sepeda motor mendekati garis henti di mulut persimpangan. Dengan demikian, RHK berfungsi untuk membantu sepeda motor langsung ke persimpangan dengan mudah dan aman yang memungkinkan sepeda motor dapat bergerak lebih dahulu dari kendaraan roda empat dan membuat persimpangan bersih lebih dahulu. Hal ini akan membuat kendaraan lain lebih mudah bergerak serta dapat mengurangi resiko konflik lalu lintas yang diakibatkan oleh berbagai *manuver* sepeda motor khususnya

manuver sepeda motor yang akan berbelok (belok kanan).



Gambar 2. Model RHK sepeda motor

Konflik Lalu Lintas

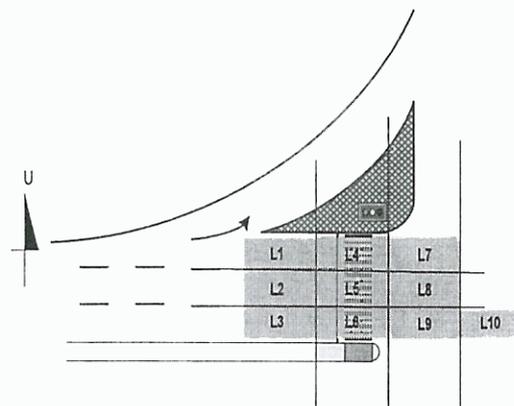
Di dalam terminologi perencanaan transportasi, tundaan, kapasitas, antrian, dan konflik lalu lintas merupakan parameter-parameter yang sering dimanfaatkan untuk menganalisis kinerja lalu lintas baik pada persimpangan maupun pada kaki persimpangan. Makalah ini mencoba melihat dari aspek konflik lalu lintas untuk menilai kemudahan bermanuver serta keselamatan sebagai performansi pergerakan lalu lintas pada persimpangan. Tingkat konflik diestimasi dari jumlah konflik lalu lintas per jumlah lalu lintas yang bergerak pada suatu persimpangan per fase hijau selama periode yang ditetapkan.

Berdasarkan hasil konferensi Internasional di Oslo, menyepakati “konflik lalu lintas merupakan suatu situasi yang menggambarkan di mana dua pengguna jalan atau lebih saling mendekati satu sama lain di dalam ruang dan waktu yang bersamaan sehingga sedemikian rupa berkembang menjadi suatu resiko kecelakaan (tabrakan) jika pergerakan kendaraan-kendaraan tersebut tetap tidak berubah” (Glauz & Migletz, 1980).

Lebih lanjut Glauz & Migletz memodifikasi definisi tersebut menjadi lebih spesifik untuk tujuan penelitian yang dilakukannya. Konflik lalu lintas didefinisikan sebagai kejadian lalu lintas yang melibatkan dua atau lebih pengguna jalan, di mana salah satu pengguna jalan (pengemudi) membuat tipikal tindakan yang tidak biasa, seperti mengubah arah, mengubah kecepatan yang menempatkan pengguna jalan lainnya berada dalam situasi berbahaya

tabrakan kecuali tanpa pergerakan mengelak dilakukan”. Bagulay CJ (1984) menggunakan definisi konflik lalu lintas sebagai situasi ketika seorang pengguna jalan atau lebih yang saling mendekati objek lain pada suatu ruang dan waktu yang bersamaan sedemikian sehingga menyebabkan resiko tabrakan bila pergerakan salah satu atau kedua pergerakan kendaraan tidak dapat diubah, di dalam risetnya yang lebih berorientasi untuk mengidentifikasi keseriusan konflik lalu lintas.

Di dalam berbagai penelitian, konflik lalu lintas menjadi salah satu alat yang dapat dimanfaatkan untuk menganalisis kondisi kecelakaan lalu lintas pada persimpangan. Bahkan data konflik lalu lintas menjadi data suplemen penting yang dapat melengkapi analisis kecelakaan, bila data kecelakaan yang dimiliki tidak cukup memadai. Analisis konflik lalu lintas, oleh berbagai peneliti sering juga dimanfaatkan untuk menganalisis pergerakan atau manuver pergerakan kendaraan pada suatu lokasi rawan kecelakaan. Analisis ini terutama dimanfaatkan untuk memprediksi atau memperkirakan kemungkinan-kemungkinan *manuver* kendaraan yang dapat mendekati suatu kejadian tabrakan. Pada dasarnya konflik lalu lintas pada persimpangan terjadi karena berbagai bentuk pergerakan lalu lintas seperti pergerakan lurus, belok, memotong, jalinan, berpisah, menyatu, dan sebagainya. Ditinjau dari pergerakan kendaraan, secara umum konflik lalu lintas pada persimpangan dimungkinkan dapat terjadi pada beberapa titik konflik. Secara umum konflik yang telah diobservasi pada mulut persimpangan dikonsentrasikan pada titik-titik konflik pada lokasi titik konflik seperti ditunjukkan pada Gambar-3 (Idris, 2007).



Gambar 3. Pengamatan titik konflik (Idris, 2007)

Analisis konflik yang dilakukan lebih difokuskan kepada frekuensi konflik yang terjadi di masing-masing titik konflik pada mulut persimpangan. Analisis konflik yang mencakup konflik sebelum dan sesudah pengimplementasian ruang henti khusus sepeda motor ini akan mengeluarkan intensitas konflik, tipikal konflik, tingkat konflik dan tingkat keparahan konflik pada masing-masing titik konflik. Tingkat konflik (CR_{Li}) pada titik konflik L_i diberikan sebagai perbandingan jumlah konflik pada L_i (F_{Li}) dengan jumlah kendaraan (V) yang masuk ke persimpangan dalam satuan konflik/1000 pergerakan kendaraan (persamaan-1).

$$CR_{Li} = \frac{F_{Li} \times 10^3}{V} \text{ (konflik/1000kendaraan) } \dots (1)$$

Keparahan Konflik

Tingkat keparahan konflik (*severity conflict*) merupakan suatu ukuran seberapa seriusnya suatu konflik lalu lintas yang ditinjau dari tipikal *manuver* kendaraan untuk menghindari suatu tabrakan. Risser R et al (1984) mengklasifikasikan keseriusan konflik atas

konflik ringan dan konflik serius, sebagai berikut:

- 1) Konflik ringan (*slight conflict*); mengontrol rem atau pindah lajur yang cukup untuk menghindari tabrakan. Terdapat waktu yang cukup untuk mengontrol kendaraan atau pejalan kaki secara tidak langsung terlibat dalam konflik lalu lintas.
- 2) Konflik serius (*serious conflict*); mengurangi kecepatan secara cepat atau mengerem secara darurat, melakukan perubahan arah yang keras (*violent*). Waktu untuk melakukan manuver pergerakan terlalu pendek untuk mempertimbangkan kendaraan atau pejalan kaki secara tidak langsung melibatkannya dalam konflik lalu lintas.

Bagulay CJ (1984) mengklasifikasikan tingkat konflik lalu lintas ke dalam 5 (lima) tingkatan (*grade*) seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Kelima tingkatan konflik tersebut masing-masing dinilai dari faktor waktu, tipe tindakan, keseriusan menghindar, dan kedekatan atau jarak. Kriteria penilaian tingkat konflik tersebut diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keparahan dan tingkat konflik

Keparahan / Tingkat Konflik	Penjelasan
Ringan (1)	Mengontrol rem atau pindah lajur untuk menghindari terjadinya tabrakan, tetapi memiliki waktu yang cukup untuk melakukan <i>manuver</i> .
Serius (2)	Mengerem atau berpindah lajur untuk menghindari terjadinya suatu tabrakan dengan waktu yang relatif kurang untuk melakukan <i>manuver</i> dibandingkan dengan konflik ringan atau yang membutuhkan lebih dari satu tindakan (mengerem dan atau mengelak) atau yang membutuhkan tindakan yang lebih keras.
Serius (3)	Melakukan pengurangan kecepatan secara cepat, pindah lajur atau berhenti untuk menghindari terjadinya tabrakan yang menghasilkan suatu situasi yang sangat dekat dengan suatu kejadian tabrakan. Pada kondisi ini tidak cukup banyak waktu untuk mengendalikan <i>manuver</i> yang tetap.
Serius (4)	Melakukan pengereman darurat atau mengelak dengan keras untuk menghindari tabrakan yang menghasilkan suatu situasi yang sangat dekat dengan terjadinya tabrakan, biasanya berakhir dengan tabrakan ringan
Serius (5)	Tindakan darurat yang diikuti dengan tabrakan

Sumber: Bagulay CJ (1984)

Uji Kecukupan Data

Untuk mengawali setiap kajian RHK diperlukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Uji kecukupan data dimaksudkan untuk mengukur jumlah sampel data yang dibutuhkan untuk analisis data konflik lalu lintas sebagai data utama dari studi ini. Teknik pengujian yang dilakukan didasarkan atas asumsi bahwa tingkat konflik lalu lintas yang ditentukan dari total kejadian konflik persatuan jumlah lalu lintas. Rumus yang digunakan adalah:

$$NV = \frac{p \times q \times t^2}{PP^2} \dots\dots\dots(2)$$

keterangan :

- NV* : jumlah kendaraan (kendaraan yang diobservasi)
- t* : konstanta tingkat kepercayaan
- p* : ekspektasi proporsi kendaraan yang terlibat konflik
- q* : ekspektasi proporsi kendaraan yang tidak terlibat konflik
- PP* : estimasi kesalahan proporsi dari kendaraan yang terlibat konflik

Ekspektasi proporsi kendaraan yang terlibat konflik dan yang tidak terlibat konflik tidak bisa ditentukan, sehingga nilai p dan q diasumsikan 0,5. Sedangkan estimasi kesalahan proporsi diasumsikan 0,01 dan nilai t yang bersesuaian.

Uji Keseragaman Data

Untuk menganalisis data konflik, diperlukan satu tahapan awal untuk menguji keseragaman data-data hasil survei lapangan. Data-data yang telah diuji, antara lain:

- a. Proporsi volume lalu lintas (lurus, belok kanan, dan putar arah) per fase hijau baik sebelum dan sesudah pengimplementasian RHK.
- b. Proporsi komposisi lalu lintas (mobil penumpang, bus kecil, bus besar, truk

ringan, truk besar, dan sepeda motor) per jam sebelum dan sesudah penerapan RHK.

Uji keseragaman data menghipotesakan H_0 (hipotesis nol) bahwa distribusi proporsi kendaraan yang didapatkan sebelum dan sesudah penerapan RHK adalah seragam. Sedangkan hipotesis alternatifnya (H_1) mengasumsikan distribusi proporsi kendaraan tidak seragam.

Untuk kasus data yang membandingkan dua kelompok data independen menggunakan tabel kontingensi 2 x 2 (Tabel 2), perhitungan nilai χ^2_{hitung} dilakukan menggunakan rumus-3 berikut:

$$\chi^2 = \frac{N \left(|AD - BC| - \frac{N}{2} \right)^2}{(A + B) \times (C + D) \times (A + C) \times (B + D)} \dots\dots\dots (3)$$

Tabel 2. Tabel kontingensi 2 x 2

Variabel	Kondisi Lalu Lintas		Total
	X ₁	X ₂	
Sebelum	A	B	A+B
Sesudah	C	D	C+D
Total	A+C	B+C	N

Sedangkan untuk kelompok data yang terdiri dari *n* kondisi (*i* x *j*) seperti ditunjukkan pada Tabel 3, nilai χ^2_{hitung} diperoleh dari perhitungan :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left[\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right] \dots\dots\dots (4)$$

Nilai χ^2_{tabel} untuk $dk=(r-1)(c-1)$ untuk taraf kesalahan $\alpha=0,05$. Untuk setiap nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{tabel}$ menggambarkan bahwa hipotesa menerima H_0 dan menolak H_1 yang mengasumsikan bahwa proporsi kendaraan tidak berbeda secara signifikan untuk taraf kesalahan 5%.

Tabel 3. Tabel kontingensi i x j

Variabel		Kondisi-1	Kondisi-2	...	Kondisi-n	Total
Sebelum	O_{ij}	x_1	x_2		x_j	O_x
	E_{ij}	$(K1 * O_{ij}) / O_{(x+y)}$	$(K2 * O_{ij}) / O_{(x+y)}$...	$(Kj * O_{ij}) / O_{(x+y)}$	
Sesudah	O_{ij}	y_1	y_2		y_j	O_y
	E_{ij}	$(K1 * O_{ij}) / O_{(x+y)}$	$(K2 * O_{ij}) / O_{(x+y)}$...	$(Kj * O_{ij}) / O_{(x+y)}$	
Total O_{ij}		$K_1 = x_1 + y_1$	$K_2 = x_2 + y_2$...	$K_j = x_j + y_j$	$O_{(x+y)}$

HIPOTESIS

Sesuai dengan tujuan kajian, hipotesis diarahkan untuk mendapatkan efektivitas model ruang henti khusus sepeda motor tersebut terhadap tingkat konflik lalu lintas dan tingkat keparahan konflik lalu lintas. Rumusan hipotesisnya diberikan sebagai berikut:

H_0 : Tingkat konflik lalu lintas tidak berbeda sebelum dan sesudah RHK

H_1 : Tingkat konflik lalu lintas berbeda sebelum dan sesudah RHK

dan

H_0 : Tingkat keparahan konflik lalu lintas tidak berbeda baik sebelum dan sesudah RHK

H_1 : Tingkat keparahan konflik lalu lintas berbeda sebelum dan sesudah RHK

METODOLOGI

Pendekatan

Sebagaimana konsep pergerakan lalu lintas pada suatu ruas yang dikembangkan dari prinsip pergerakan fluida, karakteristik pergerakan sepeda motor di persimpangan juga dikembangkan dari prinsip yang sama. Secara teori, konsep aliran lalu lintas pada persimpangan sering dianalogikan sebagai suatu aliran fluida yang bergerak dari satu pipa ke pipa lainnya. Setiap mulut pendekat persimpangan diasumsikan sebagai suatu pintu air (*sluice*) yang akan mengalirkan lalu lintas dari suatu kaki persimpangan ke kaki-kaki persimpangan lainnya secara lancar. Dengan asumsi ini persimpangan dipandang sebagai suatu simpul perpindahan pergerakan lalu lintas dari satu ruas ke ruas lain harus didisain

sedemikian rupa agar pergerakan yang terbentuk dapat berjalan dengan lancar. Oleh karena itu persimpangan dan kaki persimpangan juga harus didisain sesuai kebutuhan pergerakan agar aliran lalu lintas dari satu ruas ke ruas lain dapat terdistribusi secara proporsional. Kemampuan persimpangan atau kaki persimpangan di dalam mengalirkan arus lalu lintas secara maksimal dapat dianggap sebagai kapasitas maksimum persimpangan atau kaki persimpangan.

Terjadinya penumpukan sepeda motor secara tak beraturan serta *manuver* pergerakan sepeda motor tak beraturan diasumsikan sebagai suatu gangguan terhadap pergerakan lalu lintas. Keberadaan sepeda motor pada mulut-mulut persimpangan yang berkelompok selama fase merah cenderung melanggar aturan lalu lintas dengan mengambil posisi hingga melewati garis henti. Kondisi ini pada dasarnya diakibatkan oleh tertutupnya akses sepeda motor mendekati garis henti oleh kendaraan bermotor roda empat, sehingga sepeda motor lebih memilih untuk menempati celah-celah yang dapat dimasuki oleh sepeda motor. Akibatnya, pada detik-detik awal fase lampu hijau, sepeda motor cenderung memaksakan diri masuk lajur lalu lintas dari sebelah kiri dan berusaha saling mendahului keluar dari mulut persimpangan. Kondisi ini sangat berpotensi menimbulkan gangguan terhadap aliran lalu lintas. Oleh karena itu, pengaturan lalu lintas, khususnya sepeda motor pada mulut persimpangan dianggap sebagai suatu pengaturan pada pintu pergerakan lalu lintas.

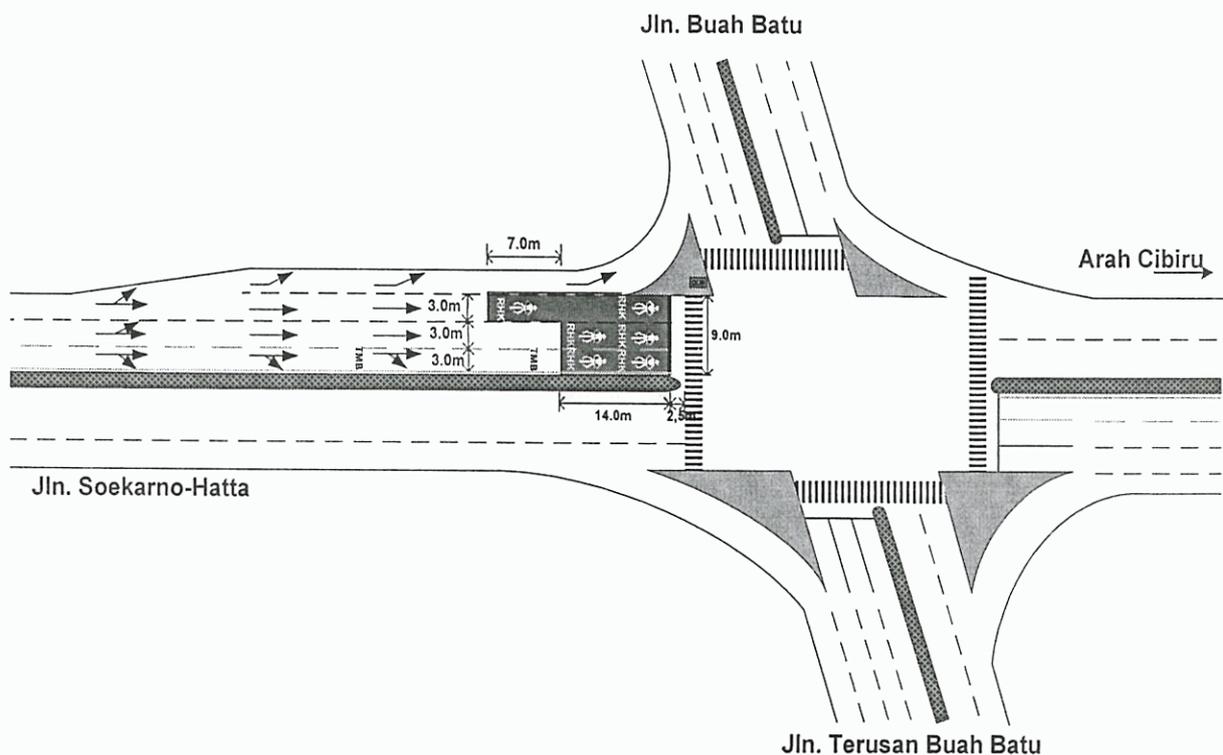
Tingkat gangguan yang digambarkan dengan terkonsentrasinya kendaraan roda empat yang menutupi akses sepeda motor dan penumpukan sepeda motor sangat bergantung kepada jumlah sepeda motor yang menumpuk di mulut persimpangan. Semakin besar pengelompokan sepeda motor tak beraturan di mulut persimpangan, maka semakin tinggi

tingkat gangguan (konflik lalu lintas) yang diakibatkannya terhadap pergerakan lalu lintas. Dengan demikian, hipotesisnya adalah jumlah sepeda motor berada secara tak beraturan, berpengaruh terhadap konflik lalu lintas di persimpangan tersebut. Untuk mengurangi konflik ini, RHK sebagai fasilitas tempat berhenti sepeda motor di persimpangan pada saat fase merah akan memberi kemudahan bagi sepeda motor untuk bergerak terlebih dahulu, sehingga kemungkinan sepeda motor berkonflik dengan kendaraan bermotor roda empat dapat diminimalisir.

Tingkat konflik diestimasi dari jumlah konflik lalu lintas per jumlah lalu lintas yang bergerak pada suatu persimpangan per fase hijau selama periode yang ditetapkan. Guna mendukung penelitian ini diperlukan data volume lalu lintas, data jumlah sepeda motor yang terkonsentrasi pada mulut persimpangan, luas area yang digunakan oleh sepeda motor pada mulut persimpangan, jenis konflik serta intensitas konflik lalu lintas.

Desain RHK Sepeda Motor

Model RHK yang telah diujicobakan pada salah satu lengan persimpangan terpadat di Kota Bandung, kemudian dievaluasi terutama dampaknya terhadap kemudahan serta keselamatan bermanuver melalui pendekatan analisis konflik lalu lintas. Oleh karena itu diperlukan survei dan analisis data konflik sebelum dan sesudah implementasi, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui sejauh mana pengaruh pemanfaatan model tersebut mengurangi konflik lalu lintas. Uji statistik untuk membandingkan kondisi konflik sebelum dan sesudah implementasi RHK telah dilakukan dengan pendekatan *Chi-square test*. Model RHK yang diujicobakan adalah model RHK dengan disain 14 meter dengan pendekat 7 meter, seperti diberikan pada Gambar 4 dengan spesifikasi seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Model ini merupakan model paling optimum untuk salah satu kaki persimpangan yang diobservasi tersebut.



Gambar 4. Model desain RHK 14 meter x 9 meter

Tabel 4. Dimensi disain RHK sepeda motor

No.	Desain RHK	Panjang	Lebar
1	RHK	14,00 m	9,00 m
2	Lajur pendekat pada sisi dekat	7,00 m	3,00 m
3	Lajur lalu lintas		3,00 m
4	Lajur belok kiri langsung		3,00 m
5	Marka garis henti R-2	9,00 m	0,30 m
6	Marka garis henti R-4	3,00 m dan 6,00 m	0,30 m

Pengumpulan Data

Data utama yang dibutuhkan adalah data konflik lalu lintas. Untuk mengukur tingkat konflik lalu lintas diperlukan data volume lalu lintas. Pengumpulan data konflik dan volume lalu lintas dilakukan menggunakan video kamera dengan cara merekam per fase merah dan hijau pada waktu padat pagi dan sore. Di samping data konflik dan volume lalu lintas juga telah dilakukan perhitungan terhadap penumpukan sepeda motor di persimpangan yang dilakukan secara manual.

Uji Kecukupan dan Keseragaman Data

Untuk mengawali kajian RHK diperlukan uji kecukupan data dan uji keseragaman data. Uji kecukupan data yang dilakukan adalah terhadap jumlah sampel data konflik, sedangkan untuk uji keseragaman data dilakukan terhadap porsi pergerakan lalu lintas lalu lintas dan komposisi lalu lintas baik sebelum dan sesudah penerapan RHK pada lokasi yang diobservasi.

Analisis Tingkat Konflik Lalu Lintas

Analisis konflik yang dilakukan lebih difokuskan kepada frekuensi konflik yang terjadi di masing-masing titik konflik pada mulut persimpangan. Analisis konflik yang mencakup konflik sebelum (14 Juni 2007) dan sesudah penerapan (19 Juli 2007) RHK sepeda motor ini akan mengeluarkan tingkat konflik dan tingkat keparahan konflik pada masing-masing titik konflik. Sehingga dengan mengenali tingkat konflik dan tingkat keparahan konflik lebih membantu di dalam upaya meminimumkan konflik pada mulut persimpangan.

HASIL DAN ANALISIS

Uji kecukupan data

Sebagaimana survei yang dilakukan, pengambilan data konflik dilakukan pada waktu puncak pagi dan pada waktu puncak sore masing-masing diperoleh 33 (pagi) dan 34 (sore) periode per fase hijau sampel data. Jumlah kendaraan yang tercatat dalam dua selang waktu tersebut masing-masing tercatat 6906 kendaraan pada waktu padat dan 8229 kendaraan pada waktu padat sore, dengan total kendaraan 15135 kendaraan. Dengan asumsi aktual konflik lalu lintas sebesar 10% di mana p dan q diasumsikan masing-masing 0,5 serta estimasi kesalahan proporsi yang dipilih adalah 0,01, maka nilai t yang bersesuaian dengan tingkat kepercayaannya diperoleh sebagai berikut:

$$t^2 = \frac{NV \times PP^2}{p \times q} = \frac{15135 \times 0,0001}{0,5 \times 0,5} = 6,054$$

$$t = 2,460$$

Tingkat kepercayaan yang bersesuaian dengan nilai $t = 2,460 > 2,00$ adalah 95,5%. Dengan demikian, jumlah sampel kendaraan yang diobservasi yang mencapai 15135 dinilai cukup memadai untuk tingkat kepercayaan 95,5%.

Uji Keseragaman Data

Berdasarkan hasil perhitungan lalu lintas di persimpangan untuk satu kaki memperlihatkan komposisi kendaraan sebelum dan sesudah RHK pada waktu padat pagi, di mana terjadi kenaikan volume lalu lintas sekitar 11,92%.

Kenaikan ini lebih ditunjukkan oleh kenaikan jenis kendaraan, sepeda motor (5,60%), mobil penumpang umum (19,70%), pick-up (34,02%), dan bus (40,91%), sedangkan truk mengalami penurunan (-1,63%). Tabel 5 selanjutnya memperlihatkan perhitungan nilai χ^2_{hitung} untuk menguji keseragaman data lalu lintas sebelum dan sesudah penerapan RHK khususnya untuk *peak time* pagi.

Berdasarkan Tabel 5 nilai χ^2_{hitung} diperoleh :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left[\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right] = 0,47$$

Hasil χ^2_{tabel} untuk $dk=(r-1)(c-1)=(2-1)(5-1)=4$ untuk taraf kesalahan $\alpha=0,05$ diperoleh 9,49, sedangkan nilai $\chi^2_{hitung}=0,47$. Membandingkan nilai kedua χ^2_{hitung} dan χ^2_{tabel} , ditunjukkan bahwa nilai $\chi^2_{hitung} (0,47) < \chi^2_{tabel} (9,49)$. Hasil ini menggambarkan bahwa hipotesa menerima H_0 dan menolak H_1 yang mengasumsikan bahwa komposisi kendaraan tidak berbeda secara signifikan untuk taraf kesalahan $\alpha = 0,05$.

Untuk waktu padat sore, data volume lalu lintas sebelum dan sesudah implementasi RHK memperlihatkan kenaikan volume lalu lintas sekitar 12,31%. Kenaikan ini lebih dikontribusi oleh kenaikan jenis kendaraan: sepeda motor (9,33%), mobil penumpang umum (9,16%), pick-Up (4,85%), bus (23,33%), dan truk

(176,67%). Hasil perhitungan nilai χ^2_{tabel} untuk $dk=(r-1)(c-1)=(2-1)(5-1)=4$ untuk taraf kesalahan $\alpha=0,05$ diperoleh 9,49, sedangkan nilai χ^2_{hitung} berdasarkan Tabel 6 diperoleh 0,02.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \left[\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} \right] = 0,02$$

Berdasarkan nilai kedua χ^2_{hitung} dan χ^2_{tabel} diperoleh bahwa $\chi^2_{hitung} (0,02) < \chi^2_{tabel} (9,49)$. Hasil ini menggambarkan bahwa hipotesa menerima H_0 dan menolak H_1 yang mengasumsikan bahwa komposisi kendaraan pada waktu padat sore juga tidak berbeda secara signifikan untuk taraf kesalahan $\alpha=0,05$. Dengan demikian, kedua kelompok data lalu lintas baik pada waktu padat pagi dan sore sebelum dan sesudah RHK memiliki keseragaman, sehingga memenuhi persyaratan untuk melakukan analisis lebih lanjut.

Analisis Konflik Lalu Lintas Sebelum dan Sesudah Penerapan RHK

Analisis konflik lalu lintas sebelum dan sesudah RHK difokuskan kepada analisis tingkat konflik dan tingkat keparahan konflik sebelum implementasi RHK dan sesudah penerapan RHK. Untuk tujuan analisis tersebut, periode pengambilan sampel harus sama baik sebelum dan sesudah penerapan RHK.

Tabel 5. Uji keseragaman proporsi komposisi lalu lintas pada periode waktu puncak pagi

Penerapan RHK		SM	MPn	Pick-up	Bus	Truk	Total
Sebelum	O_{ij}	57,3	29,2	4,3	1,9	7,4	100
	E_{ij}	56,1	30,4	4,7	2,1	6,6	
Sesudah	O_{ij}	54,9	31,6	5,2	2,4	5,9	100
	E_{ij}	56,1	30,4	4,7	2,1	6,6	
Total O_{ij}		112,2	60,8	9,4	4,3	13,2	100

Tabel 6. Uji keseragaman proporsi komposisi lalu lintas pada periode waktu puncak sore

Penerapan RHK		SM	MPn	Pick-up	Bus	Truk	Total
Sebelum	O_{ij}	51,5	34,6	6,2	2,2	5,5	100
	E_{ij}	51,4	34,6	6,1	2,3	5,6	
Sesudah	O_{ij}	51,4	34,5	6,0	2,5	5,6	100
	E_{ij}	51,4	34,6	6,1	2,3	5,6	
Total O_{ij}		102,9	69,1	12,2	4,7	11,1	200

Analisis Tingkat Konflik Lalu Lintas

Analisis konflik lalu lintas pada persimpangan mencakup total konflik yang terjadi baik di pendekatan maupun di tengah persimpangan mulai dari lokasi konflik L1 hingga L10. Analisis konflik lalu lintas yang dilakukan untuk RHK dikonsentrasikan untuk mengetahui perubahan tingkat konflik sebelum dan sesudah penerapan RHK. Tabel 7 memperlihatkan data tingkat konflik lalu lintas dalam satuan konflik per 1000 mobil penumpang sebelum dan sesudah RHK. Dari tabel ditunjukkan adanya penurunan konflik lalu lintas (-81%) untuk waktu puncak pagi dari 133,39 konflik /1000 kendaraan (smp) menjadi 24,68 konflik/1000 kendaraan (smp). Untuk waktu puncak sore juga terjadi penurunan konflik (-78%) dari 111,10 konflik/1000 kendaraan (smp) menjadi 24,10 konflik/1000 kendaraan (smp).

Tabel 7. Tingkat konflik lalu lintas

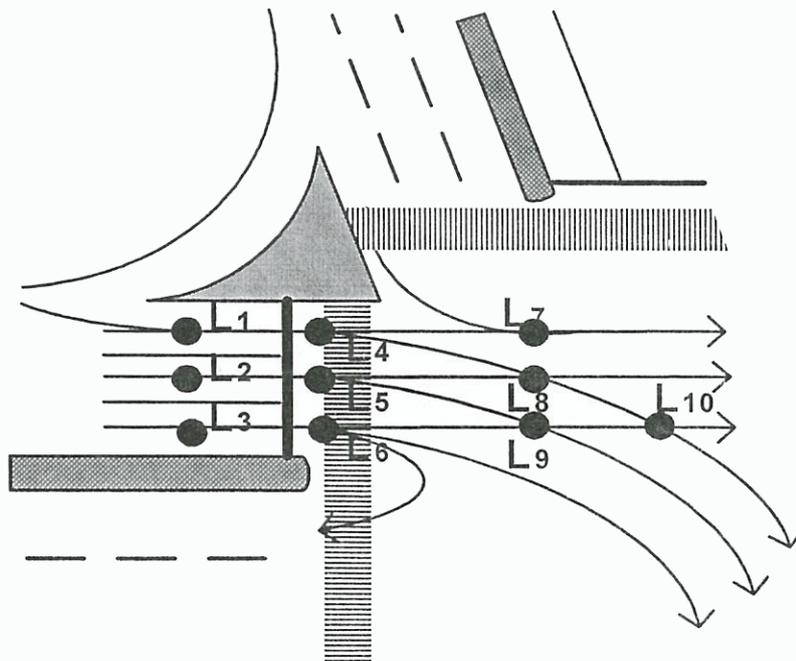
Tingkat Konflik (Konflik/1000smp)	Waktu Padat:	
	Pagi	Sore
Sebelum RHK	133,39	111,10
Sesudah RHK	24,68	24,10

Analisis Tingkat Konflik Lalu Lintas di RHK

Tabel 8 memperlihatkan tingkat konflik masing-masing untuk lokasi L1 s.d L6 yang berada pada reservoir area atau pada RHK dan lokasi L7 s.d L10 di depan reservoir area atau di depan RHK. Dari tabel tersebut ditunjukkan bahwa penumpukan konflik lalu lintas pada waktu puncak pagi juga cenderung terjadi pada area L1 s.d L6 sebelum dan sesudah penerapan RHK masing-masing 107,74 konflik/1000smp (80,77%) dan 24,18 konflik/1000smp (97,96%). Sedangkan untuk lokasi L7 s.d L10 sebelum dan sesudah penerapan RHK masing-masing 25,65 konflik/1000smp (19,23%) menjadi 0,50 konflik/1000smp (2,04%).

Tabel 8. Tingkat konflik pada lokasi di RHK dan depan RHK

Tingkat Konflik (Konflik/1000smp)	Jam Padat Pagi		Jam Padat Sore	
	L1 - L6	L7 - L10	L1 - L6	L7 - L10
Sebelum RHK	107,74	25,65	84,60	26,50
Sesudah RHK	24,18	0,50	23,67	0,43



Gambar 6. Titik konflik pada mulut persimpangan

Untuk waktu puncak sore konflik juga cenderung terjadi pada area L1 s.d L6 sebelum dan sesudah implementasi RHK masing 84,60 konflik/1000smp (76,15%) dan 23,67 konflik/1000smp (98,21%). Sedangkan untuk waktu puncak sore pada lokasi L7 s.d L10 sebelum dan sesudah penerapan RHK masing-masing 26,50 konflik/1000smp (23,85%) dan 0,43 konflik/1000smp (1,79%).

Fakta ini memperlihatkan bahwa terjadi penurunan yang cukup besar pada lokasi L7 s.d L10 sebelum dan sesudah implementasi RHK sebesar 97,60% dari 25,65 konflik/1000smp menjadi 0,62 konflik/1000smp untuk waktu puncak pagi. Demikian juga yang terjadi pada waktu puncak sore yaitu 98,37% dari 26,50 konflik/1000smp dan 0,43 konflik/1000smp. Hal ini menggambarkan bahwa konflik pada lokasi L7 s/d L10 berkurang hampir mendekati nol setelah adanya RHK. Dengan perkataan lain bahwa RHK memberi pengaruh yang sangat besar terhadap penurunan konflik hingga 97,6% (pagi) dan 98,37% (sore) pada area di tengah persimpangan.

Keparahan Konflik

Tabel 9 memperlihatkan data tingkat keparahan konflik lalu lintas sebelum dan sesudah penerapan RHK yang diberikan dalam grade konflik. Tingkat keparahan konflik sebelum implementasi adalah 1,83 (pagi) dan 1,96 (sore) yang masih masuk ke dalam kategori konflik ringan. Sedangkan tingkat keparahan konflik setelah penerapan RHK adalah 1,43 (pagi) dan 1,38 (sore) juga termasuk dalam kategori konflik ringan. Tingkat keparahan konflik pada waktu puncak pagi mengalami penurunan (-21,86%) dari 1,83 menjadi 1,43. Sedangkan tingkat keparahan konflik pada waktu puncak sore juga menurun (-29,59%) dari 1,96 menjadi 1,38.

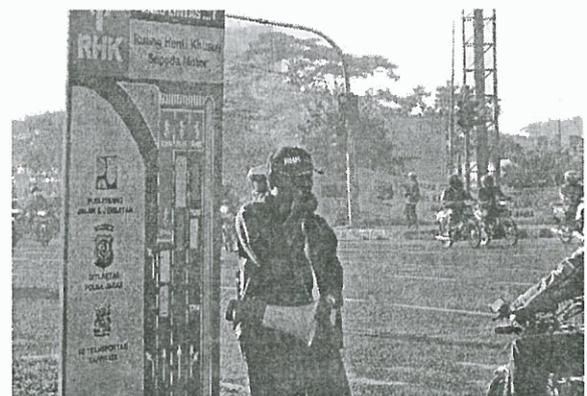
Tabel 9. Tingkat keparahan konflik

Grade Konflik	Waktu Padat	
	Pagi	Sore
Sebelum RHK	1,83	1,96
Sesudah RHK	1,43	1,38

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis tingkat konflik lalu lintas terjadi penurunan konflik lalu lintas dari kondisi tanpa RHK (14 Juni 2007) sepeda motor ke kondisi setelah adanya RHK sepeda motor khususnya pada ujicoba pada tanggal 19 Juli 2007. Model RHK yang diterapkan masih belum dilengkapi dengan pemanfaatan cat berwarna untuk permukaan jalan pada lokasi RHK, sehingga pengaruhnya diperkirakan masih belum maksimal. Secara keseluruhan, penurunan tingkat konflik lalu lintas akibat pengaruh RHK terhadap konflik masing-masing sebesar -81% (pagi) dan -78% (sore).

Dari fakta tersebut, tampak terjadinya penurunan konflik lalu lintas dari kondisi sebelum penerapan RHK sesudah penerapan RHK. Pada awalnya RHK sepeda motor yang diimplementasikan pada tanggal 4 Juli 2007 dan termuat di media surat kabar Harian Pikiran Rakyat secara tidak langsung menjadi bagian dari sosialisasi RHK tersebut. Model sosialisasi lainnya yang diterapkan antara lain melalui selebaran atau leaflet lebih dari 17500 eksemplar serta sosialisasi penjelasan langsung melalui alat pengeras suara di pinggir jalan serta bantuan pengaturan Kepolisian diperkirakan sangat mempengaruhi penurunan konflik lalu lintas pada lokasi studi. Diperkirakan dengan melalui sosialisasi tersebut, pemahaman serta persepsi mengenai pentingnya RHK sepeda motor bagi para pengguna jalan semakin meningkat.



Gambar 7. Model sosialisasi RHK - orasi



Gambar 8. Kondisi setelah penerapan RHK

Secara keseluruhan hasil RHK pada persimpangan bersinyal menunjukkan bahwa selain terjadi penurunan konflik lalu lintas juga terjadi peningkatan arus lalu lintas. Hasil inipun memberikan dampak lain berupa kerapihan pada persimpangan, karena sepeda motor berada di depan lebih rapih dan teratur seperti terlihat pada Gambar-8.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa kesimpulan dari kajian penerapan RHK pada persimpangan bersinyal antara lain:

- a) Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada komposisi arus lalu lintas antara kondisi sebelum dan sesudah implementasi RHK. Akan tetapi, jumlah lalu lintas yang melewati persimpangan meningkat, baik pada waktu puncak pagi dan sore masing-masing sebesar 11,92% dan 12,31%.
- b) Tingkat konflik menurun secara signifikan dari 133,39 konflik/1000 kend.mp menjadi 24,68 konflik/1000 kend.mp untuk waktu puncak pagi, dan dari 111,10 konflik/1000 kend.mp menjadi 24,10 konflik/1000 kend.mp untuk waktu puncak sore.
- c) Tingkat keparahan konflik juga menurun dari 1,83 menjadi 1,43 pada waktu puncak pagi dan dari 1,96 menjadi 1,38 pada waktu puncak sore.

Saran

- a) Untuk mengetahui efektifitas RHK di berbagai persimpangan disarankan untuk melakukan kajian yang lebih komprehensif

terhadap pemanfaatan RHK sepeda motor melalui ujicoba skala penuh khususnya lokasi-lokasi persimpangan dengan permasalahan sepeda motor,

- b) Pemanfaatan marka serta warna khusus di RHK dan lambang sepeda motor pada RHK perlu dilakukan untuk meningkatkan perhatian pengguna jalan terhadap keberadaan RHK tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagulay CJ. 1984, *The British Traffic Conflict Studies, Proceedings of The NATO Advanced Research Workshop on International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques* Copenhagen: The Nato Advanced Research.
- Glauz WD & Migletz DJ. 1980. *Application of Traffic Conflict Analysis at Intersection*, Washington, DC : Transportation Research Board, National Research Council.
- Idris, Muhammad. 2007. *Pengaruh Ruang Henti Khusus Sepeda Motor Terhadap Konflik Lalu Lintas Pada Satu Persimpangan Bersinyal Di Bandung*; Thesis S2 Program Studi Transportasi – SAPPK, Bandung: ITB
- Idris, Muhammad. 2007. *Pengembangan Pedoman Lajur Sepeda Motor pada Persimpangan Bersinyal Perkotaan*; Laporan Penelitian T.A 2007, Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum
- Migletz J & Glauz WD. 1987. *The Traffic Conflict Technique of The United States of America, Proceedings of The NATO Advanced Research Workshop on International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques*, Copenhagen: The Nato Advanced Research.
- Risser R & Schutzenhofer. 1984. *Application of Traffic Conflict Technique in Austria, Proceedings of The NATO Advanced Research Workshop on International Calibration Study of Traffic Conflict Techniques*. Copenhagen: The Nato Advanced Research.
- Wall GT, Davies DG & Crabtree M. 2003. *Capacity Implications of Advanced Stop Lines for Cyclist*, TRL Report TRL 585. London : Transport Research Laboratory.