

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. PEJALAN KAKI**

##### **1. Definisi**

Pejalan kaki adalah orang yang melakukan aktifitas berjalan kaki dan merupakan salah satu unsur pengguna jalan. (Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat: SK.43/AJ 007/DRJD/97).

Pejalan kaki harus berjalan pada bagian jalan yang diperuntukan bagi pejalan kaki, atau pada bagian pejalan kaki, atau pada bagian jalan yang paling kiri apabila tidak terdapat bagian jalan yang diperuntukan bagi pejalan kaki (PP No. 43, 1993).

##### **2. Keragaman Pejalan Kaki**

Penyeberang jalan dengan kondisi fisik yang mendapat perhatian khusus dapat dibagi menjadi 3 (Dewar R, 1992), yaitu:

###### **a. Penyeberang Yang Cacat Fisik**

Adalah pengguna jalan/penyeberang yang cacat fisiknya atau mempunyai keterbatasan fisiknya, oleh karena itu perlu diberikan fasilitas khusus. Bentuk fasilitas khusus misalnya pengguna jalan yang buta, pada penyeberangan jalan dapat diberi pengeras suara atau permukaan jalan yang berbeda (lubang tertentu tempat tongkat/kursi roda) yang berguna untuk memberitahu tempat penyeberangan dan saat menyeberang..

b. Penyeberang Anak-Anak

Adalah penyeberang pada usia anak-anak (0-12 tahun) yang sering terjadi kecelakaan dibanding dengan golongan lainnya.

Kecelakaan pada penyebrangan jalan anak-anak yang sering terjadi biasanya pada situasi:

- 1) Area yang tidak ada control lalu lintasnya.
- 2) Ketika anak-anak tersebut berlari.
- 3) Karika penglihatan pengemudi mobil terhalang.

Faktor yang menimbulkan kecelakaan pada usia anak-anak, antara lain adalah:

- 1) Tinggi badan anak yang ralatif kecil menyulitkan mereka untuk mengevaluasi situasi lalu lintas dengan tepat.
- 2) Anak-anak sulit untuk membedakan kiri dan kanan.
- 3) Anak-anak merasa yakin bahwa cara teraman untuk menyebrang adalah dengan cara berlari.
- 4) Anak-anak hanya mempunyai pengetahuan yang sedikit tentang pengetahuan fasilitas penyebrangan.
- 5) Anak-anak mempunyai kesulitan untuk menerka kecepatan lalu lintas dan asal bunyi klakson kendaraan.

c. Penyeberang Usia Lanjut

Penyeberang usia lanjut lebih cenderung mengalami kecelakaan daripada usia yang lainnya disebabkan oleh:

- 1) Kelemahan fisik.
- 2) Membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyeberang (karena faktor usia).

### 3. Perilaku Pejalan Kaki

Karakteristik Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam perencanaan fasilitas bagi pejalan kaki antara lain:

- a. Ruang minimum bagi pengguna kursi roda.
- b. Penggunaan permukaan yang tidak licin.
- c. Kemiringan dari tanjakan bagi pengguna kursi roda tidak lebih dari 5 %.
- d. Penerangan yang memadai.
- e. Penggunaan alat penyebrangan yang mudah digunakan.
- f. Waktu yang cukup untuk menyebrang.
- g. Tinggi tangga maksimum adalah 10 inci.

Pengurangan rintangan-rintangan fisik, seperti bis surat, tempat sampah, kotak bunga, dan lain-lain pejalan kaki menurut Shane dan Roess (1990) secara umum meliputi :

- a. Volume pejalan kaki  $V$  (pejalan kaki/menit/meter)
- b. Kecepatan menyeberang  $S$  (meter/menit)
- c. Kepadatan  $D$  (pejalan kaki/meter persegi).

## **B. FASILITAS PENYEBERANGAN**

Pada hakikatnya, aktivitas pejalan kaki bertujuan untuk menempuh jarak sesingkat mungkin antara satu tempat dengan tempat lain dengan nyaman dan aman dari gangguan. (Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Ruang Pejalan Kaki di Perkotaan: Dirjen Penataan Ruang, 2000). Maka dibutuhkan sarana tersebut yaitu fasilitas penyeberangan. Fasilitas penyeberangan adalah fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan. (Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat: SK.43/AJ 007/DRJD/97). Fasilitas penyeberangan dibagi dalam 2 kelompok tingkatan yaitu :

### **1. Penyeberangan Sebidang (At-Grade)**

Penyeberangan sebidang terdiri atas 2 macam yaitu:

#### **a. Penyeberangan Zebra (Zebra Cross)**

Zebra Cross adalah fasilitas penyeberangan yang ditandai dengan garis-garis berwarna putih searah arus kendaraan dan dibatasi garis melintang lebar jalan. Zebra cross ditempatkan di jalan dengan jumlah aliran penyeberang jalan atau arus yang relatif rendah sehingga penyeberang masih mudah memperoleh kesempatan yang aman untuk menyeberang.

Persyaratan penggunaan Zebra Cross antara lain:

- 1) Dipasang dikaki persimpangan tanpa alat pemberi isyarat lalu lintas atau diruas jalan.

- 2) Apabila persimpangan diatur dengan lampu pengatur lalu lintas, pemberian waktu penyeberangan bagi pejalan kaki menjadi satu kesatuan dengan lampu pengatur lalu lintas persimpangan.
- 3) Apabila persimpangan tidak diatur dengan lampu pengatur lalu lintas, maka kriteria batas kecepatan kendaraan bermotor adalah  $< 40$  km/jam.

b. Penyeberangan Pelican

Pelican adalah Zebra Cross yang dilengkapi dengan lampu pengatur bagi penyeberang jalan dan kendaraan. Fase berjalan bagi penyeberang jalan dihasilkan dengan menekan tombol pengatur dengan lama periode berjalan yang telah ditentukan. Fasilitas ini bermanfaat bila ditempatkan di jalan dengan arus penyeberang jalan yang tinggi. Penggunaan dari Pelican dengan syarat:

- 1) Dipasang pada ruas jalan, minimal 300 meter dari persimpangan, atau
- 2) Pada jalan dengan kecepatan operasional rata-rata lalu lintas kendaraan  $> 40$  km/jam.

Kriteria pemilihan penyeberangan sebidang adalah:

- 1) Berdasarkan pada rumus empiris ( $PV^2$ ), dimana P adalah arus pejalan kaki yang menyeberang ruas jalan sepanjang sepanjang 100 M tiap jamnya (pejalan kaki/jam) dan V adalah arus kendaraan tiap jam dalam 2 arah (kendaraan/jam).
- 2) P dan V merupakan arus rata-rata pejalan kaki dan kendaraan pada 4 jam sibuk, dengan rekomendasi awal seperti tabel dan grafik dibawah ini:

Tabel 2.1 Rekomendasi Pemilihan Fasilitas Penyeberangan

$PV^2$	Volume Penyeberang (P) Orang/jam	Volume kendaraan (V) (kend/jam)	Tipe Fasilitas
$>10^8$	50-1100	300-500	Zebra cross (ZC)
$>2 \times 10^8$	50-1100	400-750	ZC dengan Pelindung
$>10^8$	50-1100	$>500$	Pelican (P)
$>10^8$	$>1100$	$>300$	Pelican (P)
$>2 \times 10^8$	50-1100	$>750$	Pelican dengan pelindung
$>2 \times 10^8$	$>1100$	$>400$	Pelican dengan pelindung

Sumber: DPU Direktorat Jenderal Bina Marga, Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki dikawasan Perkotaan (1995)

## 2. Penyeberangan Tidak Sebidang (Elevated/Underground)

Penyeberangan tidak sebidang terdiri atas 2 kategori yaitu:

### a. Elevated/Jembatan

Adalah adalah jembatan yang dibuat khusus bagi para pejalan kaki. Fasilitas ini bermanfaat jika ditempatkan di jalan dengan arus penyeberang jalan dan kendaraan yang tinggi,

khususnya pada jalan dengan arus kendaraan berkecepatan tinggi. Jembatan penyeberangan akan dapat berfungsi dengan baik apabila bangunannya landai atau tidak terlalu curam. Jembatan penyeberangan dapat membantu mengurangi kemacetan arus lalu lintas yang salah satu penyebab adalah banyaknya orang yang menyeberang di jalan. Persyaratan penggunaan jembatan penyeberangan antara lain:

- 1) Jenis / jalur penyeberangan tidak dapat menggunakan penyeberangan zebra.
- 2) Pelikan sudah mengganggu lalu lintas kendaraan yang ada.
- 3) Pada ruas jalan dengan frekuensi terjadinya kecelakaan pejalan kaki yang cukup tinggi.
- 4) Pada ruas jalan yang mempunyai arus lalu lintas dengan kecepatan tinggi dan arus pejalan kaki yang cukup ramai.

Jembatan penyeberangan pejalan kaki adalah jembatan yang hanya diperuntukan bagi lalu lintas pejalan kaki yang melintas diatas jalan raya atau jalan kereta api. (Dirjen Bina Marga: Tata Cara Perencanaan Jembatan Penyeberangan Untuk Pejalan Kaki di Perkotaan, 1995).

b. Underground/Terowongan

Sama halnya dengan jembatan penyeberangan, namun pembangunan terowongan dilakukan dibawah tanah. Pembuatan terowongan bawah tanah untuk penyeberangan membutuhkan perencanaan yang lebih rumit dan lebih mahal dari pada pembuatan jembatan penyeberangan, namun sistem terowongan ini lebih indah karena bisa dapat menjaga kebersihan dan keindahan lingkungan. Underground/terowongan digunakan apabila :

- 1) Jenis jalur penyeberangan dengan menggunakan elevated/ jembatan tidak dimungkinkan untuk diadakan.
- 2) Lokasi lahan / medan memungkinkan untuk dibangun underground / terowongan.

Kriteria pemilihan penyebrangan tidak sebidang adalah:

- 1)  $PV^2$  lebih dari  $2 \times 10^8$ , arus pejalan kaki (P) lebih dari 1100 orang/jam, arus kendaraan 2 arah (V) lebih dari 750 kendaraan/jam, yang diambil dari arus rata-rata selama 4 jam sibuk.
- 2) Pada ruas jalan dengan kecepatan rencana 70 km/jam.
- 3) Pada kawasan strategis, tetapi tidak memungkinkan para penyebrang jalan untuk menyebrang jalan selain pada jembatan penyebrangan.

Fungsi fasilitas pejalan kaki ditinjau dari:

- 1) Pejalan kaki, untuk memberikan kesempatan bagi lalu lintas orang sehingga dapat berpapasan pada masing-masing arah atau menyiapkan dengan rasa aman dan nyaman.
- 2) Lalu lintas, untuk menghindarkan bercampurnya atau terjadinya konflik antara pejalan kaki dengan kendaraan.

Persyaratan umum bagi fasilitas pejalan kaki adalah: aman, nyaman, mudah, dan jelas.

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan fasilitas penyebrangan tidak sebidang menurut Pever Bottomley adalah:

- 1) Tingkat keamanan dan keselamatan (safety) untuk menghindari terjadinya kecelakaan.
- 2) Tingkat konflik pejalan kaki dengan kendaraan (traffic) dengan perhitungan secara kuantitatif.
- 3) Efisiensi biaya.
- 4) Ketepatan penggunaan fasilitas penyebrangan tidak sebidang dari segi desain dan lokasi, serta kenyamanan dan kemudahan penggunaannya.

Semua warga harus dilatih untuk menjadi pemakai jalan yang baik pada semua tingkat umur dan belajar mengenai keselamatan di jalan dan perilaku pejalan kaki. Untuk kepentingan keamanan dan keselamatan pagar pengamanan

harus dipasang pada tempat-tempat penyebrang yang berbahaya (Hobbs, 1995).

Disamping hubungan  $PV^2$  dinyatakan sebagai indikasi awal perlunya penyediaan fasilitas penyebrangan perlu dipertimbangkan juga beberapa hal (Eddy Ellizon), antara lain:

- 1) Headway antara kendaraan.
- 2) Frekuensi kecelakaan yang terjadi dilokasi tersebut.
- 3) Kapasitas jalan.
- 4) Lebar jalan.
- 5) Peruntukan jalan.
- 6) Pemanfaatan lahan disepanjang jalan.
- 7) Jarak jalan pejalan kaki rata-rata (walking distance)

Sedangkan faktor yang harus dipenuhi untuk penggunaan jembatan penyebrangan menurut DPU Direktorat Jenderal Bina Marga No: 011/T/Bt/1995 adalah sebagai berikut:

- 1) Bila fasilitas penyebrangan dengan menggunakan zebra cross dan pelican cross sudah mengganggu lalu lintas yang ada.
- 2) Pada ruas jalan dimana frekuensi terjadinya kecelakaan yang melibatkan pejalan kaki cukup tinggi.
- 3) Pada ruas jalan yang mempunyai arus lalu lintas dan arus pejalan kaki yang tinggi.

### C. GAP KRITIS

Gap, didefinisikan sebagai selisih waktu antara kendaraan pada arus mayor dengan penyeberang jalan yang akan menyeberang.

Time lag, didefinisikan sebagai waktu antara kendaraan tiba dengan penyeberang tiba dan menyeberang pada suatu titik.

Gap kritis (Critical Gap) atau rata-rata minimum time gap yang dapat diterima, didefinisikan sebagai lag yang dapat diterima oleh 50% pengemudi (Greenshield) sedangkan Raff mendefinisikan sebagai lag 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.

Gap diterima adalah jika pejalan kaki menyeberang jalan dengan memanfaatkan gap yang ada. Sedangkan gap ditolak adalah jika pejalan kaki harus menunggu arus lalu lintas yang aman sehingga pejalan kaki bias menyeberang.

Konsep tentang gap kritis yang digunakan oleh Raff, dia menggambarkan banyaknya gap yang diterima lebih pendek dibandingkan dengan banyaknya gap yang ditolak lebih panjang. Dalam cara metode grafis, dua kurva komulatif dapat dilihat pada gambar 2.4 salah satunya merupakan yang menghubungkan panjangnya waktu gap/lag  $t$  dengan banyaknya gap yang diterima kurang dari  $t$  detik, dan yang lainnya

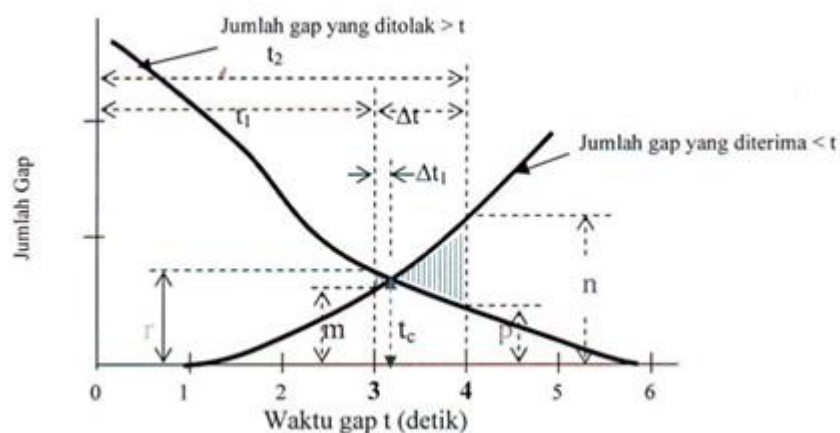
menghubungkan  $t$  dengan banyaknya gap yang ditolak lebih besar dari  $t$ . Persilangan dua kurva ini memberikan nilai  $t$  untuk gap kritis.

Dengan menggunakan metode aljabar, pertama adalah mengidentifikasi panjang gap dimana gap kritis berada diantaranya. Ini dilakukan untuk membandingkan perubahan jumlah gap/lag yang diterima lebih kecil dari  $t$  detik (kolom 2 tabel 2.2) untuk panjang gap berurutan, dengan perubahan jumlah gap yang ditolak lebih besar dari  $t$  detik (kolom 3 tabel 2.2) untuk panjang gap berurutan. Panjang gap kritis berada diantara kedua panjang gap berurutan, dimana perbedaan antara kedua perubahan adalah minimal.

Tabel 2.2 Contoh gap diterima dan ditolak

Lama Gap (t detik)	Jumlah Gap diterima (<t detik)	Jumlah Gap ditolak (>t detik)
0	0	116
1	2	103
2	12	66
3	32 = m	38 = r
4	57 = n	19 = p
5	84	6
6	116	0

Sumber: Nicholas J.G,2002



Gambar 2.1 kurva distribusi kumulatif

Dimana:

$m$  = Jumlah gap/lag yang diterima  $< t_c$

$r$  = Jumlah gap/lag yang ditolak  $> t_c$

$n$  = Jumlah gap/lag yang diterima  $< t_c$

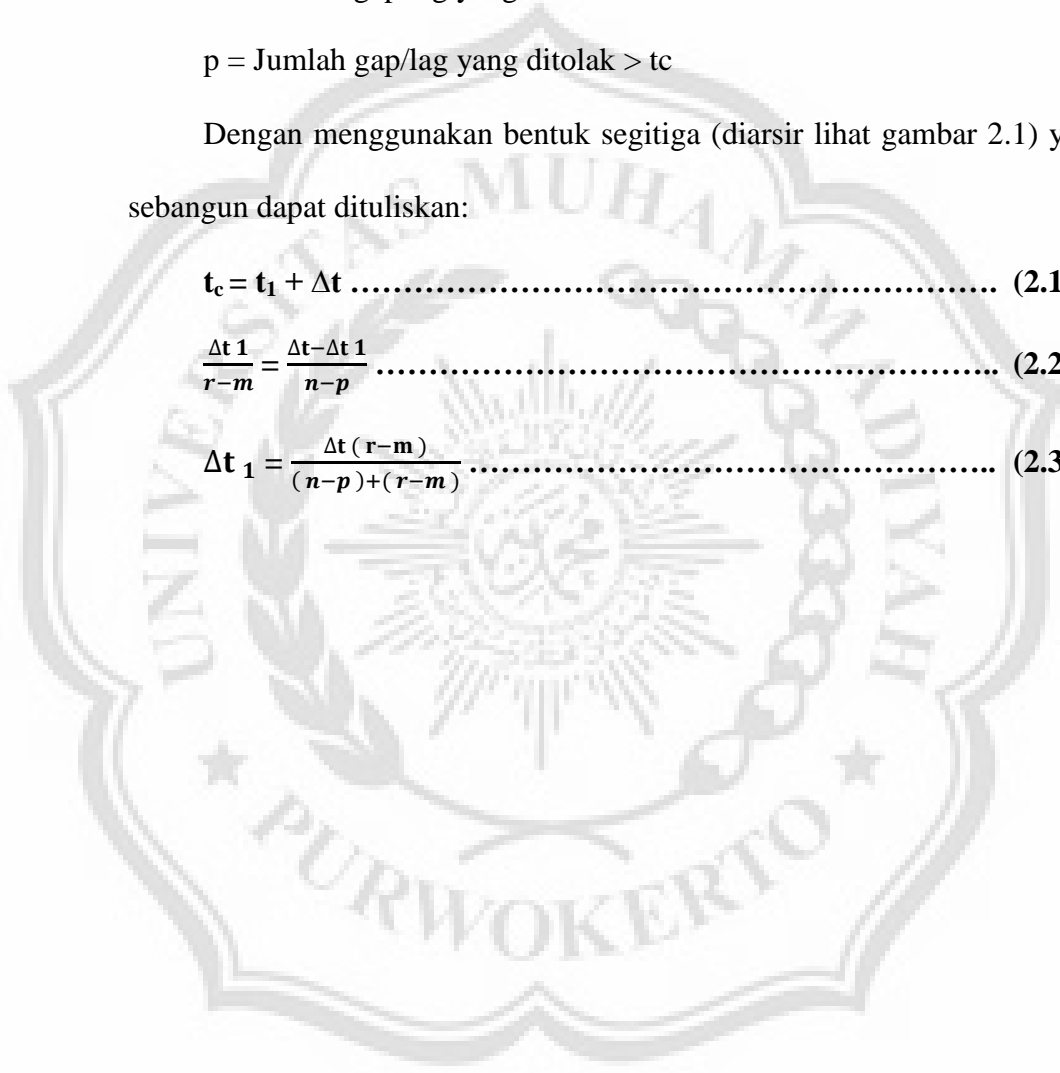
$p$  = Jumlah gap/lag yang ditolak  $> t_c$

Dengan menggunakan bentuk segitiga (diarsir lihat gambar 2.1) yang sebangun dapat dituliskan:

$$t_c = t_1 + \Delta t \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\frac{\Delta t}{r-m} = \frac{\Delta t - \Delta t_1}{n-p} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t (r-m)}{(n-p) + (r-m)} \dots\dots\dots (2.3)$$



Dengan mensubstitusikan persamaan (2.2) pada persamaan (2.3) didapat persamaan *gap* kritis:

$$t_c = t_1 \frac{\Delta t (r-m)}{(n-p)+(r-m)} \dots\dots\dots (2.4)$$

Dengan mengasumsikan bahwa distribusi kedatangan pada arus utama adalah Poisson, maka peluang atas (x) kedatangan pada beberapa interval waktu (t detik) dapat diperoleh dari formula:

$$P(x) = \frac{\mu^x \cdot e^{-\mu}}{x!} \quad \text{untuk } x = 0, 1, 2, \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana:

P(x) = peluang (x) jumlah kedatangan kendaraan pada saat t detik

μ = rata-rata jumlah kedatangan kendaraan pada selang waktu t

$$E = 2,71828$$

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

$$t \cdot \lambda = \mu \dots\dots\dots (2.6)$$

dari persamaan 2.9 dan 2.10 sehingga didapat persamaan:

$$P(x) = \frac{(\lambda \cdot t)^x e^{-\lambda t}}{x!} \dots\dots\dots (2.7)$$

Formula diatas adalah merupakan perhitungan peluang kedatangan kendaraan pada arus mayor yang harus dipertimbangkan penyeberang yang akan menyeberang pada jalan mayor. Peluang menyeberang jalan akan dimiliki hanya jika gap pada t detik sama atau lebih besar dari gap kritisnya, dimana ini terjadi ketika tidak ada kedatangan kendaraan selama t detik. Pada kondisi peluang kendaraan adalah 0 (nol) (x pada formula 2.5 adalah nol), maka peluang terjadinya gap ( $h \geq t$ ) adalah:

$$P(0): P(h \geq t) = e^{-\lambda t} \text{ untuk } t \geq 0 \dots\dots\dots (2.8)$$

$$P(h < t) = 1 - e^{-\lambda t} \text{ untuk } t \geq 0 \dots\dots\dots (2.9)$$

Sehingga Peluang Terjadi Gap:

$$P(h < t) + P(h \geq t) = 1 \dots\dots\dots (2.10)$$

Terlihat bahwa t dapat diterima untuk semua nilai dari 0 sampai dengan  $\infty$ , oleh karena itu membuat formula 2.9 dan 2.10 merupakan fungsi kontinyu. Fungsi probabilitas digambarkan pada formula 2.8 dikenal sebagai distribusi eksponensial. Formula 2.8 dapat dipergunakan untuk menentukan jumlah gap acceptance yang diharapkan terjadi pada lokasi konflik antara penyeberang jalan pada jalan mayor selama periode T, jika arus di jalan utama di asumsikan berdistribusi Poisson dan volume V juga diketahui, dengan mengasumsikan bahwa T sama dengan 1 jam dan V adalah volume kendaraan per-jam pada arus jalan utama, ketika  $(V - 1)$  gap terjadi antara V kendaraan berturut-turut di dalam arus kendaraan, maka jumlah gap lebih besar atau sama dengan t yang diharapkan, didapat dari:

$$Frek(h \geq t) = (V - 1) e^{-\lambda t} \dots\dots\dots (2.11)$$

jumlah gap kurang dari t yang diharapkan, didapat dari:

$$\text{Frek } (h < t) = (V - 1) (1 - e^{-\lambda t}) \dots\dots\dots (2.12)$$

Asumsi dasar yang dibuat didalam analisis diatas 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.

#### **D. PENELITIAN TERDAHULU**

Jurnal Riati Tentore, dkk tahun 2015 yang berjudul Kebutuhan Fasilitas Penyeberangan Jalan Berdasarkan Gap Kritis pada Ruas Jalan Wolter Monginsidi Depan Freshmart Bahu Mall Manado.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa jumlah lalu lintas yang lewat dan pengaruh terhadap fasilitas penyeberangan jalan, dan menganalisa gap yang diterima maupun gap yang ditolak untuk mendapatkan nilai gap kritis dengan pendekatan deterministik (metode Raff, metode Greenshield dan Acceptance Curve).

Hasil dari analisa yang diperoleh dari penelitian ini Perhitungan menggunakan 3 metode, dipakai metode acceptance curve karena dari metode ini didapatkan nilai gap kritis yang lebih besar yang berkisar 4,1 sampai 4,8 detik sedangkan untuk metode raff berkisar 2,72 sampai 3,21 detik. Metode greenshields berkisar 2,5 sampai 3,5 detik. Metode acceptance curve dianggap lebih aman untuk penyeberangan jalan karena nilai gap kritis yang diperoleh lebih besar dibandingkan dengan 2 metode

yang lainnya. Hasil perhitungan headway menunjukkan presentase frekuensi ( $h \geq t$ ) pada hari senin, rabu, jumat, dan sabtu di dapat volume kendaraan yang lebih besar dari jumlah penyeberangan jalan. dari analisa ini kemungkinan aman bagi pejalan kaki untuk menyeberang akan semakin kecil karena jumlah gap aman bagi penyeberangan jalan juga kecil. Perlu diadakan fasilitas penyeberangan jalan bagi pejalan kaki yang ingin menyeberang jalan karena bahayanya menyeberang jalan tanpa ada fasilitas penyeberangan jalan.

