

KEBUTUHAN FASILITAS PENYEBERANGAN PADA RUAS JALAN PIERE TENDEAN UNTUK SEGMENT RUAS JALAN DEPAN IT CENTRE KOTA MANADO BERDASARKAN GAP KRITIS

Amelia Umboh

J.A. Timboeleng, M.R.E. Manoppo

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas SamRatulangi Manado

Email:ameliaumbloh8@gmail.com

ABSTRAK

Gap acceptance merupakan teori yang dapat digunakan dalam menganalisa pejalan kaki dalam hal penyeberangan jalan. Kecepatan arus lalu lintas sangat berpengaruh terhadap penerimaan gap. Besar suatu gap yang ada sangat bergantung pada perilaku penyeberang jalan. Penelitian ini dilakukan agar pejalan kaki aman dalam menyeberang jalan dengan cara menentukan nilai gap kritis yaitu headway minimum arus lalu lintas dan distribusi headway pada ruas jalan tersebut.

Ruas jalan Piere Tendeand segmen depan IT Centre Manado merupakan lokasi penelitian yang dipilih karena dianggap sesuai untuk melakukan penelitian gap acceptance. Pengumpulan data gap yang diterima dan ditolak untuk dianalisa menjadi gap kritis. Penelitian ini dibatasi hanya pada zebra cross dengan waktu 12 jam mulai pukul 10.00 – 22.00 pada hari Senin, Rabu, Jumat dan Sabtu dengan memakai video kamera kemudian diaplikasikan menggunakan metode Raff, Greenshields, dan Acceptance Curve.

Hasil nilai gap kritis pada segmen depan IT Centre Jalan Piere Tendeand Manado diperoleh dari metode Acceptance Curve yaitu kisaran nilai 4,5 sampai 5 detik. Berdasarkan nilai gap kritis yang didapat menunjukkan bahwa fasilitas penyeberangan sudah tidak memenuhi bagi pejalan kaki.

Kata kunci: gap acceptance, gap kritis, distribusi headway, fasilitas penyeberangan

PENDAHULUAN

Pembangunan berbagai sektor perekonomian yang terus berkembang, menyebabkan timbulnya bangkitan perjalanan yang akan berpengaruh pada kinerja ruas jalan di Manado. Dengan begitu berbagai masalah lalu lintas muncul, dari masalah kemacetan sampai berdampak pada masalah pejalan kaki yang termasuk masalah penyeberangan terutama di kawasan Boulevard yaitu kawasan depan IT Center Manado.

Sampai saat ini, keberadaan fasilitas penyeberangan belum bisa menyelesaikan masalah kemacetan dan seringkali kurang mendapat perhatian dari pejalan kaki. Itu disebabkan oleh perilaku pejalan kaki yang tidak mematuhi rambu-rambu lalu lintas sehingga menimbulkan kesan bahwa fasilitas penyeberangan tidak efektif.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keamanan serta kenyamanan fasilitas penyeberangan yang sudah ada berdasarkan nilai gap kritis yang dianalisa dengan menggunakan pendekatan deterministik

yaitu metode Raff, Greenshields, dan Acceptance Curve.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Untuk pemerintah dan masyarakat yaitu dapat dijadikan bahan masukan tentang penggunaan fasilitas penyeberangan di Kota Manado.
2. Untuk penulis yaitu untuk menambah pengalaman dan pengetahuan yang bermanfaat mengenai analisa fasilitas penyeberangan berdasarkan gap kritis.
3. Untuk disiplin ilmu bisa dijadikan bahan pertimbangan untuk penelitian selanjutnya mengenai pedestrian terlebih khusus tentang fasilitas penyeberangan.

STUDI PUSTAKA

Gap dan Gap Kritis

Ketersediaan gap/celah atau waktu/jarak antara kendaraan pada arus lalu lintas utama yang cukup untuk bergabung dan menyeberang melintasi ke dalam arus lalu lintas adalah faktor

penting yang dipertimbangkan oleh para pejalan kaki dalam menyeberang jalan. Variabel yang penting dalam interaksi tersebut antara lain:

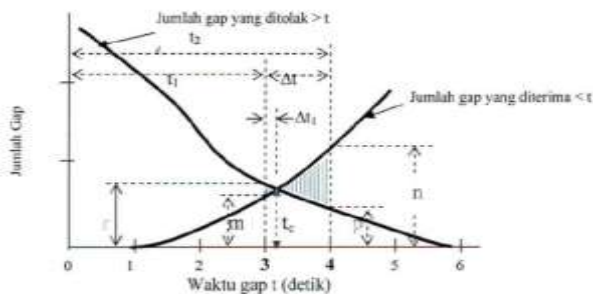
- *Gap*, didefinisikan sebagai waktu / jarak antara kendaraan pada arus mayor (utama) yang dipertimbangkan oleh pengemudi pada arus minor yang berharap untuk bergabung ke dalam arus mayor atau dalam penelitian ini adalah penyeberang jalan yang akan menyeberang jalan pada jalan mayor.
- *Time lag*, didefinisikan sebagai beda waktu antara kendaraan di arus mayor dengan penyeberang jalan ke suatu titik.
- *Headway*, merupakan selisih waktu antara dua kendaraan yang di depan melewati suatu titik pengamatan dengan saat ujung depan kendaraan yang mengikutinya melewati titik yang sama

Gap kritis (*Critical Gap*) atau rata-rata minimum time gap yang dapat diterima, didefinisikan sebagai gap yang dapat diterima oleh 50% pengemudi (*Greenshield*) sedangkan *Raff* mendefinisikan sebagai gap yang mempunyai jumlah penolakan ($> t$) = jumlah penerimaan ($< t$). Analisa gap kritis diperoleh dalam penelitian ini menggunakan metode grafis. Metode ini diterapkan oleh Raff dan Hart (1950) sebagaimana diuraikan dalam *Traffic and Highway Engineering* (Nicholas J.G dan Lester A.H, 2002). Data yang diplotkan merupakan data gap ditolak dan gap diterima.

Tabel 1. Contoh Gap Diterima dan Ditolak

waktu Gap/Lag (t detik)	Jumlah gap/Lag yang diterima (< t detik)	Jumlah gap/Lag yang ditolak (> t detik)
(1)	(2)	(3)
0.0	0	116
1.0	2	103
2.0	12	66
3.0	32 = m	38 =
4.0	57 = n	19 = p
5.0	84	6
6.0	116	0

Sumber : Nicholas J.G, 2002



Gambar 1. Kurva Distribusi Kumulatif untuk Gap/Lag yang diterima dan ditolak

dimana:

m = Jumlah lag yang diterima pada saat $t < t_1$

r = Jumlah lag yang ditolak pada saat $t > t_1$
 n = Jumlah lag yang diterima pada saat $t < t_2$
 p = Jumlah lag yang ditolak pada saat $t > t_2$
 antara t_1 dan $t_2 = t_1 + \Delta t$ dari Gambar 1 didapatkan gap kritis:

$$t_c = t_1 + \Delta t \dots \dots \dots (1)$$

Dengan menggunakan bentuk segitiga (diarsir lihat pada Gambar 1) yang sebangun dapat dituliskan :

$$\frac{\Delta t_1}{r-m} = \frac{\Delta t - \Delta t_1}{n-p} \dots \dots \dots (2)$$

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t (r-m)}{(n-p) + (r-m)} \dots \dots \dots (3)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (2) pada persamaan (3) didapat persamaan gap/lag kritis:

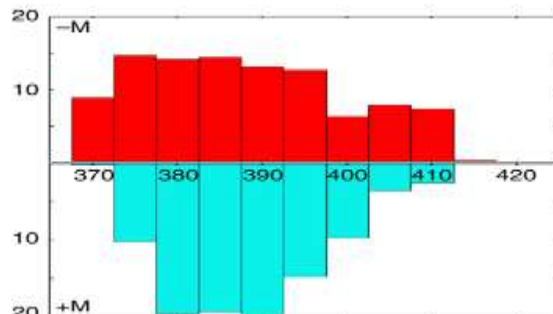
$$t_c = t_1 \frac{\Delta t (r-m)}{(n-p) + (r-m)} \dots \dots \dots (4)$$

Metode Deterministik

Model deterministik telah menjadi pendekatan konvensional studi gap acceptance. Beberapa gap kritis telah digunakan seperti median, mean atau ukuran gap tertentu dimana presentase penolakan dan penerimaan adalah sama.

Metode Greenshields

Metode *Greenshields* menggunakan histogram yang mempresentasikan total jumlah gap yang diterima dan ditolak pada setiap interval gap. Sumbu vertikal histogram menggambarkan jumlah gap yang diterima (positif) sedangkan sumbu horisontal menggambarkan jumlah gap yang ditolak (negatif). Nilai gap kritis diidentifikasi sebagai rata-rata gap yang mempunyai jumlah yang sama antara gap yang diterima dengan gap yang ditolak.



Gambar 2. Penentuan Gap Kritis Metode Greenshields

Sumber: <http://www.nature.com/ncomms/journal/v4/n2/abs/ncomms2435.html>

Metode Raff

Raff dan Hart (1950) mendefinisikan gap gap kritis sebagai ukuran dimana jumlah gap yang diterima lebih kecil dari yang diberikan dan sama dengan jumlah gap yang ditolak lebih besar dari yang diberikan adalah nilai rata-rata pengamatan dari nilai gap yang diterima dan ditolak.

Definisi ini membentuk perpotongan 2 kurva kumulatif pada jumlah gap yang diterima versus gap yang ditolak. Kurva gap yang ditolak diperoleh dengan menggunakan total gap ditolak dengan ukuran gap ditolak lebih besar dari batas bawah kelas ukuran gap yang telah ditentukan. Kurva gap diterima diperoleh dari kurva kumulatif yang menggambarkan total jumlah gap yang diterima lebih kecil dari batas kelas bawah ukuran gap yang telah ditentukan.



Gambar 3. Penentuan Gap Kritis Metode Raff

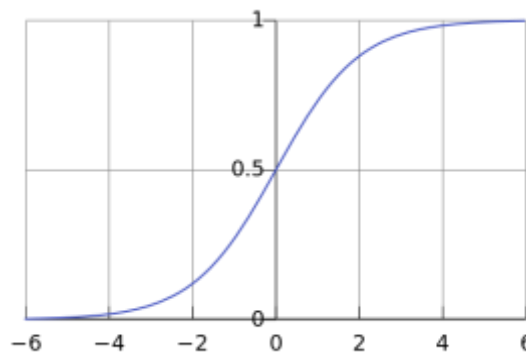
Metode Acceptance Curve

Secara teoritis dan empiris disyaratkan bahwa variabel tidak bebas (dependent variable) merupakan variabel binary, bentuk fungsi respon akan menjadi garis lengkung. Artinya bahwa fungsi respon variabel binary membentuk “S” dengan $y = 0$ dan $y = 1$ sebagai asimtot. Variabel terikat dari kurva respon ini merupakan probabilitas kumulatif sebuah gap yang diterima pada interval tertentu. Nilai $x = 0.5$ probabilitas dapat digunakan sebagai gap kritis. Maze (Gattis dan Low, 1998) menjelaskan perhitungan probabilitas sebagai berikut.

$$P_i = \frac{d_i}{N}, 0 < P < 1 \dots\dots\dots(5)$$

dimana:

- P_i = kumulatif probabilitas gap yang diterima
- D_i = jumlah gap yang diterima
- N = jumlah total data sampel



Gambar 4. Penentuan Gap Kritis Metode Acceptance Curve

Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Sigmoidfunction>

Distribusi Headway

Distribusi ini didasarkan pada asumsi bahwa kedatangan kendaraan yang acak tanpa adanya ketergantungan waktu dengan kedatangan kendaraan sebelumnya. Proses perhitungan mengikuti distribusi Poisson (Gerlough dalam Lutinen 2009) diperoleh probabilitas dari “x” kendaraan yang tiba dalam waktu “t” dengan persamaan:

$$P(x) = \frac{\mu^x \cdot e^{-\mu}}{x!} \text{ untuk } x = 0, 1, 2, \dots\dots\dots(6)$$

dimana:

- $P(x)$ = peluang (x) jumlah kedatangan kendaraan pada saat t detik
- μ = rata-rata jumlah kedatangan kendaraan pada selang waktu T

Apabila q_p menggambarkan jumlah total kedatangan kendaraan pada selang T detik, maka jumlah kedatangan rata-rata kendaraan per detik adalah:

$$\mu = \frac{q_p}{T} \text{ atau } \mu = \lambda \cdot t \dots\dots\dots(7)$$

sehingga persamaan 7 dapat dituliskan:

$$P(x) = \frac{(\lambda \cdot t)^x \cdot e^{-\mu}}{x!} \dots\dots\dots(8)$$

Rumus 8 merupakan perhitungan peluang kedatangan kendaraan pada arus utama yang harus dipertimbangkan kendaraan dari jalan minor atau pejalan kaki untuk melintas pada jalan utama. Peluang melintasi/memasuki jalan akan dimiliki hanya jika gap pada t detik sama dengan atau lebih besar dari gap kritisnya, dimana peluang kendaraan adalah 0 (nol) (x pada rumus 6 adalah nol) maka peluang terjadinya gap ($h \geq t$) adalah:

$$P(0) ; P(h \geq t) = e^{-\lambda \cdot t} \text{ untuk } t \geq 0 \dots\dots\dots(9)$$

$$P(h \geq t) = 1 - e^{-\lambda.t} \text{ untuk } t \geq 0 \dots\dots\dots(10)$$

Sehingga,

$$P(h \geq t) + P(h < t) = 1 \dots\dots\dots(11)$$

Terlihat bahwa t dapat diterima untuk semua nilai dari 0(nol) sampai dengan ∞ , oleh karena itu membuat rumus 9 dan 10 merupakan fungsi kontinu. Fungsi probabilitas digambarkan pada rumus 9 yang dikenal sebagai distribusi eksponensial.

Rumus 9 dapat digunakan untuk menentukan jumlah gap acceptance yang diharapkan terjadi pada lokasi konflik antara kendaraan arus minor atau pejalan kaki dengan kendaraan arus utama selama periode T. Jika arus di jalan utama diasumsikan berdistribusi Poisson dan volume (qp) juga diketahui, dengan mengasumsikan T sama dengan 60 menit pada arus jalan utama, ketika (qp-1) gap terjadi antara qp kendaraan berturut-turut di dalam arus kendaraan, maka jumlah gap lebih besar atau sama dengan t yang diharapkan didapat dari:

$$\text{Frek}(h \geq t) = (q_p - 1) \cdot e^{-\lambda.t} \dots\dots\dots(12)$$

Dan jumlah gap yang kurang dari t yang diharapkan didapat dari:

$$\text{Frek}(h < t) = (q_p - 1) \cdot (1 - e^{-\lambda.t}) \dots\dots\dots(13)$$

Asumsi dasar yang dibuat da dalam analisis di atas bahwa kedatangan kendaraan pada jalan utama digambarkan dengan distribusi Poisson. Asumsi dapat diterima untuk arus lalulintas bersifat rendah dan sedang, tetapi tidak dapat diterima untuk arus lalulintas yang padat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Gap

Gap yang diterima adalah jika pejalan kaki menyeberang jalan dengan memanfaatkan gap yang ada, sedangkan gap yang ditolak adalah jika pejalan kaki harus menunggu arus lalulintas yang aman sehingga pejalan kaki bisa menyeberang.

Tabel 2. Gambaran Waktu Penyeberangan Pejalan Kaki

Kendaraan Tiba	Penyeberang jalan		Gap	
	Tiba	Menyeberang	Tolak	Terima
	59,440			
60,120			0,680	
63,200			3,080	
68,319			5,119	
		70,440		1,320
71,760				

Sumber : Hasil Survey

Tabel 3. Pengelompokan Data Gap

Interval Waktu (detik)	Jumlah Gap	
	Ditolak	Diterima
0 - 1	139	0
1 - 2	202	15
2 - 3	113	59
3 - 4	64	71
4 - 5	17	63
5 - 6	9	25
6 - 7	2	13
7 - 8	1	18
8 - 9	1	5
9 - 10	0	5
> 10	0	17
Jumlah	548	291

Sumber : Hasil Survey

Volume Lalulintas dan Penyeberang Jalan

Dalam survey gap acceptance ini data kendaraan yang diperlukan hanya dibatasi pada kendaraan ringan (*light vehicle*). Volume kendaraan dan penyeberang jalan dihitung dengan segmen waktu 1 jam selama 12 jam dari pukul 10.00 – 22.00 WITA.

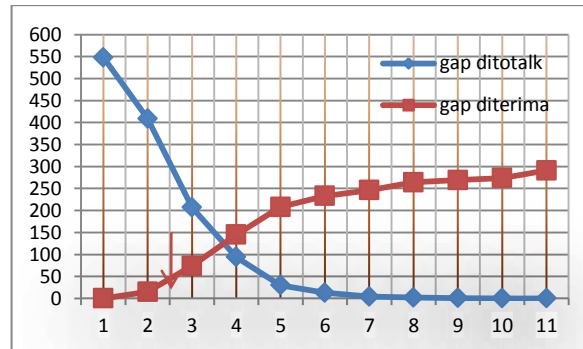
Waktu	Jumlah jam	
	Mobil	Penyeberang jalan
10.00 - 11.00	522	1375
11.00 - 12.00	696	2117
12.00 - 13.00	602	2001
13.00 - 14.00	1033	2484
14.00 - 15.00	997	2439
15.00 - 16.00	1318	2873
16.00 - 17.00	1212	2611
17.00 - 18.00	1240	3146
18.00 - 19.00	1298	3173
19.00 - 20.00	1306	3329
20.00 - 21.00	1178	2697
21.00 - 22.00	1053	1953

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 4. Sample Data Volume Lalulintas Dan Penyeberang Jalan

Nilai Gap Kritis

Dengan metode Raff data gap yang diterima diakumulasikan dari nilai terkecil sampai yang terbesar. Sedangkan gap yang ditolak diakumulasikan dari nilai terbesar ke nilai yang terkecil.



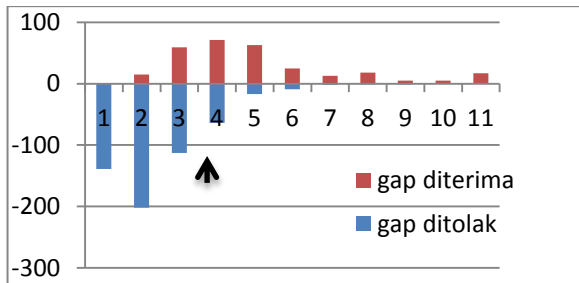
Gambar 5. Nilai Gap Kritis Berdasarkan Metode Greenshields Hari Senin

Tabel 5. Gap Kritis Berdasarkan Metode Raff

Hari	Gap kritis (s)
Senin	3,18
Rabu	2,66
Jumat	2,75
Sabtu	3

Sumber : Hasil Analisis

Metode Greenshields menggunakan histogram dengan kisaran gap sebagai sumbu X dimana nilai positif menunjukkan gap yang diterima dan pada sumbu Y menunjukkan gap yang ditolak dengan nilai negatif. Histogram ini memungkinkan untuk menunjukkan kisaran gap kritis dengan jumlah yang sama atau paling dekat antara gap yang diterima dan gap yang ditolak.



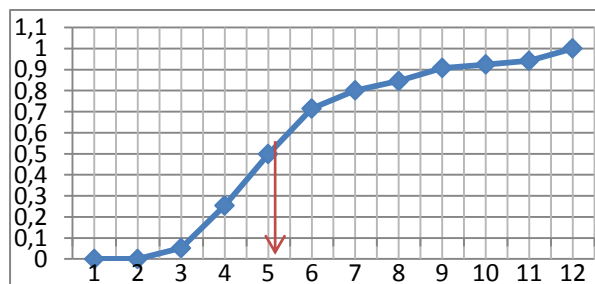
Gambar 6. Nilai Gap Kritis Berdasarkan Metode Greenshields Hari Senin

Tabel 6. Gap Kritis Berdasarkan Metode Greenshields

Hari	Gap kritis (s)
Senin	3,5
Rabu	2,5
Jumat	2,5
Sabtu	3,5

Sumber : Hasil Analisis

Metode *Acceptance Curve* dapat mengidentifikasi ukuran gap dengan probabilitas 0.5 (kemungkinan 50 %) dari gap yang diterima oleh penyeberang jalan dengan membagi jumlah gap yang diterima per interval waktu dengan total seluruh gap yang diterima pada hari penelitian.



Gambar 7. Nilai Gap Kritis Berdasarkan Metode Acceptance Curve Hari Senin

Tabel 7. Gap Kritis Berdasarkan Metode Acceptance Curve

Hari	Gap kritis (s)
Senin	4,5
Rabu	4,89
Jumat	5
Sabtu	4,5

Sumber : Hasil Analisis

Metode yang dipilih harus menghasilkan nilai gap kritis yang besar karena dianggap lebih aman bagi penyeberang jalan. Metode *acceptance curve* adalah metode yang dipilih karena nilai gap kritis yang dihasilkan lebih besar dari 2 metode lainnya.

Distribusi Headway

Tabel 8. Distribusi Headway Per 1 Jam Pengamatan

Waktu	Volume Kendaraan	Gap Kritis (t) detik	e	(V-1) kend	λ (kend/detik)	$\lambda.t$	Kemungkinan		Jumlah Gap Peluang		Volume Penyeberang Jalan	Keterangan
							$h \geq te$ (%)	$h < te$ (%)	$h \geq te$	$h < te$		
10.00-11.00	522	4,5	2,71828	521	0,14500	0,63250	0,52074	0,47926	271	250	1375	jh gap aman < penyeberang jalan
11.00-12.00	696	4,5	2,71828	695	0,19333	0,87000	0,41095	0,58905	291	404	2117	jh gap aman < penyeberang jalan
12.00-13.00	602	4,5	2,71828	601	0,16722	0,75250	0,47119	0,52881	283	318	2001	jh gap aman < penyeberang jalan
13.00-14.00	1053	4,5	2,71828	1052	0,28694	1,29125	0,22493	0,77507	294	748	2494	jh gap aman < penyeberang jalan
14.00-15.00	997	4,5	2,71828	996	0,27094	1,24625	0,20758	0,79242	286	710	2439	jh gap aman < penyeberang jalan
15.00-16.00	1318	4,5	2,71828	1317	0,36611	1,64750	0,19253	0,80747	254	1065	2873	jh gap aman < penyeberang jalan
16.00-17.00	1212	4,5	2,71828	1211	0,33667	1,51500	0,21981	0,78019	266	945	2611	jh gap aman < penyeberang jalan
17.00-18.00	1240	4,5	2,71828	1239	0,34444	1,55000	0,21225	0,78775	263	976	3146	jh gap aman < penyeberang jalan
18.00-19.00	1298	4,5	2,71828	1297	0,36056	1,62250	0,19740	0,80260	256	1041	3173	jh gap aman < penyeberang jalan
19.00-20.00	1306	4,5	2,71828	1305	0,36278	1,62250	0,19544	0,80456	253	1050	3329	jh gap aman < penyeberang jalan
20.00-21.00	1178	4,5	2,71828	1177	0,32722	1,47250	0,22655	0,77345	270	907	2897	jh gap aman < penyeberang jalan
21.00-22.00	1053	4,5	2,71828	1052	0,29250	1,31625	0,26014	0,73986	282	770	1953	jh gap aman < penyeberang jalan

Tabel 9. Perhitungan Distribusi Headway Per 100 Kendaraan

Volume Kendaraan	Gap Kritis (t) detik	e	(V-1) kend	λ (kend/detik)	$\lambda.t$	Kemungkinan		Jumlah Gap Peluang	
						$h \geq te$ (%)	$h < te$ (%)	$h \geq te$	$h < te$
1400	4,5	2,71828	1399	0,38889	1,75000	0,17377	0,82623	243	1156
1300	4,5	2,71828	1299	0,36111	1,62500	0,19691	0,80309	256	1043
1200	4,5	2,71828	1199	0,33333	1,50000	0,22313	0,77687	268	931
1100	4,5	2,71828	1099	0,30556	1,37500	0,25284	0,74716	278	821
1000	4,5	2,71828	999	0,27778	1,25000	0,28651	0,71349	286	713
900	4,5	2,71828	899	0,25000	1,12500	0,32465	0,67535	292	607
800	4,5	2,71828	799	0,22222	1,00000	0,36788	0,63212	294	505
700	4,5	2,71828	699	0,19444	0,87500	0,41686	0,58314	291	408
600	4,5	2,71828	599	0,16667	0,75000	0,47237	0,52763	283	316
500	4,5	2,71828	499	0,13889	0,62500	0,53526	0,46474	267	232
400	4,5	2,71828	399	0,11111	0,50000	0,60653	0,39347	242	157
300	4,5	2,71828	299	0,08333	0,37500	0,68729	0,31271	205	94
200	4,5	2,71828	199	0,05556	0,25000	0,77880	0,22120	155	44
100	4,5	2,71828	99	0,02778	0,12500	0,88250	0,11750	87	12

Tabel 10. Hasil perbandingan antar distribusi headway dan penyeberang jalan terukur sepanjang penelitian

Hari	Frekuensi $(h \geq t) <$ Penyeberang jalan	Frekuensi $(h \geq t) >$ Penyeberang jalan
Senin	10.00 - 22.00	-
Rabu	10.00 - 22.00	-
Jumat	10.00 - 22.00	-
Sabtu	10.00 - 22.00	-

Presentase Frek $(h \geq t) >$ penyeberang jalan adalah 0%

Presentase Frek $(h \geq t) <$ penyeberang jalan adalah 100%

Dari hasil analisis yang didapat terlihat bahwa semakin besar volume kendaraan, maka semakin besar tingkat peluang headway yang lebih besar dari gap kritis $(h \geq I)$ terjadi, begitu juga peluang headway lebih kecil dari gap kritis $(h < t)$ semakin besar.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil analisis yang diperoleh dari penelitian pada ruas jalan depan IT Centre Manado, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Dari ketiga metode yang dipakai untuk menganalisis dipilih metode *Acceptance Curve* dalam perhitungan distribusi headway karena memiliki nilai Gap Kritis yang lebih besar dari kedua metode lainnya yaitu berkisaran dari 4,5 sampai 5 detik. Sedangkan metode Raff memiliki kisaran dari 2,66

sampai 3,18 detik dan metode *Greenshields* memiliki kisaran dari 2,5 sampai 3,5 detik.

2. Volume lalu lintas 100 kendaraan kemungkinan aman pejalan kaki untuk menyeberang adalah 88% sedangkan untuk volume 1700 kendaraan kemungkinan amannya mencapai 11% sampai 12%. Dengan demikian maka semakin banyak jumlah kendaraan yang melintas akan semakin kecil jumlah gap aman bagi penyeberang jalan.
3. Hasil perhitungan distribusi headway menunjukkan presentase frekuensi $(h \geq t)$ adalah 0%, sedangkan presentase untuk frekuensi $(h < t)$ adalah 100%. Ini diakibatkan oleh volume penyeberang jalan yang lebih besar dari volume kendaraan yang melintas.

Dari ketiga poin di atas disimpulkan bahwa kebutuhan fasilitas penyeberangan pada ruas Jalan Piere Tendean Segmen Depan IT Centre Manado sesuai dengan analisa gap kritis sudah tidak memenuhi bagi pejalan kaki.

Saran

Dengan hasil penelitian yang diperoleh ini disampaikan beberapa rekomendasi:

1. Baiknya dilakukan penyuluhan bagi pemakai jalan agar meningkatkan kesadaran dalam mematuhi aturan-aturan lalu lintas yang sudah ditentukan.
2. Analisa *gap acceptance* masih perlu dilakukan kembali untuk lokasi-lokasi lain yang memiliki volume kendaraan dan volume penyeberang jalan dalam jumlah yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2010

Badar, Carolina. 2011. *Gap*. <http://www.scribd.com/doc/53993937/Gap>. Accessed April 26th 2011.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1999. *Pedoman Perencanaan Jalur Pejalan Kaki Pada Jalur Umum (PU 76/KPTS/1999)*. Jakarta.

Gattis and Low. 1998. *Gap Acceptance At-Non Standard Stop-Controlled Intersections*. Highway Design and Operation Practices Related To Highway Safety. Wichita. Kansas.

Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

Kapsulpintar.com. 2013. *Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas*. <http://www.kapsulpintar.com/2013/07/05/582/faktor-penyebab-kecelakaan-lalu-lintas.html>. Accessed July 5th 2013

Pangaila, Christian, 2012. *Analisis Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan Jalan Berdasarkan Gap Kritis*, Manado.

- Siswanto, Joko dan Julijanto Teguh, 2008. *Analisis Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan Berdasarkan Gap Kritis*, Jawa Tengah.
- Wardani, M. Ayu Chandra Kusuma, 2010. *Studi Karakteristik Pejalan Kaki Menggunakan 3 Pendekatan*. Surakarta.