

ANALISIS TINGKAT KESELAMATAN PENYEBERANG MENGUNAKAN *PEDESTRIAN RISK INDEX* (PRI) (STUDI KASUS PADA SISWA PENYEBERANG DI SMPN 4 SUKOHARJO)

Naomi Srie Kusumastutie

Jurusan Manajemen Keselamatan Transportasi Jalan
Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan
Jalan Semeru No 3 Tegal
Telp. (0283) 351061
naomisrie@yahoo.com

Siti Malkamah

Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Jalan Grafika No 2 Yogyakarta
Telp. (0274) 631179
s.malkamah@mstt.ugm.ac.id

Abstract

The effectiveness of traffic conflict has been already proven in preventively improving safety. Therefore, the aimed of this study was to analyze pedestrian safety based on the pedestrian risk level stated by Pedestrian Risk Index (PRI). Case study was conducted on student pedestrians in SMPN 4 Sukoharjo. The recording of pedestrian crossing was made to get the traffic conflict data. Furthermore, the data was analyzed to obtain the value of Pedestrian Risk Index (PRI). The result of the data analysis showed that there were no differences of the value of PRI based on crossing location and time. However, there was difference of the value of PRI based on the kind of crossing, where individual crossing had higher value of PRI than group crossings. It concluded that group crossings had higher level of safety than individual crossings.

Keywords: *level of safety, pedestrian, traffic conflict, Pedestrian Risk Index (PRI)*

Abstrak

Konflik lalu lintas telah terbukti efektif dalam meningkatkan keselamatan secara preventif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat keselamatan penyeberang jalan berdasarkan tingkat risiko yang dinyatakan dengan *Pedestrian Risk Index* (PRI). Studi kasus dilakukan terhadap siswa pejalan kaki di SMPN 4 Sukoharjo. Data dalam penelitian ini berupa data konflik lalu lintas yang didapatkan dari analisa hasil perekaman penyeberangan. Data dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI). Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan nilai PRI berdasarkan lokasi dan waktu penyeberangan. Namun terdapat perbedaan nilai PRI berdasarkan jenis penyeberangan, yaitu penyeberangan tunggal memiliki nilai PRI lebih tinggi daripada penyeberangan berkelompok. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penyeberangan berkelompok memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan tunggal.

Kata kunci: *tingkat keselamatan, pejalan kaki, konflik lalu lintas, Pedestrian Risk Index (PRI)*

PENDAHULUAN

Pejalan kaki adalah pengguna jalan yang paling rentan. Apabila terlibat dalam kecelakaan, risiko fatalitas yang mereka hadapi lebih besar dibandingkan dengan pengguna jalan yang lain (Shinar, 2007). Tubuh pejalan kaki yang tidak terlindungi memungkinkan terjadinya kontak langsung dengan kendaraan yang menabraknya. Disamping itu, ukuran maupun berat tubuh mereka yang lebih kecil menjadikan mereka sebagai pihak yang lebih dirugikan ketika terlibat dalam kecelakaan.

Studi ini bermaksud untuk meneliti tingkat keselamatan pejalan kaki dalam kaitannya dengan perilaku menyeberang. Perilaku menyeberang diangkat dalam penelitian ini dikarenakan saat menyeberang merupakan kondisi yang paling kritis bagi pejalan kaki.

Indikator yang biasa digunakan untuk menentukan keselamatan jalan adalah angka kecelakaan berikut tingkat keparahannya. Pendekatan ini disebut sebagai pendekatan yang reaktif, yaitu ketika jumlah kecelakaan yang cukup signifikan harus dicatat terlebih dahulu sebelum masalah keselamatan dapat diidentifikasi dan upaya penanganannya dilakukan (Muhlrad, 1993). Pendekatan ini dinilai memiliki kekurangan dikarenakan kecelakaan merupakan kejadian yang jarang terjadi. Disamping itu catatan dari kepolisian, dinas perhubungan maupun rumah sakit belumlah mewakili jumlah kecelakaan yang sebenarnya terjadi.

Dibutuhkan indikator lain yang dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap mengenai tingkat keselamatan jalan. Diharapkan indikator ini juga dapat mendeteksi sedini mungkin terjadinya kecelakaan, sehingga kecelakaan dapat dihindari. Salah satu indikator yang dapat digunakan adalah pengukuran konflik lalu lintas (Muhlrad, 1993; Cafiso dkk, 2011).

Konflik lalu lintas merupakan suatu peristiwa lalu lintas yang melibatkan interaksi dua atau lebih pengguna jalan yang saling mendekati satu sama lain dalam ruang dan waktu yang sama (Heyden dalam Malkamah, 2000). Kejadian ini dapat berkembang menjadi kecelakaan jika pergerakan salah satu atau kedua pengguna tidak berubah. Perubahan pergerakan ini dapat berupa pengelakan, percepatan, maupun pengereman, sehingga kecelakaan dapat dihindarkan.

Terdapat banyak metode konflik lalu lintas, diantaranya adalah *Time to Zebra* (TTZ), *Time to Collision* (TTC), *Post Encroachment Time* (PET), *Deceleration to Safety Time* (DST) (dalam Cafiso dkk, 2011) dan *Swedish Traffic Conflict Technique* (Ho, 2004; Muhlrad, 1993; Malkamah, 2002). Penelitian ini menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) untuk mengukur konflik lalu lintas sekaligus menghubungkannya dengan tingkat risiko (Cafiso dkk, 2011).

Cafiso dkk (2011) membagi konflik lalu lintas dalam tiga fase, yaitu:

1. Fase terlewati (*passing phase*). Pada fase ini jarak kendaraan sudah sangat dekat dengan lokasi penyeberangan, sehingga kendaraan sudah akan meninggalkan area konflik sebelum pejalan kaki sampai pada area tersebut.
2. Fase berhenti (*stopping phase*). Pada fase ini jarak kendaraan masih sangat jauh dengan lokasi penyeberangan dan kecepatannya memungkinkan untuk berhenti dengan aman sebelum sampai di area konflik.
3. Fase konflik (*conflict phase*). Pada fase ini jarak dan kecepatan kendaraan maupun pejalan kaki dapat mengakibatkan tabrakan jika tidak dilakukan upaya pengelakan.

Dalam pengukuran konflik lalu lintas dan tingkat risikonya dengan PRI perlu ditentukan beberapa nilai sebagai berikut (Cafiso dkk, 2011):

1. TTC_v (*Time to Collision of Vehicle*), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TTC_{i(v)} = \frac{D_{yi(v)}}{V_{i(v)}} \quad (1)$$

Keterangan:

$TTC_{i(v)}$ (det) : waktu yang digunakan oleh kendaraan untuk mencapai lokasi penyeberangan pada waktu ke-i.

$D_{yi(v)}$ (m) : jarak antara kendaraan dan lokasi penyeberangan pada waktu ke-i.

$V_{i(v)}$ (m) : kecepatan kendaraan pada waktu ke-i.

2. $TTC_{i(p)}$ (*Time to Collision of pedestrian*), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TTC_{i(p)} = \frac{D_{xi(v)} - D_{xi(p)}}{V_p} \quad (2)$$

Keterangan:

$TTC_{i(p)}$ (det) : waktu yang digunakan oleh pejalan kaki untuk mencapai area konflik pada waktu ke-i.

$D_{xi(v)}$ (m) : jarak kendaraan dengan tepi jalan pada waktu ke-i.

$D_{xi(p)}$ (m) : jarak kendaraan dengan tepi jalan pada waktu ke-i.

V_p (m/det) : kecepatan pejalan kaki.

3. *Vehicle time to stopping* (T_s), yang dihitung dengan rumus:

$$T_{si} = T_r - \frac{V_{i(v)}}{a_b} \quad (3)$$

Keterangan:

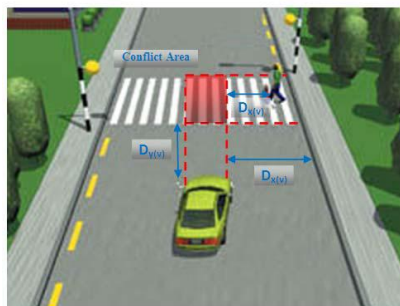
T_{si} (det) : waktu henti pada waktu ke- i.

T_r (det) : waktu reaksi pengemudi.

V_i (m/det) : kecepatan kendaraan pada waktu ke-i.

a_b (m/det) : perlambatan pengereman.

Gambar 1 menyajikan ketiga parameter konflik lalu lintas tersebut.

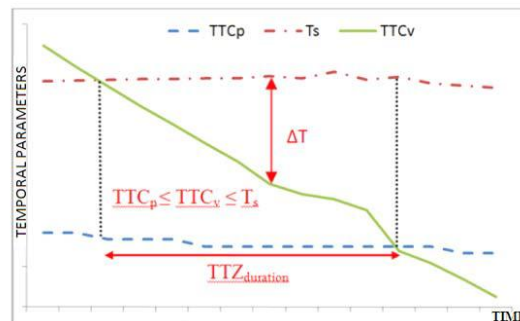


Gambar 1. Parameter dalam konflik lalu lintas (Cafiso dkk, 2011)

Selanjutnya ketiga parameter ini digunakan untuk menjelaskan tiga fase dalam konflik yang disebutkan di atas, sebagai berikut (Cafiso dkk, 2011):

1. Pada saat $TTC_v > T_s$ berarti kendaraan dapat berhenti sebelum area konflik.
2. Pada saat $TTC_v < TTC_p$ berarti pejalan kaki sampai di area konflik setelah kendaraan lewat.
3. Pada saat $TTC_v < T_s$ berarti kendaraan tidak dapat berhenti sebelum mencapai area konflik.
4. Pada saat $TTC_p < TTC_v$ berarti pejalan kaki terlibat konflik dengan kendaraan.

Fase konflik didefinisikan sebagai $TTZ_{duration}$ (*Time To Zebra duration*) dalam interval $TTC_p < TTC_v < T_s$ (Gambar 2).



Gambar 2. Fase konflik (Cafiso dkk, 2011)

Untuk dapat menentukan tingkat risiko, dalam hal ini adalah nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI), maka dibutuhkan satu parameter lagi yaitu V_{impact} . V_{impact} dihitung dengan rumus (Cafiso dkk, 2011):

$$V_{impact} = \sqrt{v_v^2 - 2 \cdot a_b \cdot (D_y - V_v \cdot T_r)} \quad (4)$$

Keterangan:

- V_{impact} (m/det) : kecepatan tabrakan pada waktu ke-i.
- V_v (m/det) : kecepatan awal kendaraan pada waktu i.
- a_b (m/det²) : perlambatan pengereman.
- $D_{y_i(v)}$ (m) : jarak kendaraan dari area konflik.
- T_r (det) : waktu persepsi dan reaksi pengemudi.
- $V_{i(v)} \cdot T_r$ (m) : jarak yang ditempuh selama waktu persepsi dan waktu reaksi.

Dengan demikian *Pedestrian Risk Index* (PRI) dapat dihitung dengan rumus (Cafiso dkk, 2011):

$$PRI = \sum_{TTZ_D} (V_{impact_i}^2 \cdot \Delta T_i) \quad (5)$$

Keterangan:

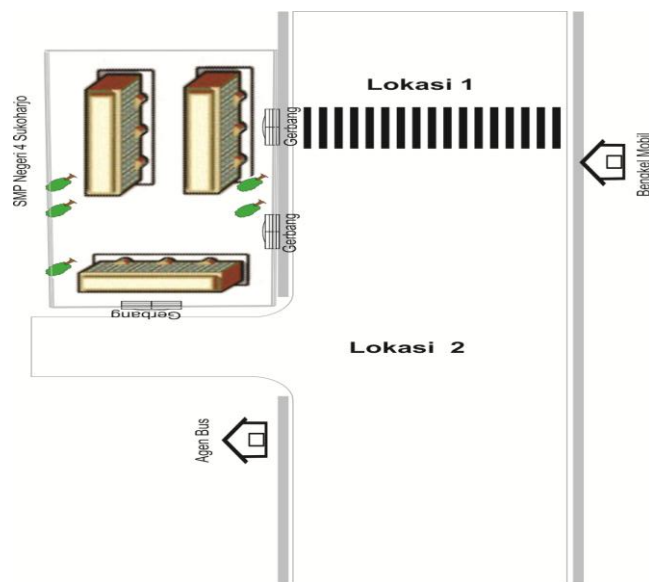
- V_{impact} (m/det) : kecepatan tabrakan pada waktu ke-i.

$\Delta T_{i(\text{det})}$: perbedaan antara TTC_{vi} dan T_{si} .

METODOLOGI

Lokasi penelitian

Lokasi penelitian ini adalah dua titik penyeberangan di Jalan Raya Solo-Wonogiri, yaitu di gerbang depan dan gerbang belakang SMPN 4 Sukoharjo. Jalan Raya Solo-Wonogiri ini merupakan jalan kolektor primer, dengan fungsi jalan III B dan status jalan provinsi. Lokasi ini dipilih sebagai lokasi penelitian dengan pertimbangan volume penyeberang yang tinggi, perilaku penyeberang yang cenderung berisiko, dan banyaknya konflik lalu lintas yang terjadi di lokasi ini. Data-data tersebut diperoleh melalui survei pendahuluan. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Lokasi penelitian

Lokasi 1 merupakan titik penyeberangan di ruas jalan Wonogiri-Solo di depan gerbang utama SMPN 4 Sukoharjo. Pada lokasi 1 ini tidak tersedia tempat pemberhentian kendaraan umum. Hal ini mengakibatkan kendaraan umum berhenti untuk menunggu penumpang di depan gerbang sehingga mengganggu jarak pandang pengguna jalan. Pada waktu siang hari, kerumunan siswa yang akan menyeberang atau sedang menunggu kendaraan umum mengganggu akses kendaraan dari dalam dan luar sekolah. Siswa cenderung menunjukkan perilaku berisiko dengan bercanda ataupun berlari-larian ketika akan menyeberang ataupun sedang menunggu kendaraan umum. Mobil pelanggan bengkel di depan sekolah sering kali parkir didepan gerbang sekolah sehingga juga mengganggu jarak pandang. Selain tidak tersedia rambu-rambu yang memadai, zebra cross yang tersedia pun dalam kondisi yang buruk.

Lokasi 2 merupakan simpang antara Jalan Raya Wonogiri Solo dan jalan lokal. Pada jalan lokal tersebut terdapat gerbang belakang SMPN 4 Sukoharjo. Sepertihalnya pada lokasi 1, pada lokasi 2 ini juga tidak tersedia tempat pemberhentian kendaraan umum. Kendaraan berhenti di dekat mulut simpang atau di depan mulut simpang untuk menunggu ataupun menaikturunkan penumpang. Di dekat simpang terdapat agen bus AKAP jurusan Wonogiri-Jakarta. Seringkali bus yang sedang berhenti di depan. Rambu-rambu maupun zebra cross tidak tersedia di lokasi ini.

Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan menggunakan observasi lapangan, yaitu survei konflik lalu lintas yang melibatkan siswa SMPN 4 yang menyeberang jalan. Untuk mempermudah analisis data dan meningkatkan reliabilitas, maka observasi dilakukan melalui proses perekaman.

Metode analisis data

Langkah-langkah dalam analisis data adalah sebagai berikut:

1. Analisis konflik lalu lintas.
2. Uji reliabilitas hasil pengamatan konflik lalu lintas.
3. Perhitungan nilai PRI.
4. Uji hipotesis perbandingan nilai PRI.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis konflik lalu lintas

Dalam analisis data konflik lalu lintas terlebih dahulu ditentukan nilai *Time to Collision Vehicle* (TTC_v), *Time to Collision Pedestrian* (TTC_p), dan *Vehicle Time to Stopping* (T_s). Nilai-nilai tersebut dihitung menggunakan rumus seperti yang telah disampaikan pada bab sebelumnya. Dengan menggunakan asumsi waktu reaksi 1,5 detik, perlambatan pengereman $4,9 \text{ m/det}^2$ ($f=0,5$; $g=9,81 \text{ m/det}^2$) dan kecepatan pejalan kaki $1,2 \text{ m/det}^2$.

Untuk menentukan durasi fase-fase dalam konflik lalu lintas rekaman dibagi menjadi beberapa *frame*, satu *frame* berlangsung selama satu detik. Analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan Ms Excel. Tabel 1 menyajikan contoh analisis konflik lalu lintas.

Tabel 1. Contoh analisis konflik lalu lintas

No	Kode Rek.	Frame	V (m/dt)	D _{y(v)}	D _{x(v)}	D _{x(p)}	TTC _(v)	TTC _(p)	T _s	Fase
1	s1	00.05	13,9	68	5,3	5,3	4,90	0,00	4,3	<i>Stopping</i>
		00.06	13,9	54	5,3	4,7	3,89	0,50	4,3	<i>Conflict</i>
		00.07	13,9	40	5,3	4,1	2,88	1,00	4,3	<i>Conflict</i>
		00.08	13,9	26	5,3	3,5	1,87	1,50	4,3	<i>Conflict</i>
		00.09	13,9	15	5,3	2,9	1,08	2,00	4,3	<i>Passing</i>
2	s2	Tunggu aman								

Dari contoh tersebut dapat diketahui bahwa penyeberangan dengan kode s1 mengalami fase konflik selama 2 detik yang berlangsung dari *frame* 00.06 sampai dengan 00.08. Penyeberangan dengan kode rekaman s2 tidak mengalami konflik lalu lintas karena penyeberang menunggu lalu lintas aman terlebih dahulu sebelum menyeberang.

Uji reliabilitas konflik lalu lintas

Pengamatan konflik lalu lintas dilakukan oleh dua orang pengamat. Hasil pengamatan dibedakan antara penyeberangan yang dilakukan oleh satu orang penyeberang (penyeberangan tunggal) dan penyeberangan yang dilakukan secara bersama-sama oleh lebih dari satu orang penyeberang (penyeberangan berkelompok). Hasil pengamatan konflik lalu lintas tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan konflik lalu lintas oleh pengamat 1 dan pengamat 2

Lok.	Hari	Waktu	Jumlah Konflik			
			Pengamat 1		Pengamat 2	
			Tunggal	Kelompok	Tunggal	Kelompok
1	1	Pagi	3	3	3	6
	1	Siang	0	0	0	0
	2	Pagi	9	6	7	2
	2	Siang	0	2	0	0
2	1	Pagi	9	4	7	3
	1	Siang	2	3	3	3
	2	Pagi	2	3	2	2
	2	Siang	1	3	1	2
Total			26	24	23	18

Dari uji *chi square* yang dilakukan didapat hasil bahwa χ^2 hitung $(0,04) < \chi^2$ tabel $(5,991)$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan hasil pengamatan jumlah konflik lalu lintas antara kedua pengamat. Dengan demikian hasil pengamatan konflik lalu lintas tersebut dapat dikatakan reliabel. Untuk analisis data selanjutnya, yang digunakan adalah hasil pengamatan oleh pengamat 1.

Sampai dengan tahap ini analisis konflik lalu lintas yang dilakukan tidak memperhitungkan jenis kendaraan. Namun untuk analisis selanjutnya hanya konflik lalu lintas yang melibatkan sepeda motor saja yang dipakai untuk menyeragamkan nilai PRI. Jika dalam satu kejadian terdapat lebih dari satu kendaraan, maka yang digunakan adalah konflik lalu lintas dengan kendaraan yang paling tinggi tingkat risikonya.

Perhitungan nilai PRI

Perhitungan nilai PRI dilakukan dengan rumus yang dikemukakan oleh Cafiso dkk (2011) yang telah disampaikan sebelumnya. Sepertihalnya dalam analisis konflik lalu

lintas, dalam perhitungan PRI ini waktu reaksi yang digunakan adalah 1,5 detik dan perlambatan pengereman 4,9 m/det². Tabel 3 berikut merupakan contoh perhitungan PRI.

Tabel 3. Contoh perhitungan PRI

Konflik lalu lintas 1: kode rekaman s1

Frame	V (m/dt)	Dy _(v)	Dx _(v)	Dx _(p)	TTC _(v)	TTC _(p)	T _s	Fase	V _{impact}	V _{2^{impact}}	Dt	PRI
00.05	13,9	68	5,3	5,3	4,90	0,00	4,3	Stopping				
00.06	13,9	54	5,3	4,7	3,89	0,50	4,3	Conflict	0			
00.07	13,9	40	5,3	4,1	2,88	1,00	4,3	Conflict	2.30	5,06	1,45	7,37
00.08	13,9	26	5,3	3,5	1,87	1,50	4,3	Conflict	11.90	142,26	2,46	350,30
00.09	13,9	15	5,3	2,9	1,08	2,00	4,3	Passing				
											ΣPRI	357,7

Dari contoh tersebut dapat diketahui bahwa konflik lalu lintas yang dialami oleh penyeberangan dengan kode rekaman s1 memiliki nilai PRI sebesar 357,7. Pada frame 00.06 walaupun berada dalam *conflict phase* nilai V_{impact} tidak diperhitungkan karena pengaruh kecepatan sudah tidak lagi signifikan ketika kendaraan sudah mencapai area konflik.

Uji hipotesis

Berdasarkan uji asumsi yang dilakukan data nilai PRI berdistribusi normal (p-value uji Kolmogorof-Smirnov >0,05, sehingga H0 diterima). Sesuai jenis data yang dimiliki tersebut maka pengujian perbandingan nilai PRI dilakukan dengan menggunakan uji t. Pada Tabel 4 berikut disajikan hasil uji perbandingan nilai PRI berdasarkan lokasi, waktu, dan jenis penyeberangan.

Tabel 4. Hasil uji perbandingan nilai PRI

Perbandingan		N	Rata-rata	Standar Deviasi	t-value	p-value
Lokasi	Lokasi 1	6	262,22	144,98	0,450	0,661
	Lokasi 2	7	226,80	138,42		
Waktu	Pagi	8	282,41	144,98	1,355	0,203
	Siang	5	180,32	138,42		
Jenis	Tunggal	6	343,40	89,48	3,315	0,007
	Berkelompok	7	157,21	109,59		

Dari Tabel 5 di atas dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan rata-rata nilai PRI berdasarkan lokasi dan waktu (p>0,05), namun ada perbedaan yang signifikan terhadap nilai rata-rata PRI berdasarkan jenis penyeberangan (p<0,05). Rata-rata nilai PRI pada penyeberangan tunggal lebih tinggi daripada penyeberangan kelompok. Dengan demikian

dapat disimpulkan bahwa berdasarkan nilai PRI penyeberangan berkelompok lebih aman daripada penyeberangan tunggal.

Analisis tingkat keselamatan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan nilai PRI di atas, diketahui bahwa tidak ada perbedaan nilai PRI di lokasi 1 dan lokasi 2 maupun pada penyeberangan pagi hari dan siang hari. Dengan demikian pada penelitian ini tingkat keselamatan penyeberang berdasarkan lokasi penyeberangan maupun waktu penyeberangan relatif sama.

Perbedaan nilai PRI ditemukan pada perbandingan berdasarkan jenis penyeberangan. Nilai PRI pada penyeberangan tunggal lebih tinggi daripada penyeberangan berkelompok. Nilai PRI dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan, yaitu untuk menentukan Δt maupun V_{impact} . Semakin tinggi kecepatan kendaraan akan semakin tinggi pula nilai PRI-nya, karena rentang T_s dan TTC_v akan semakin besar dan V_{impact} juga akan semakin besar. Dengan demikian diduga kecepatan rata-rata kendaraan di kedua lokasi dan di kedua waktu penyeberangan relatif sama.

Pengendara cenderung baru akan mengurangi kecepatan ketika penyeberangan dilakukan secara berkelompok. Penyeberangan yang dilakukan dalam kelompok besar membuat pengendara lebih cepat dan lebih mudah mendeteksi adanya penyeberang jalan. Dengan demikian pengendara cenderung akan menurunkan kecepatan dan memberi kesempatan untuk menyeberang kepada mereka. Sebaliknya, pengendara cenderung mengabaikan adanya penyeberang ketika penyeberangan hanya dilakukan oleh satu orang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI) dipengaruhi oleh jenis penyeberangan. Penyeberangan yang dilakukan secara berkelompok memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan yang dilakukan oleh satu orang penyeberang. Lokasi dan waktu penyeberangan tidak berpengaruh pada tingkat keselamatan penyeberang.

Peningkatan keselamatan penyeberang di lokasi penelitian dapat dilakukan dengan menetapkan lokasi penelitian sebagai Zona Selamat Sekolah (ZoSS). Di lokasi ini hendaknya diterapkan manajemen kecepatan dengan pembatasan kecepatan, pemasangan rambu dan pemasangan alat pengurang kecepatan yang sesuai dengan kondisi lokasi. Selain itu para siswa disarankan untuk menyeberang secara berkelompok dengan dibantu oleh petugas.

Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan pengembangan metode konflik lalu lintas dengan menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) sehingga nilai PRI tidak hanya digunakan untuk membandingkan tingkat risiko antar lokasi namun dapat dimaknai lebih dalam lagi, misalnya untuk memprediksi tingkat kerugian apabila konflik lalu lintas berlanjut pada terjadinya kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Cafiso, S., Garcia Garcia, A., Cavarra ,R., dan Romero Rojas, M.A. 2011. *Before and After Study of Crosswalk using a Pedestrian Risk Index*. (<http://www.aronline.trb.org/12k96v/12k96v>, diakses 16 Juni 2011).
- Ho, Geoffrey. 2004. *Traffic Conflict Technique for Intersection Safety Analysis*. (http://rakan1.jkr.gov.my/csfj/editor/files/File/Dokumentasi/Nota%20Kursus%20dan%20Seminar/Road%20Safety%20Seminar/traffic_conflict.pdf, diakses 16 Juni 2011).
- Malkamah, Siti. 2000. *Action Taken By Pedestrian and Driver to Avoid Accident*. Forum Teknik Nomor 24 Jilid 3 Tahun 2000, hal 371 -381.
- Muhlrad, Nicole. 1993. *Traffic Conflict Techniques and Other Form of Behavioural Analysis: Application to Safety Diagnoses*. (http://www.ictct.org/dlObject.php?document_nr=361&/Muhlrad.pdf, diakses 3 Juni 2011).
- Shinar, David. 2007. *Traffic Safety and Human Behavior*. Amsterdam: Elsevier.