

KAJIAN CELAH YANG DIPERLUKAN UNTUK MENENTUKAN FASILITAS PENYEBERANGAN PEJALAN KAKI (*STUDY ON GAP ACCEPTANCE TO DETERMINE PEDESTRIAN CROSSING FACILITIES*)

Natalia Tanan

Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Jl. A.H. Nasution 264 Bandung 40294
Email: natalia.tanan@pusjatan.pu.go.id
Diterima: 11 Juni 2012; Disetujui: 06 Agustus 2012

ABSTRAK

Perencanaan penyeberangan memerlukan data kemampuan pejalan kaki dalam menyeberang. Pengambilan keputusan menyeberang pada penyeberangan sebidang tanpa alat pemberi isyarat lalu-lintas adalah keputusan yang subyektif dan berkaitan dengan kemampuan menyeberang. Dalam melakukan penyeberangan, penyeberang akan mempertimbangkan kecepatan menyeberang, volume kendaraan, kecepatan kendaraan yang terdekat di depannya, lebar jalan yang diseberangi, dan keberadaan penyeberang lain. Kajian ini mengevaluasi kebutuhan fasilitas penyeberangan di ruas jalan perkotaan berdasarkan “celah” yang diperlukan antara penyeberang dengan kendaraan terdekat melintas di depannya. Pengumpulan data dilakukan pada satu ruas jalan di Kota Surabaya dan satu ruas jalan di Kota Malang. Dari hasil data yang terkumpul, dilakukan reduksi data. Setelah itu dilakukan perhitungan jarak antara pejalan kaki yang menyeberang dengan kendaraan yang terdekat dan kecepatan kendaraan tersebut. Hubungan presentase pejalan kaki yang mampu menyeberang dan jarak antara pejalan kaki dengan kendaraan terdekat pada rentang kecepatan tertentu dianalisis. Hasil analisis data memperlihatkan bahwa semakin tinggi kecepatan lalu-lintas, maka semakin besar celah yang dibutuhkan penyeberang. Untuk kecepatan lalu-lintas kendaraan sekitar 34 km/jam, besarnya nilai celah yang diperlukan adalah 4,35 detik untuk jarak menyeberang 8,50 m dan 6,61 detik untuk jarak menyeberang 9,30 m.

Kata kunci: pejalan kaki, fasilitas penyeberangan, celah yang diperlukan, jalan perkotaan, ruas jalan

ABSTRACT

The crosswalk planning requires the data of pedestrian characteristics: ability to cross. The decision making of crossing on unsignalized crosswalk, is a very subjective decision and related to the ability to cross. The pedestrian will consider the walking speed, traffic volume, nearest vehicle speed, road width, and the presence of other pedestrians. The aim of the study is to evaluate the need of crossing facilities on the road links of urban road, based on gap acceptance data (in distance and time) between pedestrian and the nearest vehicle. Gap acceptance data were collected at 2 road links in Surabaya and 1 in Malang. The data were analyzed to determine the relationship of percentage of possibility to cross and the distance between pedestrian and the nearest vehicle at certain speed range. The results of data analysis showed that the higher traffic speed, the more need of gap acceptance. On the same traffic speed (34 km/h), the critical gap is 4.35 seconds at a crossing distance of 8.50 m and 6.61 seconds at a crossing distance of 9.30 m.

Keywords: pedestrian, crossing facilities, gap acceptance, urban road, road links

PENDAHULUAN

Jalur penyeberangan yang tidak dilengkapi dengan fasilitas Alat Pemberi Isyarat Lalu-Lintas atau APILL (hanya berupa *zebra cross* saja) merupakan tempat yang sangat rawan akan kecelakaan. Jalur penyeberangan ini biasanya berada pada ruas jalan yang rata-rata mempunyai volume kendaraan yang cukup tinggi dimana di daerah tersebut terdapat penggunaan lahan yang kompleks sehingga menimbulkan tarikan bagi para pejalan kaki untuk menyeberang, misalnya daerah sekolahan, daerah perkantoran, dan daerah perbelanjaan.

Jam puncak volume penyeberang pada jalur ini biasanya tergantung pada daerah guna lahan tersebut. Misalnya, untuk daerah perkantoran, volume penyeberangan akan tinggi saat jam berangkat dan pulang kerja. Hal ini terjadi pada hari-hari kerja, sedangkan untuk akhir pekan volume penyeberangan tidak akan terlalu besar bahkan cenderung kecil. Jika daerah guna lahan tersebut adalah *Central Business Distric (CBD)*, volume penyeberangan akan selalu besar pada setiap jam dan setiap hari karena daerah *CBD* merupakan kumpulan guna lahan yang mempunyai bangkitan dan tarikan pejalan kaki yang tinggi. Karena jalur penyeberangan ini tidak dilengkapi dengan APILL, menyebabkan pengambilan keputusan saat menyeberang merupakan hal yang sangat penting, karena faktor keselamatan merupakan hal yang dipertaruhkan.

Untuk itu dalam makalah ini akan dibahas mengenai berapa besar celah yang diperlukan (*gap acceptance*) oleh penyeberang dalam mengambil keputusan saat akan menyeberang. Celah yang diperlukan dalam tulisan ini selanjutnya disebut sebagai (t_{celah}). Dengan mengetahui berapa besarnya nilai t_{celah} , dapat dievaluasi dan ditentukan jenis fasilitas penyeberang apa yang tepat untuk diimplementasikan.

KAJIAN PUSTAKA

Definisi celah yang diperlukan

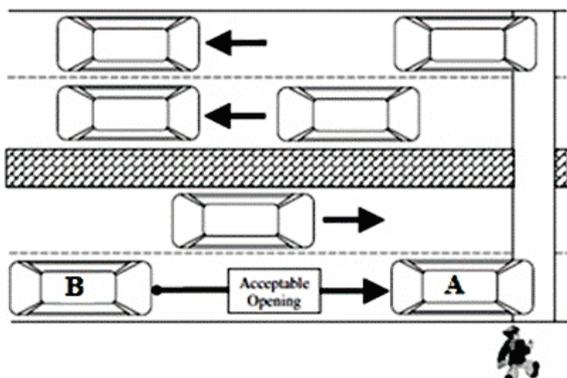
Widjajanti (1999) menyebutkan bahwa t_{celah} didefinisikan sebagai selang waktu antara 2 kendaraan di jalan raya yang diperlukan oleh pejalan kaki untuk menyeberang. Selang waktu ini bergantung pada tipe operasi jalan (1 jalur atau 2 jalur) dan lebar yang akan diseberangi pejalan kaki.

Dengan kata lain, t_{celah} pejalan kaki atau biasa juga disebut *Pedestrian Gap Acceptance (PGA)* dapat didefinisikan sebagai jarak minimum yang paling aman dari kendaraan yang paling dekat dengan jalur penyeberangan dari semua jalur jalan ketika pejalan kaki memutuskan untuk menyeberang. Namun ada pendapat lain yang menyatakan bahwa definisi dari *PGA* adalah jarak minimum dari hubungan antara waktu tempuh dan kecepatan kendaraan yang paling dekat dengan pejalan kaki (Dazhi Sun *et al* 2002).

Berdasarkan teori *gap acceptance*, celah kritis setiap orang berbeda antara satu dengan yang lain tergantung dari subjektivitas dan konsistensi pejalan kaki. Hal ini disampaikan oleh Brilon W *et al* (1999). *Highway Capacity Manual (HCM)* mendefinisikan celah kritis sebagai “waktu sekian detik sebelum memungkinkan, dimana seorang pejalan kaki tidak akan mencoba menyeberang. Bila celah yang tersedia lebih besar dari celah kritis, diasumsikan pejalan kaki akan menyeberang. Namun bila celah yang tersedia lebih kecil dari celah kritis, diasumsikan pejalan kaki tidak akan menyeberang”. Celah kritis terdiri dari dua bagian yang pertama adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyeberang dan yang kedua adalah margin keselamatan yang sering disebut dengan faktor agresif. *Margin* keselamatan berbeda antara waktu pejalan kaki menyeberang dengan waktu dari kendaraan yang mendekat pada jalur penyeberangan. Waktu penyeberangan ialah waktu yang dibutuhkan pejalan kaki untuk menyeberangi sebuah jalan tertentu.

Dalam *Florida Pedestrian Planning and Design Handbook* mengindikasikan bahwa penyeberang jalan akan menunggu untuk menyeberang dengan waktu 30 detik. Bagi anak SMU atau mahasiswa dan pejalan kaki usia dewasa jika waktu tunggu tersebut lebih lama maka mereka akan memaksakan menyeberang jalan dengan celah waktu yang sangat kritis (*Transportation Research Board* 2006).

Karakteristik penyeberang jalan ada juga yang disebut dengan *rolling gap* yaitu jarak antara mobil yang tersedia yang diperhitungkan terhadap waktu saat kendaraan tersebut mendekati jalur penyeberangan. Saat penyeberang jalan melihat ada celah maka pejalan kaki tersebut tidak menunggu sampai jalan tersebut sepi dari kendaraan tetapi mereka mengantisipasi jalur yang sekiranya akan ada t_{celah} pada setiap lajur. Untuk mempermudah pemahaman dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi t_{celah} (Sumber: Brewer 2006)

Ilustrasi pada Gambar 1 memperlihatkan bahwa pada setiap lajur jalan, ada celah yang tersedia (pada gambar ditunjukkan oleh jarak antar kendaraan A dan B), dimana pejalan kaki yang akan menyeberang akan memutuskan apakah bisa menerima atau menolak celah tersebut. Apabila menerima, maka pejalan kaki akan memutuskan untuk menyeberangi lajur pertama. Apabila menolak, maka pejalan kaki akan menunggu kondisi yang lebih memungkinkan untuk menyeberang.

Karakteristik penyeberang jalan

Pejalan kaki yang akan menyeberang juga mempunyai karakteristik psikis berupa persepsi dan preferensi. Hal ini diperlukan untuk memahami keinginan-keinginan pejalan kaki ketika melakukan aktivitas berlalu-lintas. Dari hasil penelitian Tanan (2010) menyebutkan bahwa persepsi pejalan kaki menjadi hal yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan fasilitas pejalan kaki selain parameter volume, kepadatan, arus dan kecepatan yang digunakan untuk perencanaan secara teoritis sesuai standar yang berlaku.

Pengambilan keputusan untuk menyeberang jalan dilandasi 2 faktor yang mempengaruhi (Agah 2009), yaitu:

1. Faktor internal yaitu umur, jenis kelamin, kondisi mental, kondisi fisik, dan kebebasan untuk bermanuver;
2. Faktor eksternal yaitu arus lalu-lintas, karakteristik proses pengambilan keputusan, setiap individu dalam kebiasaannya mengambil alternatif terbaik dari tiga kemungkinan memilih, apakah tidak akan menyeberang, menyeberang namun pada celah kritis, atau menyeberang dengan aman yaitu saat semua lajur jalan sepi.

Kebiasaan pejalan kaki saat menyeberang adalah saat tiba di kerb untuk menunggu menyeberang dan melihat kondisi lalu-lintas. Kemudian pejalan kaki melihat apakah celah yang terjadi lebih besar dari pada celah kritis sebelum memutuskan menyeberang. Jika pejalan kaki menerima celah tersebut maka pejalan kaki akan mulai menyeberang. Namun jika yang terjadi adalah penolakan maka pejalan kaki akan menunggu celah berikutnya yang dianggap layak. Proses ini berjalan terus menerus sampai pejalan kaki bisa menerima celah yang diperlukan atau tidak pernah menyeberang.

Berdasarkan penelitian dari Brewer *et al* (2006), pejalan kaki sering bertindak kreatif dan beradaptasi dengan kondisi lingkungan penyeberangan. Tidak semua pejalan kaki menunggu semua lajur jalan menjadi sepi baru kemudian menyeberang, namun bergantung pada persepsi seseorang terhadap celah yang diperlukannya. Dalam studi ini, didapatkan

persepsi bahwa pejalan kaki sering menyeberang saat melihat ada satu lajur yang kosong. Perilaku ini tidak ditangkap dalam perencanaan desain. Asumsi yang biasa digunakan adalah pejalan kaki menunggu semua lajur menjadi kosong sebelum mulai menyeberang. Asumsi tersebut tidak sepenuhnya benar, hal tersebut hanya digunakan bagi perencanaan desain konservatif.

Dazhi Sun (2002) menyebutkan bahwa pengambilan keputusan pejalan kaki saat menyeberang tergantung pada variabel yang mempengaruhinya. Salah satu variabel tersebut adalah persepsi terhadap kecepatan dan jarak kendaraan terdekat pada kedua arah jalan. Waktu yang dibutuhkan pejalan kaki untuk menyeberang jalan diperhitungkan terhadap perbandingan waktu yang diperlukan untuk menyeberang dan waktu yang tersedia untuk menyeberang. Hasil dari observasi menemukan bahwa rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyeberang bagi 1 orang pejalan kaki adalah 4,60 detik. Untuk penyeberang jalan 2 – 4 orang pejalan kaki membutuhkan waktu rata-rata 5,60 detik. Observasi tersebut dilakukan pada penyeberangan ruas jalan 2 lajur – 2 arah tanpa dilengkapi APILL.

Karakteristik pejalan kaki berbeda antara satu orang dengan yang lain, begitu halnya dengan karakteristik di suatu negara berbeda dengan karakteristik di negara lainnya, hal tersebut bergantung dari sistem transportasi, sarana dan prasarana infra struktur, dan karakter orangnya. Hal ini menyebabkan perbedaan persepsi dan preferensi pejalan kaki. Di Yunani pejalan kaki yang menyeberang jalan sering mengambil resiko dan tidak mematuhi peraturan lalu-lintas, sehingga hal ini menyebabkan banyaknya kecelakaan yang terjadi. Jika dilihat dari sudut pandang *gender*, di Yunani pejalan kaki pria lebih banyak mengambil resiko dari pada pejalan kaki perempuan (Yannis 2010).

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai penyeberang jalan di Kota Jakarta – Indonesia, Agah (2009) menyebutkan bahwa sekitar 55,85% pejalan kaki memutuskan mengambil resiko menyeberang pada kondisi yang sangat kritis, yakni pada saat volume dan kecepatan

lalu-lintas tinggi dan celah yang tersedia adalah celah kritis.

Karakteristik pengemudi kendaraan

Dalam studi tentang *PGA* perlu juga didalami tentang karakteristik dari pengemudi kendaraan bermotor, kedua hal tersebut sangatlah berkorelasi, pengemudi kendaraan bermotor biasanya akan memberi jalan atau melakukan *Motorist Yield (MOY)* saat ada pejalan kaki yang menyeberang. Sehingga dibutuhkan data tentang persepsi pengemudi kendaraan bermotor terhadap jalur penyeberangan dan persepsi mereka terhadap pejalan kaki yang menyeberang jalan.

Harrell (1993) dalam Dazhi Sun (2002) menemukan pengemudi kendaraan bermotor akan lebih banyak memberikan jalan pada pejalan kaki yang akan menyeberang yang memakai baju berwarna cerah dibandingkan dengan pejalan kaki dengan baju gelap.

Hasil dari penelitian Yannis (2010) bahwa ukuran kendaraan yang ada paling dekat dengan penyeberang jalan juga mempengaruhi keputusannya saat menyeberang jalan, semakin besar ukuran kendaraan keputusan menyeberang jalan semakin kecil. Namun jika kendaraan tersebut adalah kendaraan umum pengangkut masal seperti bis kota maka pejalan kaki lebih berani mengambil keputusan untuk menyeberang. Kehadiran dari kendaraan yang parkir secara ilegal juga membuat pejalan kaki lebih berhati-hati saat mengambil keputusan menyeberang hal ini disebabkan karena faktor pandang yang terhalang.

Hasil penelitian yang dilakukan Waryani (2001) di Kota Semarang menunjukkan bahwa pengemudi yang terlibat kecelakaan lalu-lintas dengan pejalan kaki paling banyak berumur 15 – 44 tahun (80,90%) dengan jenis kelamin pengemudi yang terbanyak yaitu laki-laki (88,30%). Perilaku pengemudi yang paling banyak menjadi penyebab terjadinya kecelakaan adalah kurang waspada pandangan kedepan (46,88%) dan mengendarai dengan kecepatan tinggi (41,50%).

Rintisan yang telah dilakukan

Beberapa kajian yang terkait dengan t_{celah} penyeberang jalan yang telah dilakukan, di antaranya:

1. *Exploration Of Pedestrian Gap Acceptance Behavior At Selected Locations* (Marcus A. Brewer *et al* 2006).

Penelitian tersebut mengevaluasi perilaku t_{celah} pejalan kaki pada 11 (sebelas) lokasi pengamatan di tujuh negara bagian Amerika Serikat berdasarkan 2 (dua) bagian analisis: analisis perilaku dan analisis statistik. Hasil analisis statistik menunjukkan dari 11 (sebelas) lokasi pengamatan, celah yang diterima pada 85% adalah antara 5,30 dan 9,40 detik dengan kecenderungan besarnya celah meningkat seiring peningkatan jarak menyeberang. Semua nilai yang diperoleh tersebut berada di bawah nilai celah kritis yang ditetapkan *Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD)* untuk beberapa tingkat kecepatan berjalan. *MUTCD* merekomendasikan kecepatan 1,10 m/det sebagai kecepatan rencana yang digunakan untuk kebutuhan perancangan fasilitas.

2. *Pedestrian Gap Acceptance for Mid-block Street Crossing* (Yannis 2010).

Hasil dari penelitian ini menemukan parameter lalu-lintas yang paling mendasar dari pengambilan keputusan pejalan kaki saat menyeberang sangatlah dipengaruhi dari jarak kendaraan yang akan mendekati daripada kecepatan kendaraan tersebut, kemungkinan ini didasarkan karena jarak kendaraan lebih mudah diantisipasi oleh pejalan kaki.

Resume kajian literatur

Dari kajian literatur di atas dapat diringkaskan sebagai berikut:

1. t_{celah} adalah celah minimum yang paling aman dari kendaraan yang paling dekat dengan jalur penyeberangan saat pejalan kaki memutuskan untuk menyeberang.
2. Berdasarkan teori t_{celah} , pengambilan keputusan pejalan kaki saat menyeberang

dipengaruhi oleh persepsi terhadap kecepatan dan jarak kendaraan terdekat pada kedua arah jalan.

3. *MUTCD* merekomendasikan nilai celah kritis untuk berbagai kecepatan berjalan terhadap jarak penyeberangan, dimana kecepatan yang direkomendasikan *MUTCD* untuk kebutuhan perencanaan adalah sebesar 1,1 m/det.

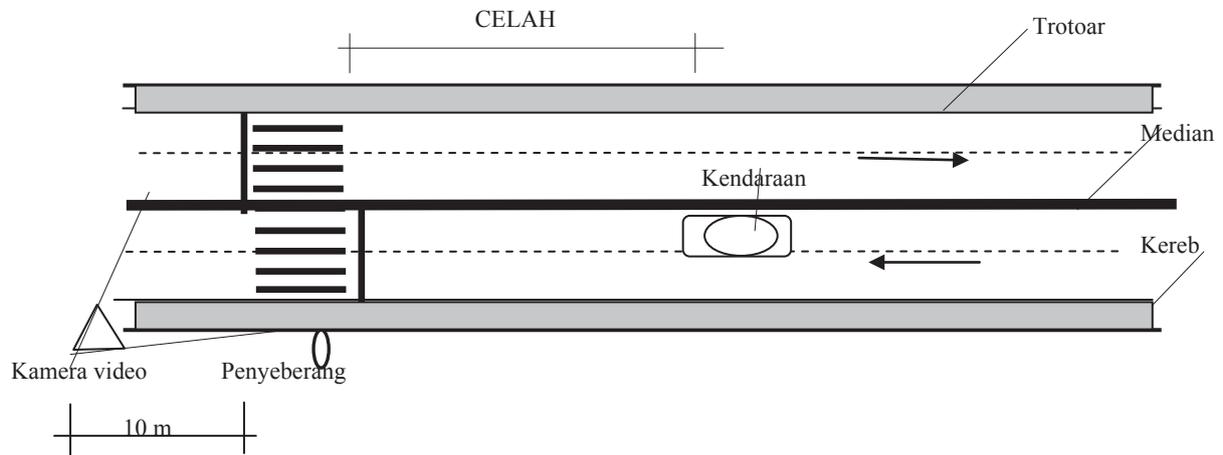
HIPOTESIS

Besarnya nilai t_{celah} sangat dipengaruhi oleh jarak menyeberang dan kecepatan arus lalu-lintas.

METODOLOGI

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan kamera video yang ditempatkan pada ketinggian sekitar 5 meter dan jarak dari daerah pengamatan 10 – 15 meter atau sesuai kondisi lapangan dimana hasil visual yang dihasilkan dapat terlihat jelas objek yang diamati. Variabel yang diamati adalah penyeberang jalan dan kendaraan yang melintas pada masing-masing ruas. Waktu pengumpulan data dilakukan pada jam puncak, dimana jam puncak yang dipilih adalah jam puncak yang arus penyeberang jalannya cenderung besar.

Data yang dikumpulkan adalah waktu antara penyeberang dengan kendaraan terdekat yang diantisipasi oleh si penyeberang tiba di fasilitas penyeberangan (celah waktu). Mengukur celah waktu mulai dilakukan saat penyeberang pertama kali melangkahakan kakinya di tempat penyeberangan, diukur terhadap waktu kendaraan yang paling dekat dari penyeberang tersebut. Data video diinput ke dalam formulir dengan lembar kerja *excel*.



Gambar 2. Sketsa pengumpulan data

Tabel 1. Gambaran umum lokasi pengumpulan data

Lokasi / Jalan	Tata Guna Lahan	Tipe Jalan	Lebar Jalan	Fungsi Jalan
Dharmawangsa, Surabaya	Kesehatan, Pendidikan	4 lajur 2 arah - Terbagi	2 x 8,50 m	Kolektor
Merdeka, Malang	Perbelanjaan, Perdagangan	6 lajur 2 arah - Terbagi	2 x 9,30 m	Kolektor

Pengumpulan data dilakukan pada 3 (tiga) ruas jalan kolektor di Kota Surabaya dan Malang. Adapun kondisi umum ketiga ruas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Analisis t_{celah} menggunakan fungsi kecepatan pada umumnya berupa angka yang mewakili kumulatif untuk desain adalah kumulatif 85%. Artinya dari 85% populasi yang memiliki celah yang sama atau lebih kecil dari celah tersebut. Data celah yang diterima adalah penyeberang jalan dengan celah $\leq t$ detik, serta jumlah penyeberang yang menolak celah atau menyeberang $\geq t$ detik.

Untuk menghitung t_{celah} pada persentase 85% maka digunakan persamaan berikut:

$$t_{celah, detik} = \left\{ \frac{P_{85} - P_B}{P_A - P_B} \times (t_A - t_B) \right\} + 1 \dots (1)$$

Keterangan:

P_{85} = persentase celah yang diperlukan pada 85%

P_A = persentase pada celah yang

diperlukan di atas 85%

P_B = persentase pada celah yang diperlukan di bawah 85%

t_A = t detik pada persentase di atas 85%

t_B = t detik pada persentase di bawah 85%

Setelah diketahui t_{celah} dalam detik, untuk menghitung t_{celah} dalam meter digunakan persamaan (2):

$$t_{celah, meter} = \frac{t_{celah, detik}}{3600} \times KR \times 1000 \dots (2)$$

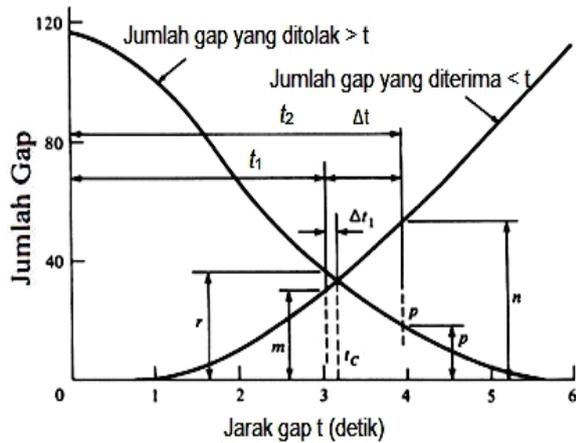
Keterangan:

$t_{celah, detik}$ dan = celah yang diperlukan pada persentase 85%

$t_{celah, meter}$
 KR = kecepatan rata-rata selama waktu pengamatan

Dalam pembahasan ini juga digunakan analisa t_{celah} detik metode grafis, hal ini dilakukan dengan menggambarkan dua kurva kumulatif seperti dapat dilihat pada Gambar 1.

Garis yang menghubungkan panjangnya waktu celah yang diperlukan kurang dari atau sama dengan t_{celah} , dan celah yang ditolak lebih besar dari atau sama dengan t . Persilangan dua kurva ini memberikan nilai t untuk celah kritis.



Gambar 3. Kurva distribusi kumulatif untuk celah yang diperlukan dan yang ditolak (Sumber: Nicholas 2002)

Untuk mendapatkan data yang lebih mendetail dari hasil analisa grafis, maka data yang diplotkan merupakan data celah ditolak dan celah yang diperlukan menggunakan persamaan (3):

$$t_c = \frac{\Delta t (r-m)}{(n-p) + (r-m)} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

- t_c = celah kritis (det)
- Δt = $t_2 - t_1$
- m = jumlah celah yang diperlukan $\leq t_1$,
- r = jumlah celah yang diperlukan $\geq t_1$,
- n = jumlah celah yang diperlukan $\leq t_2$,
- p = jumlah celah yang diperlukan $\geq t_2$ antara t_1

Sementara untuk menghitung frekuensi kemungkinan terjadinya peluang untuk menyeberang tiap satu jam didasarkan volume kendaraan digunakan persamaan :

$$\text{Peluang } (h \geq t) = (V - 1) e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- Peluang $(h \geq t)$ = peluang terjadinya celah
- e = bilangan Euler = 2,71828
- V = jumlah total kedatangan kendaraan

Asumsi dasar yang dibuat di dalam analisis di atas adalah bahwa kedatangan kendaraan pada jalan utama digambarkan dengan distribusi *Poisson*. Asumsi ini dapat diterima untuk arus lalu-lintas yang bersifat rendah dan sedang, tetapi tidak dapat diterima untuk kondisi arus lalu-lintas padat (macet). Untuk memudahkan perhitungan, jenis kendaraan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

1. Kendaraan Ringan (KR), seperti mobil penumpang, angkutan kota, dan *pick up*.
2. Kendaraan Besar (KB), seperti truk, dan bus.
3. Sepeda Motor (SM).

Konversi santuan kendaraan ke satuan mobil penumpang (*smp*) menggunakan perkalian dengan nilai ekivalen mobil penumpang (*emp*). Nilai ekivalen mobil penumpang untuk Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), dan Sepeda Motor (SM) untuk jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penentuan nilai *emp*

No	Kategori	Nilai <i>emp</i>
1	Kendaraan Ringan (KR)	1,00
2	Kendaraan Berat (KB)	1,20
3	Sepeda Motor (SM)	0,35

(Sumber: Indonesia 1997)

HASIL DAN ANALISIS

Hasil dan analisis data ruas Jalan Dharmawangsa Surabaya

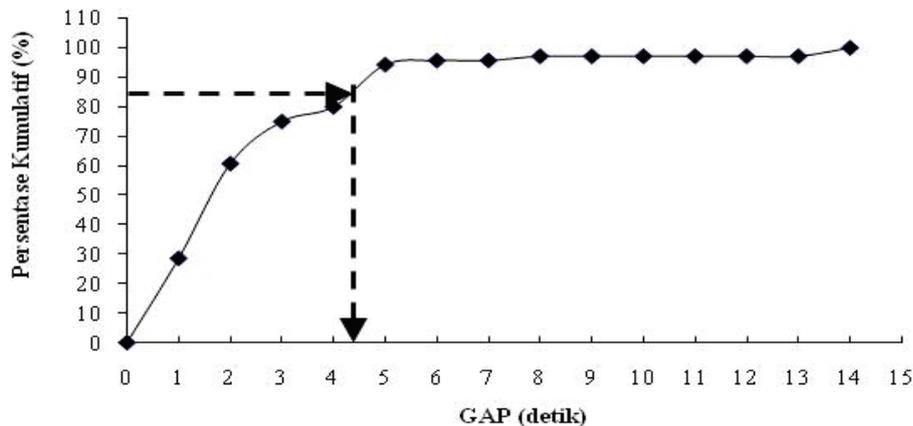
Pada Tabel 3 ditampilkan rekapitulasi volume kendaraan di Jalan Dharmawangsa Surabaya.

Tabel 3. Rekapitulasi volume kendaraan Jalan Dharmawangsa Surabaya

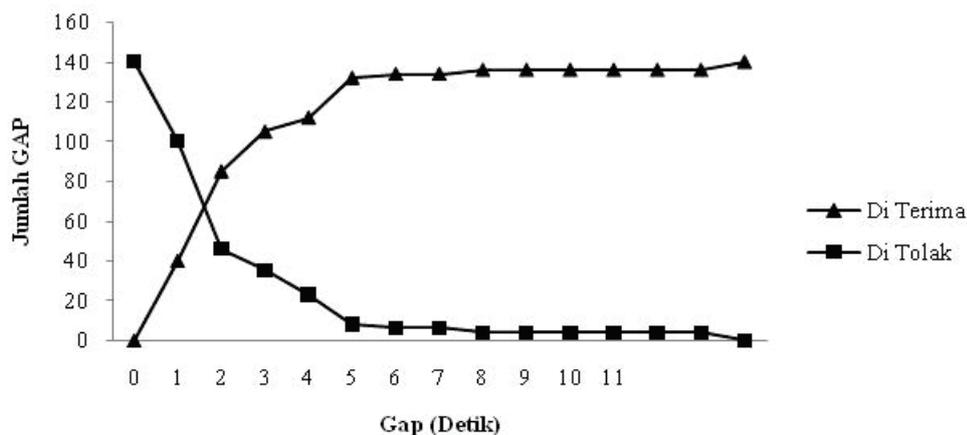
Waktu Survei	Volume Lalu-lintas			Total (kendaraan)	Total (smp)	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Kecepatan rata-rata keseluruhan (km/jam)
	KR	KB	SM				
07.15 - 08.15	795	7	3.549	4.351	1.691	34,90	
08.15 - 09.15	1.229	17	3.211	4.457	2.052	35,00	34,80
09.15 - 10.15	899	36	3.290	4.225	1.765	35,50	
10.15 - 10.50	560	16	1.854	2.430	1.043	33,50	

Dari Tabel 3 dapat diketahui jumlah kendaraan yang lewat di setiap jam pengamatan dengan volume kendaraan paling tinggi pada jam 08.14 – 09.13 sebanyak 4.457 kendaraan bermotor. Dengan kecepatan rata-rata waktu pengamatan secara keseluruhan adalah 34,80 km/jam.

Pada Gambar 4 ditampilkan persentase celah yang diperlukan, yang juga menampilkan celah kumulatif 85%, serta untuk Gambar 5 ditampilkan potongan kurva kumulatif celah yang diperlukan dan ditolak.



Gambar 4. Persentase celah yang diperlukan



Gambar 5. Kurva kumulatif celah yang diperlukan dan ditolak

Dari Gambar 4 dapat dilihat persentase kumulatif 85% berada pada kisaran 4 – 5 detik, maka dengan menggunakan persamaan (1) diketahui t_{celah} detik yang diterima 85% adalah 4,35 detik. Kemudian untuk t_{celah} detik kumulatif 85% dalam meter menggunakan persamaan (2) didapatkan hasil 42 meter. Sedangkan pada Gambar 5 dapat diketahui celah kritis dari persilangan garis kumulatif celah diterima dan ditolak berada pada kisaran 1 – 2 detik, dan dengan menggunakan

persamaan (3) diketahui celah kritis adalah 1,61 detik.

Untuk mengetahui peluang menyeberang per 500 kendaraan dapat dihitung menggunakan persamaan (4) dan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil dan analisis data ruas Jalan Merdeka, Malang

Pada Tabel 5 ditampilkan rekapitulasi volume kendaraan Jalan Merdeka Malang dan kecepatan rata-rata.

Tabel 4. Frekuensi peluang menyeberang Jalan Dharmawangsa Surabaya

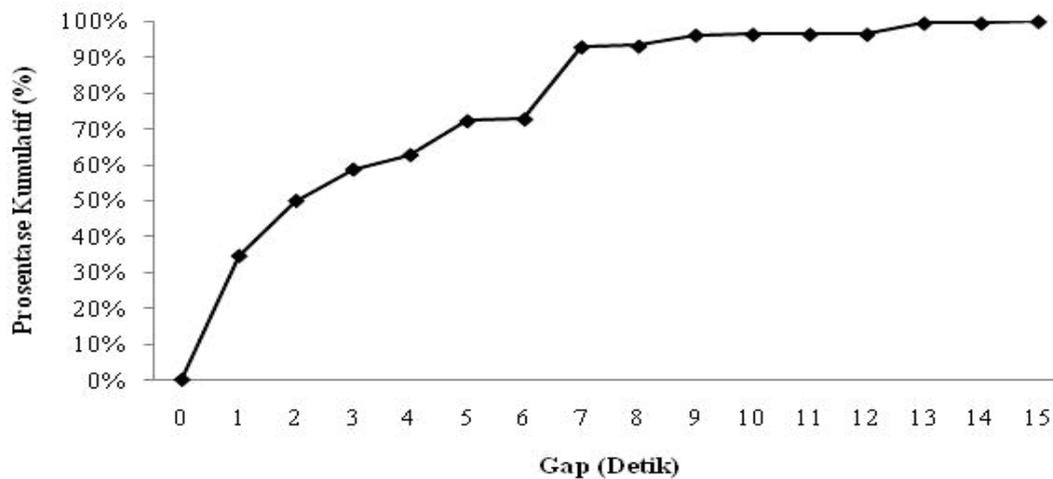
No	Volume Kendaraan	(V-1) Kend	Celah (t)	$(1 - e^{-\lambda t})$	Frekuensi < t	Peluang (Org)	% Peluang
1	10.000	9,999	1,61	0,98857	9,885	114	1,14
2	9.500	9,499	1,61	0,98571	9,363	136	1,43
3	9.000	8,999	1,61	0,98213	8,838	161	1,79
4	8.500	8,499	1,61	0,97766	8,309	190	2,23
5	8.000	7,999	1,61	0,97206	7,776	223	2,79
6	7.500	7,499	1,61	0,96506	7,237	262	3,49
7	7.000	6,999	1,61	0,95630	6,693	306	4,37
8	6.500	6,499	1,61	0,94535	6,144	355	5,46
9	6.000	5,999	1,61	0,93166	5,589	410	6,83
10	5.500	5,499	1,61	0,91454	5,029	470	8,55
11	5.000	4,999	1,61	0,89312	4,465	534	10,69
12	4.500	4,499	1,61	0,86634	3,898	601	13,37
13	4.000	3,999	1,61	0,83285	3,331	668	16,71
14	3.500	3,499	1,61	0,79097	2,768	731	20,90
15	3.000	2,999	1,61	0,73859	2,215	784	26,14
16	2.500	2,499	1,61	0,67308	1,682	817	32,69
17	2.000	1,999	1,61	0,59116	1,182	817	40,88
18	1.500	1,499	1,61	0,48871	733	766	51,13
19	1.000	999	1,61	0,36059	360	639	63,94
20	500	499	1,61	0,20037	100	399	79,96

Tabel 5. Rekapitulasi volume kendaraan Jalan Merdeka Malang

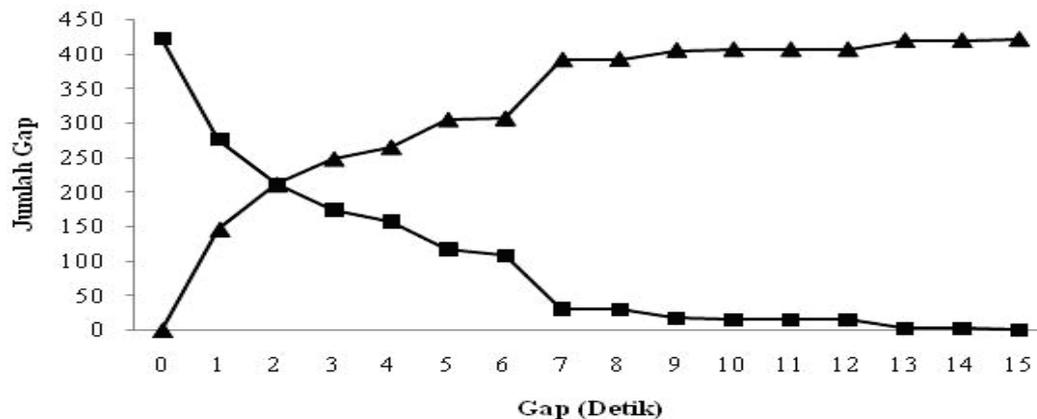
Waktu Survey	Volume Lalu-lintas			Total (kend)	Total (smp)	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Kecepatan rata-rata keseluruhan (km/jam)
	KR	KB	SM				
16.00 – 17.00	797	10	3,191	3,998	1,718	34,89	
17.00 – 18.00	880	21	3,218	4,119	1,808	35,00	
18.00 – 19.00	1.253	20	2,731	4,004	2,059	31,29	34,21
19.00 – 20.00	909	37	3,358	4,304	1,872	34,86	
20.00 – 20.30	475	14	1,727	2,216	1,030	35,00	

Dari Tabel 5 dapat diketahui jumlah kendaraan yang lewat dengan volume tertinggi terjadi pada jam 17.00 - 18.00 dengan jumlah 4.119 kendaraan dengan kecepatan rata-rata selama waktu pengamatan secara keseluruhan adalah 34,21 km/jam.

Pada Gambar 6 ditampilkan persentase celah yang diperlukan, yang juga menampilkan celah kumulatif 85%, serta untuk Gambar 7 ditampilkan potongan kurva kumulatif celah yang diperlukan dan ditolak.



Gambar 6. Persentase celah yang diperlukan



Gambar 7. Kurva kumulatif celah yang diperlukan dan ditolak

Dari Gambar 6 dapat dilihat persentase kumulatif 85% berada pada kisaran 6 – 7 detik, maka dengan menggunakan persamaan (1) diketahui celah yang diperlukan 85% adalah 6,61 detik. Kemudian untuk t_{celah} kumulatif 85% dalam meter menggunakan persamaan (2) didapatkan hasil 63 meter. Sedangkan pada Gambar 7 dapat diketahui celah kritis dari persilangan garis kumulatif celah yang diperlukan dan ditolak berada pada kisaran 2-3 detik, dan dengan menggunakan persamaan (3)

diketahui celah kritis adalah 2,28 detik.

Sementara untuk mengetahui peluang menyeberang per 500 kendaraan dapat dihitung menggunakan persamaan (4) dan hasil perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 6 Frekuensi peluang menyeberang di Jalan Merdeka Malang. Hasil rekapitulasi kecepatan, t_{celah} (dalam detik dan meter), serta celah kritis (detik) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 6. Frekuensi peluang menyeberang di Jalan Merdeka Malang

No	Volume Kendaraan	(V-1) Kend	Celah (t)	$(1 - e^{-\lambda t})$	Frekuensi < t	Peluang (Org)	% Peluang
1	10.000	9,999	2,28	0,99822	9,981	18	0,18
2	9.500	9,499	2,28	0,99756	9,476	23	0,24
3	9.000	8,999	2,28	0,99665	8,969	30	0,33
4	8.500	8,499	2,28	0,99540	8,460	39	0,46
5	8.000	7,999	2,28	0,99369	7,949	50	0,63
6	7.500	7,499	2,28	0,99134	7,434	65	0,87
7	7.000	6,999	2,28	0,98812	6,916	83	1,19
8	6.500	6,499	2,28	0,98370	6,393	106	1,63
9	6.000	5,999	2,28	0,97762	5,865	134	2,24
10	5.500	5,499	2,28	0,96929	5,330	169	3,07
11	5.000	4,999	2,28	0,95785	4,788	211	4,21
12	4.500	4,499	2,28	0,94215	4,239	260	5,78
13	4.000	3,999	2,28	0,92060	3,682	317	7,94
14	3.500	3,499	2,28	0,89102	3,118	381	10,90
15	3.000	2,999	2,28	0,85043	2,550	449	14,96
16	2.500	2,499	2,28	0,79471	1,986	513	20,53
17	2.000	1,999	2,28	0,71823	1,436	563	28,18
18	1.500	1,499	2,28	0,61325	919	580	38,67
19	1.000	999	2,28	0,46918	469	530	53,08
20	500	499	2,28	0,27142	135	364	72,86

Tabel 7. Rekapitulasi hasil analisa

Lokasi / Jalan	Tata Guna Lahan	Tipe Jalan	Lebar lajur (per arah)	Kecepatan Rata-rata (Km/Jam)	Celah yang diperlukan 85% penyeberang (detik)	Celah yang diperlukan 85% penyeberang (meter)
Dharmawangsa, Surabaya	Kesehatan, Pendidikan	4 lajur 2 arah - Terbagi	2 x 4,25 m	34,8	4,35	42
Merdeka, Malang	Perbelanjaan, Perdagangan	6 lajur 2 arah - Terbagi	3 x 3,1 m	34,21	6,61	63

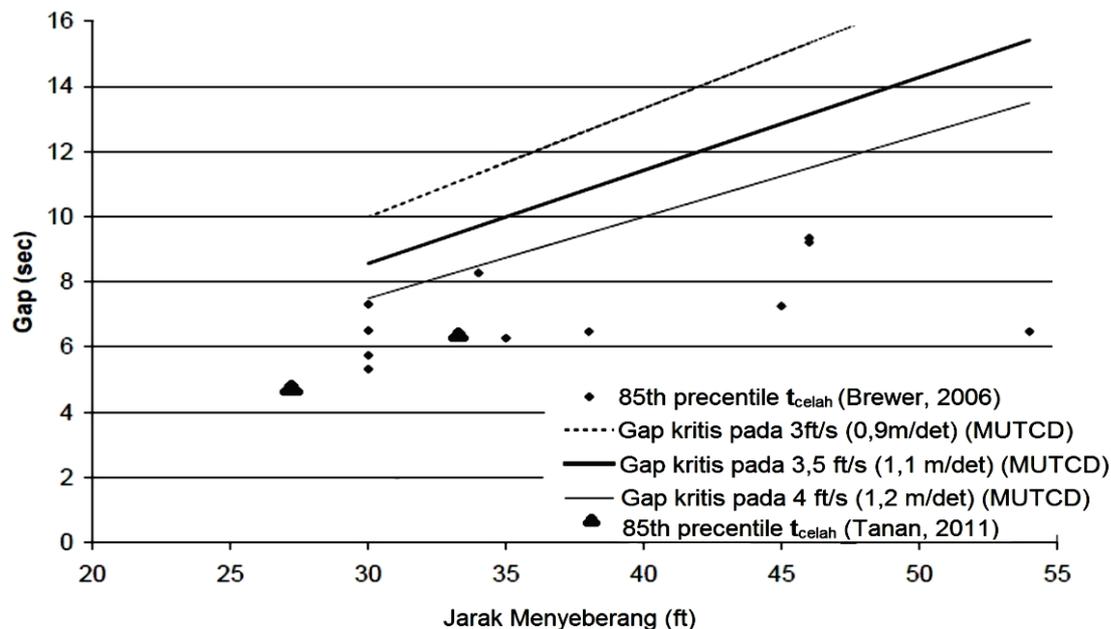
PEMBAHASAN

Dari hasil analisa peluang menyeberang jalan berdasarkan kajian t_{celah} , terlihat bahwa:

1. Pada setiap lokasi pengamatan diperoleh perbedaan besarnya nilai t_{celah} . Perbedaan tersebut sangat dipengaruhi kondisi geometrik jalan, dimana tipe jalan pada lokasi pengamatan Jalan Dharmawangsa, Surabaya adalah 4 lajur – 2 arah-terbagi. Sehingga secara psikologis penyeberang hanya dituntut untuk mengantisipasi lalu-lintas pada 2 lajur. Sementara tipe jalan pada lokasi Jalan Merdeka, Malang adalah 6 lajur – 2 arah-terbagi. Dengan kondisi tersebut, penyeberang seakan dituntut untuk mampu mengantisipasi lalu-lintas pada 3 lajur sehingga membutuhkan t_{celah} yang lebih besar. Nilai celah yang diperoleh dari kajian ini sedikit lebih kecil bila dibandingkan dengan nilai celah yang diperoleh oleh Brewer (2006). Kajian yang dilakukan Brewer di 7 (tujuh) negara bagian Amerika Serikat mendapatkan besar nilai

celah yang diperlukan yang berkisar antara 5,30 sampai 9,40 detik untuk lebar ruas jalan antara 9 meter – 16 meter.

2. Bila hasil pengamatan Brewer (2006) dan hasil pengamatan yang dilakukan dalam makalah ini diplot pada grafik hasil perhitungan celah kritis yang direkomendasikan oleh *MUTCD* berdasarkan jarak menyeberang dan kecepatan berjalan, maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8. Dari Gambar 8 di atas terlihat bahwa baik hasil pengamatan Brewer, maupun hasil pengamatan yang dilakukan pada makalah ini hampir semuanya berada di bawah nilai celah kritis yang ditetapkan *MUTCD* sebagai dasar perencanaan. Hal ini mengindikasikan bahwa kecepatan berjalan sebesar 1,1 m/det sebagai kecepatan desain untuk pejalan kaki yang direkomendasikan *MUTCD* menghasilkan nilai celah kritis yang sangat besar. Untuk selanjutnya, kecepatan berjalan 1,20 m/det akan lebih wajar sebagai kecepatan desain.



Gambar 8. Perbandingan *trend* hasil pengamatan 85% celah yang diperlukan dengan celah kritis pada beberapa kondisi kecepatan berjalan (Grafik *MUTCD* dalam Brewer 2006)

3. Hasil pengamatan dan analisa untuk setiap lokasi adalah sebagai berikut:

Untuk Ruas Jalan Dharmawangsa, Surabaya

1. Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa dengan celah kritis 1,61 detik di Jalan Dharmawangsa, Surabaya, jika volume kendaraan lebih dari 5.500 kend/jam maka peluang penyeberang jalan untuk dapat menyeberang dengan aman tanpa mengganggu lalu-lintas yang lewat hanya kurang dari 10%. Untuk mengantisipasi hal tersebut, rekomendasi optional fasilitas penyeberangan yang tepat diterapkan pada ruas tersebut adalah penyeberangan tidak sebidang.
2. Dengan volume antara 4.000 – 5.000 kendaraan yang melintas per jam, maka peluang penyeberang jalan untuk dapat menyeberang dengan aman tanpa mengganggu lalu-lintas yang lewat berkisar antara 10,69% - 20,90%. Dengan kondisi tersebut, fasilitas penyeberangan yang tepat diimplementasikan pada ruas tersebut adalah *zebra cross* yang dilengkapi *pelican crossing*.
3. Bila volume kendaraan yang melintas kurang dari 3.500 kend/jam, maka penyeberangan sebidang *zebra cross* masih dianggap celah memenuhi kebutuhan penyeberang jalan.
4. Melihat opsi pilihan tersebut di atas berdasarkan volume kendaraan dan besaran celah kritis, maka untuk kondisi eksisting dengan volume yang lebih dari 4.000 kend/jam, maka kinerja fasilitas penyeberangan yang tersedia saat ini di lokasi tersebut (*zebra cross*) sudah tidak memadai melayani kebutuhan penyeberang jalan sehingga perlu ditingkatkan menjadi jenis fasilitas penyeberang jalan yang dapat meminimalisir konflik antara penyeberang jalan dengan kendaraan yang melintas.

Untuk Ruas Jalan Merdeka, Malang

1. Pada Tabel 6 dapat diketahui dengan celah kritis 2,28 detik jika kendaraan yang lewat di Jalan Merdeka, Malang lebih dari 4.000 maka peluang menyeberang dengan aman tanpa mengganggu kendaraan yang melintas hanya kurang dari 10%. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka fasilitas penyeberangan yang tepat disarankan pada kondisi tersebut adalah penyeberangan tidak sebidang.
2. Bila volume kendaraan yang melintas di ruas tersebut sebesar 3.000 – 3.500 kend/jam, maka peluang menyeberang tanpa mengganggu lalu-lintas yang lewat lebih meningkat menjadi 10,90% - 14,96%. Dengan kondisi tersebut, disarankan pemasangan fasilitas penyeberangan sebidang *zebra cross* dengan *pelican crossing*.
3. Bila volume kendaraan yang melintas kurang dari 2.500 kend/jam, maka penyeberangan sebidang *zebra cross* masih dianggap celah memenuhi kebutuhan penyeberang jalan.
4. Berdasarkan pilihan tersebut di atas, maka untuk kondisi eksisting dengan volume lalu-lintas yang lebih dari 3.000 kend/jam, maka fasilitas penyeberangan yang tersedia saat ini di lokasi tersebut (*zebra cross*) harus dilengkapi dengan *pelican crossing*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang, dapat ditarik kesimpulan:

1. Besarnya nilai t_{celah} sangat dipengaruhi oleh jarak menyeberang. Semakin besar jarak menyeberang, semakin besar celah yang dibutuhkan. Nilai t_{celah} yang diperoleh pada kecepatan lalu-lintas yang sama adalah 4,35 detik untuk jarak menyeberang 8,50 meter dan 6,61 meter untuk jarak menyeberang 9,30 meter.

2. Bila membandingkan besarnya nilai t_{celah} yang dihasilkan dalam makalah ini dengan merujuk pada grafik yang direkomendasikan *MUTCD*, maka celah kritis dengan kecepatan pejalan kaki 1,20 m/det sudah sangat memadai untuk digunakan dalam perencanaan desain.
3. Dari beberapa kondisi dan usulan opsi pilihan fasilitas penyeberangan yang diamati di lapangan di atas dapat membantu pengambil kebijakan yang terkait dengan penyediaan fasilitas penyeberangan dalam mengantisipasi kebutuhan fasilitas penyeberangan yang dapat melayani kebutuhan penyeberang baik untuk kondisi eksisting maupun untuk kondisi ke depan.

Saran

1. Dalam pemilihan fasilitas penyeberangan, mutlak dipertimbangkan volume lalu-lintas dan volume penyeberang jalan. Bila kondisi volume penyeberang jalan pada ruas tersebut rendah, maka dapat dipertimbangkan jenis fasilitas yang lebih sederhana atau dilakukan pengalihan lokasi penyeberangan.
2. Untuk penelitian selanjutnya diperlukan survei t_{celah} berdasarkan pengelompokan jenis kelamin dan usia penyeberang untuk mendapatkan analisa yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

Agah, Heddy R. 2009. *Evaluation of Pedestrian Characteristics for Different Type of Facilities and its Uses; Case study in the*

- area of Jakarta Indonesia*. Jakarta: Universitas Indonesia
- Brewer, et al. 2006. *Exploration Of Pedestrian Gap Acceptance Behavior At Selected Locations*. Washington D.C.: Transportation Research Board.
- Brilon W, Koeniga R, Troutbeck RJ. 1999. *Useful estimation procedures for critical gaps*. Part A 33:161-186. Washington, DC.:Transportation Research Board
- Dazhi, Sun. 2002. *Modeling of Motorist-Pedestrian Interaction at Uncontrolled Mid-block Crosswalks*. Washington D.C.: Transportation Research Record.
- Fitzpatrick, Kay. 2006. *Improving Pedestrian Safety at Unsignalized Crossings*. Washington, DC.: Transportation Research Board.
- Indonesia, Departemen Perkerjaan Umum. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum,.
- Nicholas, J.G dan Lester A.H. 2002. *Traffic and Highway Engineering*. Totonto: University of Virginia.
- Tanan, Natalia. 2010. *Kajian Karakteristik Pejalan Kaki*, Laporan Penelitian. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- . 2011, *Fasilitas Pejalan Kaki*, Laporan Litbang. Bandung: Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Waryani, Nani. 2001. *Studi Epidemiologi Kecelakaan Lalu-lintas Pada Pejalan Kaki Di Wilayah Kerja Kepolisian Kota Besar Semarang*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Widjajanti, Endang. 1999. *Probabilitas Kemampuan Pejalan Kaki Dalam Menyeberang*, Jakarta: Institut Sains Teknologi Nasional.
- Yannis George et al. 2010. *Pedestrian Gap Acceptance For Mid-Block Street Crossing*. Greece: National Technical University of Athens.