

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

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana  
Pada Fakultas Teknik Pada Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Islam Riau  
Pekanbaru



Oleh :

**ORYZA AGAM**

**133110234**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU  
2019**

## KATA PENGANTAR

*Assalamualaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul “**Analisis Tingkat Keselamatan Penyeberang Menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) (Studi Kasus Pada Siswa Penyeberang Di SMPN 4 Pekanbaru)**”. Tugas Akhir ini adalah salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau dalam meraih gelar sarjana.

Adapun alasan dalam pengambilan judul ini adalah penulis ingin mengetahui ada atau tidaknya risiko kecelakaan yang akan terjadi pada siswa SMPN 4 yang menyeberang jalan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan-kekurangan, oleh karenanya penulis sangat mengharapkan adanya kritikan dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Semoga hasil dari penulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi kalangan teknik sipil.

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatu.*

Pekanbaru, 13 Juni 2019

**ORYZA AGAM**  
**133110234**

## UCAPAN TERIMA KASIH

*Assallamu'alaikum warahmatullahi wabarakatu.*

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa penelitian tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tak lupa penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH., MCL Selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd Kudus Zaini, MT.,MS.Tr Selaku Dekan Fakultas Teknik dan Selaku Dosen Pembimbing I..
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT. Selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik.
4. Bapak M. Ariyon, ST., MT. Selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik.
5. Bapak Syawaldi, ST., MSc. Selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik.
6. Ibu Dr. Elizar, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
7. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
8. Ibu Dra. Hj. Astuti., MSi Selaku Dosen Pembimbing II.
9. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., MT Selaku Dosen Penguji.
10. Ibu Sapitri, ST., MT Selaku Dosen Penguji.
11. Bapak dan Ibu Dosen dan Seluruh Staff Tata Usaha serta Karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Orang Tua Oryza Agam, Ayahanda ISDARMAN dan Ibunda ZULHELMI dan keluarga yang selalu membantu baik materi maupun do'a serta kasih sayang dan semangat yang tiada hentinya dalam menyelesaikan penelitian Tugas Akhir ini.
13. Buat abang saya Armanda Sativa Graha, S.IP

14. Buat sahabat saya Annisa Rizki Fitriane, Anggi Yonda Putra, Afrizal, dan Dwi Sartika Jonnaidi yang ikut membantu saya dalam menyelesaikan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
15. Buat ISHOKUIKI Azrul Pajri, Yoggie Prathama, Hadi Fattah, Dwi Mulyani S, dan Okta Yuliani yang ikut membantu saya dalam menyelesaikan survei di lapangan.
16. Buat teman-teman mahasiswa/i Teknik Sipil Universitas Islam Riau yang selalu mendukung dalam melakukan penyusunan Tugas Akhir ini, dan Khususnya rekan-rekan angkatan 2013 dan 2012 yang tidak bisa saya sebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas motivasi dan dorongan semangat yang diberikan selama ini.

Terima kasih atas segala bantuannya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua, dan segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

*Wassallamu'alaikum warahmatullahi wabarakatu.*

Pekanbaru, 13 Juni 2019

**ORYZA AGAM**  
**133110234**

## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| <b>KATA PENGANTAR</b> .....                             | i       |
| <b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....                         | ii      |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                                 | iv      |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                              | vii     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....                               | ix      |
| <b>DAFTAR NOTASI</b> .....                              | x       |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....                            | xi      |
| <b>ABSTRAK</b> .....                                    | xii     |
| <br>  |         |
| <b>BAB. I PENDAHULUAN</b>                               |         |
| 1.1 Latar Belakang.....                                 | 1       |
| 1.2 Rumusan Masalah .....                               | 2       |
| 1.3 Tujuan Penelitian.....                              | 2       |
| 1.4 Batasan Masalah.....                                | 2       |
| 1.5 Manfaat Penelitian.....                             | 3       |
| <br>  |         |
| <b>BAB. II TINJAUAN PUSTAKA</b>                         |         |
| 2.1 Umum.....   | 4       |
| 2.2 Penelitian Sebelumnya .....                         | 4       |
| 2.3 Keaslian Penelitian .....                           | 5       |
| <br>  |         |
| <b>BAB. III LANDASAN TEORI</b>                          |         |
| 3.1 Definisi Jalan .....                                | 7       |
| 3.2 Klasifikasi Jalan.....                              | 7       |
| 3.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan.....             | 7       |
| 3.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....              | 8       |
| 3.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan.....              | 10      |
| 3.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan..... | 11      |
| 3.3 Unsur Lalu Lintas .....                             | 11      |

|  |    |
|--|----|
| 3.3.1 Jalur Lalu Lintas.....   | 11 |
| 3.3.2 Lajur .....  | 12 |
| 3.4 Definisi Pejalan Kaki.....                                       | 13 |
| 3.5 Keragaman Pejalan Kaki .....                                     | 14 |
| 3.6 Karakteristik Pejalan Kaki.....                                  | 14 |
| 3.7 Definisi Jalur Pejalan Kaki .....                                | 14 |
| 3.8 Fasilitas Pejalan Kaki .....                                     | 15 |
| 3.9 Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki.....                        | 15 |
| 3.10 Komponen Fasilitas Pejalan Kaki .....                           | 16 |
| 3.11 Ketentuan Umum Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki.....          | 16 |
| 3.12 Ketentuan Umum Perencanaan <i>Zebra Cross</i> .....             | 17 |
| 3.13 Ketentuan Teknik Perencanaan Fasilitas <i>Zebra Cross</i> ..... | 18 |
| 3.14 Waktu Reaksi.....   | 18 |
| 3.15 Sistem Pengereman .....   | 19 |
| 3.16 Konflik Lalu Lintas .....                                       | 21 |
| 3.17 Kecelakaan Lalu Lintas .....                                    | 25 |
| 3.18 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan.....                          | 25 |
| 3.19 Tipe dan Karakteristik Kecelakaan.....                          | 30 |
| <b>BAB. IV METODOLOGI PENELITIAN</b>                                 |    |
| 4.1 Alat Penelitian .....  | 32 |
| 4.2 Teknik Pengumpulan Data .....                                    | 32 |
| 4.3 Jadwal Pengambilan Data.....                                     | 34 |
| 4.4 Tahapan Penelitian .....   | 34 |
| 4.5 Analisis Data .....  | 35 |
| 4.6 Lokasi Penelitian .....  | 38 |
| <b>BAB. V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                                   |    |
| 5.1 Geometri Jalan Raya.....   | 39 |
| 5.2 Kecepatan Kendaraan .....  | 39 |
| 5.3 Jenis Penyeberangan.....   | 41 |

|   |    |
|---|----|
| 5.4 <i>Time To Collision Of Vehicle (TTCv)</i> .....    | 41 |
| 5.5 <i>Time To Collision Of Pedestrian (TTCp)</i> ..... | 42 |
| 5.6 <i>Vehicle Time To Stopping (Ts)</i> .....          | 43 |
| 5.7 Fase Konflik Lalu Lintas .....                      | 44 |
| 5.8 Kecepatan Tabrakan ( $V_{impact}$ ) .....           | 45 |
| 5.9 Perhitungan Nilai PRI.....                          | 46 |

**BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

|                     |    |
|---------------------|----|
| 6.1 Kesimpulan..... | 50 |
| 6.2 Saran.....      | 50 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 52 |
|-----------------------------|----|

**LAMPIRAN**



## DAFTAR GAMBAR

|            | Halaman  |
|------------|--|
| Gambar 3.1 | Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan..... 8                        |
| Gambar 3.2 | Jalan 1 Jalur-2 Lajur-2 Arah ..... 11                          |
| Gambar 3.3 | Jalan 1 Jalur-2 Lajur-1 Arah ..... 12                          |
| Gambar 3.4 | Jalan 2 Jalur-4 Lajur-2 Arah ..... 12                          |
| Gambar 3.5 | Proses Pengereman Kendaraan..... 20                            |
| Gambar 3.6 | Koefisien Gesek Ban Terhadap Kondisi Jalan ..... 20            |
| Gambar 3.7 | Sketsa Area Fase-Fase Konflik..... 22                          |
| Gambar 3.8 | Parameter Dalam Konflik Lalu Lintas..... 24                    |
| Gambar 3.9 | Fase Konflik..... 24   |
| Gambar 4.1 | Sketsa Pengambilan Data ..... 33                               |
| Gambar 4.2 | Bagan Alir Penelitian..... 37                                  |
| Gambar 4.3 | Lokasi Penelitian..... 38                                      |
| Gambar 5.1 | Survei Lebar Jalan ..... 39                                    |
| Gambar 5.2 | Kecepatan Kendaraan Rata-Rata..... 40                          |
| Gambar 5.3 | Jumlah Jenis Penyeberangan Per Hari ..... 41                   |
| Gambar 5.4 | Nilai TTCv Rata-Rata ..... 42                                  |
| Gambar 5.5 | TTCp Rata-Rata ..... 43  |
| Gambar 5.6 | Ts Rata-Rata..... 44   |
| Gambar 5.7 | Fase Konflik..... 45   |
| Gambar 5.8 | <i>Vimpact</i> Rata-Rata..... 46                               |
| Gambar 5.9 | PRI Rata-Rata Per Hari Berdasarkan Jenis Penyeberangan..... 47 |

Gambar 5.10 PRI Rata-Rata Per Hari Berdasarkan Jam Penyeberangan ..... 48



Dokumen ini adalah Arsip Miik :  
**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 3.1 Klasifikasi Kelas Jalan dalam MST .....     | 10      |
| Tabel 3.2 Klasifikasi Kelas Jalan dalam LHR .....     | 10      |
| Tabel 3.3 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan ..... | 10      |
| Tabel 3.3 Kecepatan Pejalan Kaki .....                | 23      |
| Tabel 5.1 Nilai PRI Rata-Rata .....                   | 48      |



## DAFTAR NOTASI

|              |   |
|--------------|---|
| $V_{(v)}$    | : kecepatan kendaraan (m/s)   |
| $V_{(p)}$    | : kecepatan pejalan kaki (m/s)  |
| $s$          | : jarak (m)   |
| $t$          | : waktu (detik)   |
| $Dy_{(v)}$   | : jarak kendaraan dengan lokasi penyeberangan (m)                                 |
| $Dx_{(v)}$   | : jarak kendaraan dengan tepi jalan (m)   |
| $Dx_{(p)}$   | : jarak pejalan kaki dengan tepi jalan (m)  |
| $Tr$         | : waktu reaksi (detik)  |
| $a_b$        | : perlambatan pengereman (m/detik)  |
| $TTCv$       | : waktu yang digunakan oleh kendaraan untuk mencapai lokasi penyeberangan (detik) |
| $TTCp$       | : waktu yang digunakan oleh pejalan kaki untuk mencapai area konflik (detik)      |
| $Ts$         | : waktu yang dibutuhkan kendaraan untuk berhenti (detik)                          |
| $V_{impact}$ | : kecepatan kendaraan saat fase konflik terjadi (m/detik)                         |
| $PRI$        | : <i>pedestrian risk index</i>  |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : 1. Analisa Perhitungan Kecepatan Kendaraan (V).  
2. Analisa Perhitungan *Time To Collision Of Vehicles* (TTCv).  
3. Analisa Perhitungan *Time To Collision Of Pedestrian* (TTCp).  
4. Analisa Perhitungan *Vehicle Time To Stopping* (Ts).  
5. Analisa Penentuan Fase Konflik Lalu Lintas.  
6. Analisa Perhitungan Kecepatan Tabrakan ( $V_{impact}$ ).  
7. Analisa Perhitungan *Pedestrian Risk Index* (PRI).  
8. Analisa Kecepatan Pejalan Kaki.  
8. Tabel Perhitungan PRI.
- Lampiran B : Gambar – Gambar Pendukung Penelitian
- Lampiran C : Surat-Surat Proses Dalam Penelitian



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

**ORYZA AGAM  
NPM : 133110234**

**Abstrak**

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). 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 Pekanbaru.

Data dalam penelitian ini berupa data konflik lalu lintas yang didapatkan dari analisa hasil observasi di lapangan. Data dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI). Observasi dilakukan selama lima hari dari hari Senin sampai hari Jumat, dimana untuk pagi hari survei dilakukan dari jam 06.30 – 07.30 dan untuk sore hari dilakukan dari jam 16.00 – 17.00.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa penyeberangan yang dilakukan secara tunggal memiliki nilai PRI rata-rata 134,47, sedangkan penyeberangan yang dilakukan secara berkelompok memiliki nilai PRI rata-rata sebesar 7,93. Untuk penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari nilai PRI rata-ratanya sebesar 70,88, sedangkan untuk penyeberangan yang dilakukan pada sore hari nilai PRI rata-ratanya sebesar 9,53. Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penyeberangan berkelompok memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan tunggal dan penyeberangan yang dilakukan pada sore hari memiliki tingkat keselamatan lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari.

**Kata Kunci :** Tingkat Keselamatan, Pejalan Kaki, Konflik Lalu Lintas, *Pedestrian Risk Index* (PRI)

**CROSSWALK LEVEL OF SAFETY ANALYSIS  
USING A PEDESTRIAN RISK INDEX (PRI)  
(A CASE STUDY: SMPN 4 PEKANBARU)**

**ORYZA AGAM  
NPM : 133110234**

***Abstract***

*Pedestrians are the most vulnerable road users. When involved in accidents, the fatality risk they face is greater than other road users (Shinar, 2007). This study aims to analyze the level of safety of pedestrians based on the level of risk determined by the Pedestrian Risk Index (PRI). Case study was conducted on student pedestrians in SMPN 4 Pekanbaru.*

*The observations 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). Observations are carried out for five days from Monday to Friday, where for the morning conducted from 6:30 - 7:30 and for the afternoons conducted from 16:00 - 17:00.*

*The results of data analysis showed that individual crossing had an average PRI of value is 134.47, while group crossings had an average PRI of value is 7.93. For crossings that conducted in the morning the average PRI of value is 70.88, while for crossings conducted in the afternoon the average PRI of value is 9.53. It concluded that group crossings had higher level of safety than individual crossings and crossings that conducted in the afternoon have a higher level of safety compared to crossings that conducted in the morning.*

**Keywords :** *Level Of Safety, Pedestrian, Traffic Conflict, Pedestrian Risk Index (PRI)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Pedestrian* diartikan sebagai pergerakan atau sirkulasi atau perpindahan orang atau manusia dari satu tempat titik asal (*origin*) ketempat lain sebagai tujuan (*destination*) dengan berjalan kaki (Rubenstein, 1992). Para pejalan kaki ini berada pada posisi yang lemah jika bercampur dengan kendaraan terutama bagi pejalan kaki yang menyeberangi jalan, secara tidak langsung aktifitas ini akan menjadikan konflik tajam dalam lalu lintas yaitu terjadinya tundaan lalu lintas bahkan kecelakaan. Keselamatan jalan adalah upaya dalam penanggulangan kecelakaan yang terjadi di jalan raya yang tidak hanya disebabkan oleh faktor kondisi kendaraan maupun pengemudi, namun disebabkan pula oleh banyak faktor lain (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2006). Faktor-faktor lain tersebut meliputi kondisi alam, desain ruas jalan (alinyemen vertikal atau horizontal), jarak pandang kendaraan, kondisi perkerasan, kelengkapan rambu atau petunjuk jalan, pengaruh budaya dan pendidikan masyarakat sekitar jalan, dan peraturan atau kebijakan tingkat lokal yang berlaku dapat secara tidak langsung memicu terjadinya kecelakaan di jalan raya.

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.

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 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*.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Berapakah nilai PRI untuk jenis penyeberangan tunggal dan penyeberangan kelompok ?
2. Berapakah nilai PRI untuk jam penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari dan pada sore hari ?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui nilai PRI pada jenis penyeberangan tunggal dan penyeberangan kelompok
2. Untuk mengetahui nilai PRI pada jam penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari dan pada sore hari.

### **1.4 Batasan Masalah**

1. Pengamatan dilakukan secara langsung di lapangan yaitu dengan cara survei konflik lalu lintas.

2. Obyek penelitian penyeberang jalan hanya pada pejalan kaki siswa SMPN 4 Pekanbaru.
3. Obyek penelitian kendaraan hanya pada kendaraan roda 4.
4. Pengamatan dilakukan selama 5 hari dimulai dari tanggal 6 Agustus 2018 sampai dengan 10 Agustus 2018 tepatnya pada hari sekolah yaitu hari Senin sampai dengan hari Jumat, pukul 06.30 – 07.30 dan 16.00 – 17.00.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah kiranya dapat memberikan gambaran umum dan masukan atau informasi kepada pihak-pihak yang terlibat sehingga dapat mengurangi tingkat risiko kecelakaan yang dapat terjadi di tempat penyeberangan jalan.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali (*review of related literature*). Sesuai dengan arti tersebut suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka (laporan penelitian dan sebagainya) tentang masalah yang berkaitan tidak terlalu harus tepat identik dengan bidang permasalahan yang dihadapi, termasuk pula yang sering dan berkala (*collateral*).

### 2.2 Penelitian Sebelumnya

Sebelumnya ada beberapa penelitian tentang *Pedestrian Risk Index* yang dapat dijadikan sebagai bahan acuan dalam penyusunan tugas akhir ini. Penelitian-penelitian tersebut antara lain Obeidat dan Al-Hashimi (2016), Kusumastutie dan Malkamah (2014), dan Casifo dkk (2011).

(Obeidat dan Al-Hashimi, 2016) dalam jurnal penelitian yang berjudul *Pedestrian Risk Index For Irbid City, Jordan*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengurangi tingkat risiko kecelakaan lalu lintas yang melibatkan pejalan kaki. Adapun sampel yang diambil untuk analisis pada penelitian ini berasal dari 20 titik yang berbeda, dimana masing-masing titik pengamatan memiliki karakteristik jalan yang berbeda-beda, seperti penggunaan lahan, kondisi jalan dan karakteristik perencanaan kota lainnya. Pengamatan dilakukan pada hari kerja yang cerah (Senin, Selasa, dan Rabu) selama tiga jam pada jam sibuk, yaitu pukul 11:00 hingga pukul 14:00. Penelitian menunjukkan bahwa 80% lokasi di mana terdapat tingkat risiko kecelakaan yang tinggi pada pejalan kaki merupakan jalan arteri di luar pusat kota di mana 60% digunakan secara komersial dan merupakan lalu lintas yang padat.

(Kusumastutie dan Malkamah, 2014) dalam jurnal penelitian yang berjudul Analisis Tingkat Keselamatan Penyeberang Menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) (Studi Kasus Pada Siswa Penyeberang di SMPN 4 Sukoharjo). 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.

(Casifo dkk, 2011) dalam jurnal penelitian yang berjudul *Crosswalk Safety Evaluation Using a Pedestrian Risk Index as Traffic Conflict Measure*. Tujuan dari penelitian ini sendiri adalah untuk meningkatkan keselamatan pejalan kaki. Lebih dari 14% dari sekitar 25.000 orang yang tewas dalam kecelakaan lalu lintas di Eropa adalah pejalan kaki, sehingga dibutuhkan penelitian yang memprioritaskan keselamatan pejalan kaki dalam lalu lintas. Untuk mendapatkan data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan PRI peneliti melakukan observasi dengan cara memasang kamera digital yang nantinya akan digunakan untuk merekam video dari jam 9 pagi hingga jam 1 siang selama 4 hari di titik penyeberangan jalan yang dianggap dalam kondisi pemeliharaan yang buruk dengan tanda yang kurang terlihat. Penelitian ini menunjukkan bahwa PRI merupakan ukuran efektif modifikasi dalam perilaku pengemudi karena pemasangan penanggulangan keselamatan yang berbeda di penyeberangan. PRI menunjukkan pengurangan keparahan konflik dengan kecenderungan yang diharapkan untuk meningkatkan keselamatan pejalan kaki.

### 2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan oleh penulis sendiri dimana lokasi penelitian yang diambil adalah di Jalan Dr. Soetomo tepat di depan gerbang SMPN 4 Pekanbaru. Untuk objek penelitiannya terbagi dua, pertama siswa SMPN 4 Pekanbaru sebagai penyeberang jalan, kedua kendaraan roda 4 sebagai objek kendaraan yang melintas. Penelitian dilakukan dari tanggal 6 Agustus 2018 sampai dengan 10 Agustus 2018. Metode yang digunakan adalah dengan metode analisa konflik lalu lintas yang

kemudian dihitung nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI) yang terjadi pada setiap sampel.

Berdasarkan uraian di atas, maka topik penelitian yang penulis lakukan ini benar-benar asli.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**Perpustakaan Universitas Islam Riau**

## BAB III LANDASAN TEORI

### 3.1 Definisi Jalan

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Oglesby,1999).

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006).

### 3.2 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga, 1997).

#### 3.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

##### 1. Jalan Arteri

Adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

##### 2. Jalan kolektor

Adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.

### 3. Jalan Lokal

Adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

### 4. Jalan Lingkungan

Adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan kriterianya adalah perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.



**Gambar 3.1** Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan (Sumber : Yuliani Sudirman, 2018)

### 3.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam MST (Muatan Sumbu Terberat) dengan satuan ton atau dalam LHR (Lalu lintas Harian Rata-Rata) dengan satuan SMP (Satuan Mobil Penumpang). Menurut kelasnya jalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

#### 1. Kelas I

Kelas jalan ini mencakup semua kelas jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam kondisi lalu lintasnya tak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas jalan ini merupakan jalan-jalan raya

yang berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkatan dalam pelayanan lalu lintas.

## 2. Kelas II

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi ke dalam tiga kelas, yaitu :

### a. Kelas II A

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari sejenis aspal beton (*hot mix*) atau yang setaraf, dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan tidak bermotor. Untuk lalu lintas lambat disediakan jalur tersendiri.

### b. Kelas II B

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tanpa kendaraan tidak bermotor.

### c. Kelas II C

Adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tidak bermotor.

## 3. Kelas III

Kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal.

**Tabel 3.1** Klasifikasi Kelas Jalan dalam MST

| Fungsi | Kelas | Muatan Sumbu Terberat/MST (ton) |
|--------|-------|---------------------------------|
| Arteri | I     | >10                             |
|        | II    | 10                              |

Tabel 3.1 Lanjutan

| Fungsi   | Kelas | Muatan Sumbu Terberat/MST (ton) |
|----------|-------|---------------------------------|
|          | III A | 8                               |
| Kolektor | III A | 8                               |
|          | III B | 8                               |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, 1997)

Tabel 3.2 Klasifikasi Kelas Jalan dalam LHR

| Fungsi   | Kelas | LHR Dalam SMP  |
|----------|-------|----------------|
| Arteri   | I     | >20.000        |
| Kolektor | II A  | 6.000 – 20.000 |
|          | II B  | 1.500 – 8.000  |
|          | II C  | <2.000         |
| Lokal    | III   | -              |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, 1997)

### 3.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Tabel 3.3 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan

| Jenis Medan | Notasi | Kemiringan Medan (%) |
|-------------|--------|----------------------|
| Datar       | D      | <3                   |
| Berbukit    | B      | 3-25                 |
| Pegunungan  | G      | >25                  |

(Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997)

### 3.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi menurut wewenang pembinaannya terdiri dari Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya dan Jalan Desa.

### 3.3 Unsur Lalu Lintas

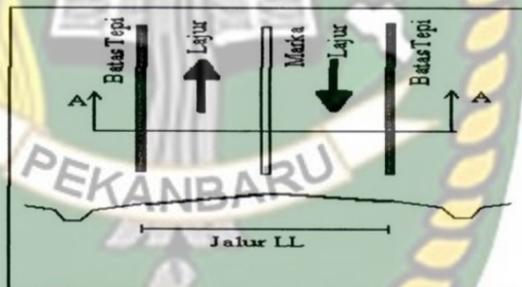
Unsur lalu lintas adalah benda atau pejalan kaki sebagai bagian dari lalu lintas (Hendarsin, 2000).

#### 3.3.1 Jalur Lalu Lintas

Jalur lalu lintas adalah keseluruhan bagian perkerasan jalan yang diperuntukkan untuk lalu lintas kendaraan (Sukirman, 1994).

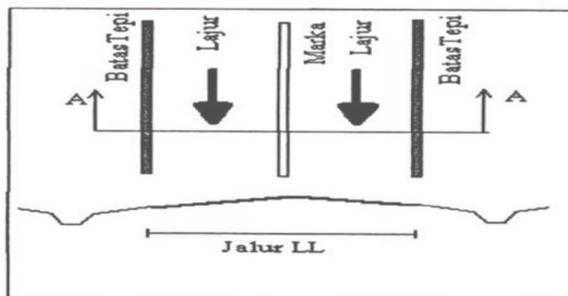
Jalur lalu lintas dapat terdiri atas beberapa lajur dengan tipe antara lain (Bina Marga, 1997):

1. 1 jalur-2 lajur-2 arah (2/2 TB)



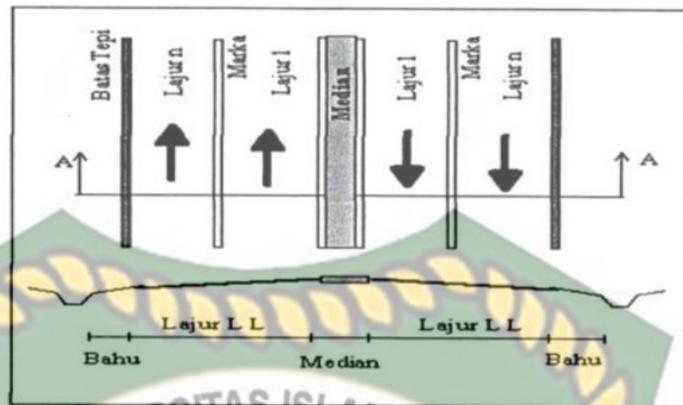
**Gambar 3.2** Jalan 1 Jalur-2 Lajur-2 Arah (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997)

2. 1 jalur-2 lajur-1 arah (2/1 TB)



**Gambar 3.3** Jalan 1 Jalur-2 Lajur-1 Arah (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997)

## 3. 2 jalur-4 lajur-2 arah (4/2 B)



**Gambar 3.4** Jalan 2 Jalur-4 Lajur-2 Arah (Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997)

Keterangan:

TB = tidak terbagi

B = terbagi

### 3.3.2 Lajur

Lajur adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana (Khisty, 2003).

Lebar lajur tergantung pada kecepatan dan kendaraan rencana. Besarnya lebar lajur lalu lintas hanya dapat ditentukan dengan pengamatan langsung dilapangan karena :

1. Lintasan kendaraan yang satu tidak mungkin akan dapat diikuti oleh lintasan kendaraan lain dengan tepat.
2. Lajur lalu lintas mungkin tepat sama dengan lebar kendaraan maksimum. Untuk keamanan dan kenyamanan setiap pengemudi membutuhkan ruang gerak antara kendaraan.
3. Lintasan kendaraan tidak mungkin dibuat tetap sejajar sumbu lajur lalu lintas, karena selama bergerak akan mengalami gaya – gaya samping seperti tidak rata permukaan, gaya sentrifugal di tikungan, dan gaya angin akibat kendaraan lain yang menyiap.

Lebar lajur lalu lintas merupakan lebar kendaraan ditambah dengan ruang bebas antara kendaraan yang besarnya sangat ditentukan oleh keamanan dan kenyamanan yang diharapkan. Pada jalan lokal (kecepatan rendah) lebar jalan minimum 5,50 m (2 x 2,75) cukup memadai untuk jalan 2 jalur dengan 2 arah.

Dengan pertimbangan biaya yang tersedia, lebar 5 m pun masih diperkenankan. Jalan arteri yang direncanakan untuk kecepatan tinggi, mempunyai lebar lajur lalu lintas lebih besar dari 3,25 m sebaiknya 3,50 m. Banyak lajur yang dibutuhkan sangat tergantung dari volume lalu lintas yang akan memakai jalan tersebut dan tingkat pelayanan jalan yang diharapkan. (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997).

#### 3.4 Definisi Pejalan Kaki

Pejalan kaki adalah pergerakan atau sirkulasi atau perpindahan orang atau manusia dari satu tempat titik asal (*origin*) ke tempat lain sebagai tujuan (*destination*) dengan berjalan kaki (Rubenstein, 1992).

Pejalan kaki adalah setiap orang yang berjalan di Ruang Lalu Lintas Jalan. Sedangkan yang dimaksud pengguna jalan adalah orang yang menggunakan jalan untuk berlalu lintas (UU No. 22 Tahun 2009).

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).

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 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).

### 3.5 Keragaman Pejalan Kaki

Penyeberang jalan dengan kondisi fisik yang mendapat perhatian khusus dapat dibagi menjadi tiga (Dewar R dalam ITE 4th edition, 1992), yaitu :

1. Penyeberang yang cacat fisik

Adalah pengguna jalan/penyeberang yang cacat fisiknya atau mempunyai keterbatasan fisiknya, oleh karena itu perlu diberikan fasilitas khusus.

2. Penyeberang anak-anak

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

3. Penyeberang usia lanjut

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

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

### 3.6 Karakteristik Pejalan Kaki

Karakteristik pejalan kaki secara umum dibagi menjadi tiga (Shane dan Roess, 1990), yaitu :

1. Volume pejalan kaki  $V$  (pejalan kaki/menit/meter).
2. Kecepatan menyeberang  $S$  (meter/menit).
3. Kepadatan  $D$  (pejalan kaki/meter persegi).

### 3.7 Definisi Jalur Pejalan Kaki

Jalur pejalan kaki merupakan jalur yang dibuat terpisah dari jalur kendaraan umum, biasanya terletak bersebelahan atau berdekatan dengan jalur kendaraan (Danisworo, 1991).

Jalur pejalan kaki merupakan bagian dari kota, dimana orang bergerak dengan kaki, biasanya disepanjang sisi jalan yang direncanakan atau terbentuk dengan sendirinya yang menghubungkan satu tempat dengan tempat lainnya (Carr dkk, 1992).

Jalur pejalan kaki merupakan lintasan yang diperuntukkan untuk berjalan kaki yang bertujuan untuk memberikan pelayanan kepada pejalan kaki. Jalur pejalan kaki dapat berupa trotoar, penyeberangan sebidang (penyeberangan zebra dan penyeberangan pelikan), dan penyeberangan tidak sebidang (Departemen Pekerjaan Umum, 1999).

### 3.8 Fasilitas Pejalan Kaki

Pejalan kaki adalah istilah dalam transportasi yang digunakan untuk menjelaskan orang yang berjalan di lintasan pejalan kaki baik dipinggir jalan, trotoar, lintasan khusus bagi pejalan kaki ataupun menyeberang jalan. Fasilitas pejalan kaki berfungsi memisahkan pejalan kaki dari jalur lalu lintas kendaraan guna menjamin keselamatan pejalan kaki dan kelancaran lalu lintas. Perlengkapan bagi para pejalan kaki sebagaimana pada kendaraan bermotor sangat penting terutama di daerah perkotaan dan untuk jalan masuk atau keluar dari tempat tinggal (Oglesby dan Hicks, 1999).

### 3.9 Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki

Fasilitas penyeberangan jalan dikelompokkan menjadi dua jenis (Setiawan, 2006), yaitu:

1. Penyeberangan sebidang (*at-grade crossing*)

Penyeberangan sebidang merupakan tipe fasilitas penyeberangan yang paling banyak digunakan karena biaya pengadaan dan operasionalnya relatif murah. Bentuk paling umum adalah berupa *uncontrolled crossing* (penyeberangan tanpa pengaturan), *light-controlled crossing* (penyeberangan dengan lampu sinyal), dan *person-controlled crossing* (penyeberangan yang diatur oleh manusia). Contoh penyeberangan sebidang adalah *zebra cross* dan *pelican cross*.

2. Penyeberangan tidak sebidang (*segregated crossing*)

Penyeberangan tidak sebidang berupa pemisahan ketinggian antara pejalan kaki dan kendaraan, pertama kali diperkenalkan oleh Leonardo da Vinci yang merencanakan kota dengan sistem jalan raya berganda (*double network streets*) dimana para pejalan kaki berada di level atas dan kendaraan

berada dilevel bawah. Contoh penyeberangan tidak sebidang adalah jembatan penyeberangan orang dan terowongan.

### 3.10 Komponen Fasilitas Pejalan Kaki

Komponen-komponen yang saling berkaitan dalam memanfaatkan fasilitas pejalan kaki pada Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan (1995) dan Keputusan Dirjen Perhubungan Darat (1997) adalah sebagai berikut :

1. Pejalan Kaki  
Pejalan kaki adalah orang yang melakukan aktifitas berjalan kaki dan merupakan salah satu unsur pengguna jalan
2. Jalur Pejalan Kaki  
Jalur pejalan kaki adalah jalur yang disediakan untuk pejalan kaki guna memberikan pelayanan kepada pejalan kaki sehingga dapat meningkatkan kelancaran, keamanan, dan kenyamanan pejalan kaki tersebut.
3. Trotoar  
Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada daerah milik jalan, diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan jalan, dan pada umumnya sejajar dengan lalu lintas kendaraan.
4. Non Trotoar  
Non trotoar adalah jalur pejalan kaki yang dibangun pada prasarana umum lainnya diluar jalur, seperti taman di perumahan dan lain-lain.
5. Lapak Tunggu  
Lapak tunggu adalah tempat dimana penyeberang jalan dapat berhenti untuk sementara dalam menunggu kesempatan menyeberang.

### 3.11 Ketentuan Umum Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki

Ketentuan umum dalam merencanakan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan adalah sebagai berikut (Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan, 1995):

1. Pejalan kaki harus mencapai tujuan dengan jarak sedekat mungkin, aman dari lalu lintas yang lain dan lancar.
2. Terjadinya kontinuitas fasilitas pejalan kaki, yang menghubungkan daerah yang satu dengan yang lain.
3. Apabila jalur pejalan kaki memotong arus lalu lintas yang lain harus dilakukan pengaturan lalu lintas, baik dengan lampu pengatur ataupun dengan marka penyeberangan, atau tempat penyeberangan yang tidak sebidang. Jalur pejalan kaki yang memotong jalur lalu lintas berupa penyeberangan (*zebra cross*), marka jalan dengan lampu pengatur lalu lintas (*pelican cross*), jembatan penyeberangan dan terowongan.
4. Fasilitas pejalan kaki harus dibuat pada ruas-ruas jalan di perkotaan atau pada tempat-tempat dimana volume pejalan kaki memenuhi syarat atau ketentuan untuk pembuatan fasilitas tersebut.
5. Jalur pejalan kaki sebaiknya ditempatkan sedemikian rupa dari jalur lalu lintas yang lainnya, sehingga keamanan pejalan kaki lebih terjamin.
6. Dilengkapi dengan rambu atau pelengkap jalan lainnya, sehingga pejalan kaki leluasa untuk berjalan, terutama bagi pejalan kaki yang tuna daksa.
7. Perencanaan jalur pejalan kaki dapat sejajar, tidak sejajar atau memotong jalur lalu lintas yang ada.
8. Jalur pejalan kaki harus dibuat sedemikian rupa sehingga apabila hujan permukaannya tidak licin, tidak terjadi genangan air serta disarankan untuk dilengkapi dengan pohon-pohon peneduh.
9. Untuk menjaga keamanan dan keleluasaan pejalan kaki, harus dipasang kerb jalan sehingga fasilitas pejalan kaki lebih tinggi dari permukaan jalan.

### 3.12 Ketentuan Umum Perencanaan *Zebra Cross*

*Zebra cross* adalah bagian paling penting dari fasilitas pejalan kaki, oleh sebab itu harus direncanakan secara matang dan memenuhi ketentuan Tata Cara Perencanaan Fasilitas Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan Tahun 1995. *Zebra cross* dipasang dengan ketentuan sebagai berikut :

1. *Zebra cross* harus dipasang pada jalan dengan arus lalu lintas, kecepatan lalu lintas dan arus pejalan kaki yang relatif rendah.
2. Lokasi *zebra cross* harus mempunyai jarak pandang yang cukup, agar tundaan kendaraan yang diakibatkan oleh penggunaan fasilitas penyeberangan masih dalam batas yang aman.

### 3.13 Ketentuan Teknis Perencanaan Fasilitas *Zebra Cross*

Perencanaan teknis fasilitas penyeberangan harus memenuhi ketentuan-ketentuan sebagai berikut (Ikbal dan Mashuri, 2011) :

1. *Zebra Cross*  
*Zebra cross* ditempatkan di jalan dengan jumlah aliran penyeberangan jalan atau arus kendaraan yang relatif rendah sehingga penyeberang masih mudah memperoleh kesempatan yang aman untuk menyeberang. *Zebra cross* dipasang dengan ketentuan sebagai berikut:
  - a. *Zebra cross* harus dipasang pada jalan dengan arus lalu lintas, kecepatan lalu lintas dan arus pejalan kaki yang relatif rendah.
  - b. Lokasi *zebra cross* harus mempunyai jarak pandang yang cukup, agar tundaan kendaraan yang diakibatkan oleh penggunaan fasilitas penyeberangan masih dalam batas yang aman.

### 3.14 Waktu Reaksi

Manusia senantiasa berinteraksi dengan lingkungannya. Interaksi ini dapat berupa aksi dan reaksi. Aksi adalah suatu keadaan di mana seseorang memulai suatu interaksi, sedangkan reaksi adalah suatu keadaan di mana seseorang menjawab suatu rangsang yang bersifat disadari dan terkendali. Reaksi ini menjadi penting apabila dihadapkan dengan berbagai keadaan yang memerlukan tindakan yang tepat dan cepat (Houssay, 1955).

Waktu reaksi yaitu waktu yang diperlukan seseorang untuk menjawab suatu rangsangan secara sadar dan terkendali dihitung mulai saat rangsang diberikan (Houssay, 1955). *American Association of State Highway and Transportation Officials* menentukan waktu reaksi adalah selama 1,5 detik (AASHTO, 1990).

### 3.15 Sistem Pengereman

Sistem rem merupakan bagian kendaraan yang merupakan aspek pengaman yang paling penting dan harus dapat melaksanakan perlambatan kendaraan dengan baik, stabil dan nyaman serta membuat kendaraan tetap berhenti (Yoyok, 2019). Kendaraan dengan sistem rem dalam menjalankan fungsinya harus memiliki kemampuan :

1. Dapat menghentikan kendaraan dengan cepat.
2. Gaya rem harus dapat diatur sesuai dengan kehendak sopir.

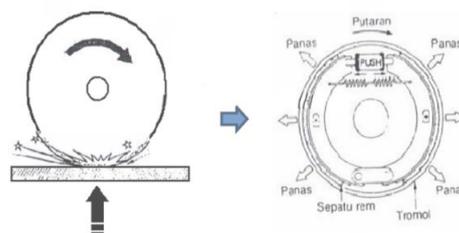
Fungsi rem adalah menyerap baik energi kinetik dari bagian yang bergerak atau energi potensial yang ditimbulkan oleh komponen lain (Jossy, 2011). Dengan kata lain rem adalah komponen yang mengubah energi mekanik menjadi energi *thermal* / panas melalui gesekan. Selain itu rem adalah suatu komponen yang sangat penting bagi kendaraan / alat transportasi. Semakin cepat suatu kendaraan maka memerlukan kapasitas sistem pengereman yang efektif pula.

Menurut Jossy (2011) kapasitas rem tergantung oleh faktor – faktor berikut :

1. Tekanan antara kampas rem dengan permukaan bidang pengereman.
2. Koefisien gesek antara kampas rem dengan bidang pengereman.
3. Batasan kecepatan motor.
4. Area yang terkena gesekan (bidang gesek).
5. Kemampuan kampas rem menyerap panas yang ditimbulkan oleh gesekan.

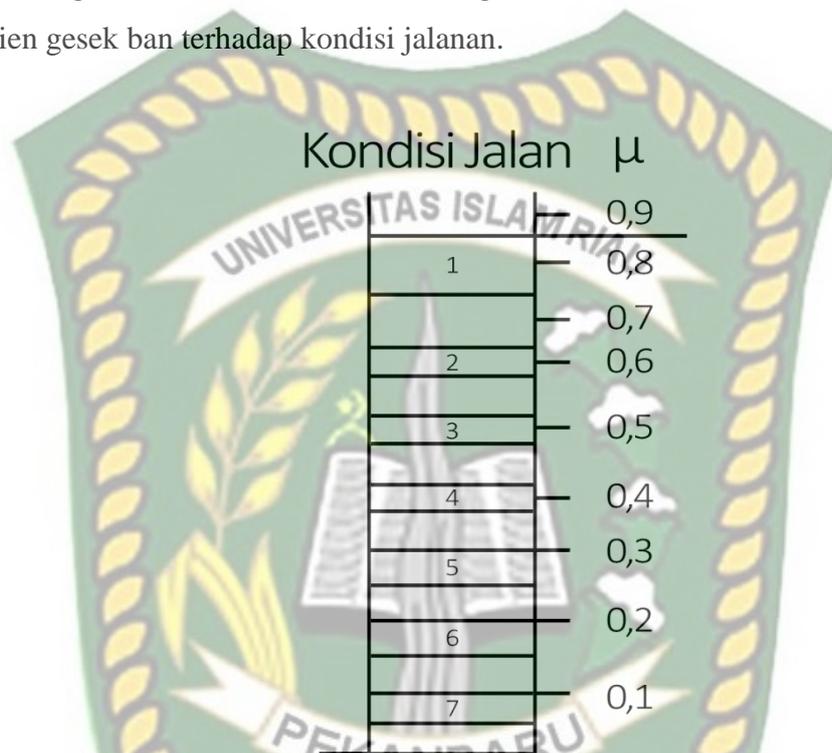
Pengereman kendaraan hingga kendaraan dapat berhenti dalam prosesnya adalah proses gesekan yang diperoleh dari (Yoyok, 2019) :

1. Kemampuan gesekan antara ban dengan permukaan jalan (traksi).
2. Kemampuan gesekan antara kanvas dengan tromol/cakram (gesekan rem).



**Gambar 3.5** Proses Pengereman Kendaraan (Sumber : Fungsi Rem Kaki dan Hand Rem Pada Kendaraan, 2019)

Antara traksi dan gesekan rem keduanya mempengaruhi besarnya pengereman kendaraan yang besarnya sebesar gaya gesek itu sendiri, semakin besar gesekan akan diperoleh perlambatan yang besar dan begitu pula jika gesekannya kecil akan diperoleh perlambatan yang kecil. Besarnya gaya pengereman diperoleh dari proses gesekan antara kanvas rem dengan tromol / cakram. Berikut disajikan koefisien gesek ban terhadap kondisi jalanan.



**Gambar 3.6** Koefisien Gesek Ban Terhadap Kondisi Jalan (Sumber : Fungsi Rem Kaki dan Hand Rem Pada Kendaraan, 2019)

1. Jalan beton dan aspal yang kering.
2. Jalan makadam dan plester yang kering.
3. Jalan beton dan aspal yang basah.
4. Jalan makadam yang basah.
5. Jalan plester yang basah.
6. Jalan makadam yang berlumpur.

Koefisien gesek pada traksi dan gesekan rem adalah termasuk gesekan dua benda yang bergerak sehingga dalam proses gesekan tersebut akan timbul panas, semakin lama dan cepat gerakannya semakin tinggi temperatur yang

ditimbulkannya juga jika pada gesekan tersebut terdapat lapisan diantara dua permukaan yang bergesekan maka akan terjadi perubahan koefisien gesek yang semakin kecil (Yoyok, 2019). Penurunan nilai yang demikian berdampak buruk dan tidak diharapkan dalam pengereman kendaraan karena penurunan nilai berdampak langsung terhadap besarnya gaya gesek yang pada akhirnya kinerja pengereman menurun (kecil–hilang).

### 3.16 Konflik Lalu Lintas

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, 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.

Penelitian ini menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) untuk mengukur konflik lalu lintas sekaligus menghubungkannya dengan tingkat risiko (Cafiso dkk, 2011). Konflik lalu lintas terbagi menjadi tiga fase, yaitu (Cafiso dkk, 2011) :

1. Fase terlewati (*passing phase*)

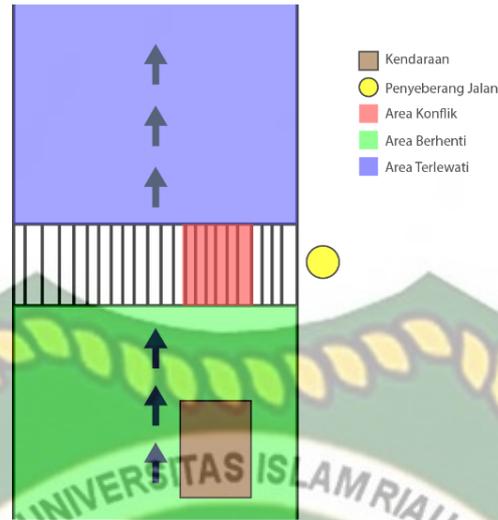
Pada fase ini jarak kendaraan sudah sangat dekat dengan lokasi penyeberangan, sehingga kendaraan sudah akan meninggalkan area konflik sebelum pejalan kaki sampai pada area tersebut.

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.



**Gambar 3.7** Sketsa Area Fase-Fase Konflik

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

1.  $TTC_{i(v)}$  (*Time to Collision of Vehicle*), yang dihitung dengan menggunakan rumus:

$$TTC_{i(v)} = \frac{D_{yi(v)}}{V_{i(v)}} \quad (3.1)$$

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:

$$TTC_{i(p)} = \frac{D_{xi(v)} - D_{xi(p)}}{V_p} \quad (3.2)$$

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 penyeberang dengan area konflik pada waktu ke-i.

$V_p$  (m/det) : kecepatan pejalan kaki.

**Tabel 3.4** Kecepatan Pejalan Kaki

| Sumber                                | Jenis Pejalan Kaki   | Kecepatan (m/s) |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------|
| Sleight (1972)                        | Orang tua dan dewasa | 1,4             |
|                                       | Anak-anak            | 1,6             |
| Trans and Trafic Eng. Handbook (1976) | Rata-rata            | 1,2             |
|                                       | Pejalan kaki lambat  | 0,9-1           |
| Weiner (1968)                         | Rata-rata            | 1,29            |
|                                       | Wanita               | 1,13            |
|                                       | Platoon pria         | 1,17            |
|                                       | Platoon wanita       | 1,11            |
| Endang Widjajanti (1986)              | Pria                 | 1,02            |
|                                       | Wanita               | 0,83            |
|                                       | Rata-rata            | 0,93            |

(Sumber : Karakteristik Pejalan Kaki Pada Jembatan Penyeberangan Bus *Rapid Transit* Stasiun Harmoni *Central Busway*, 2008)

3. *Vehicle Time to Stopping* ( $T_s$ ), yang dihitung dengan rumus:

$$T_{si} = T_r - \frac{V_{i(v)}}{a_b} \quad (3.3)$$

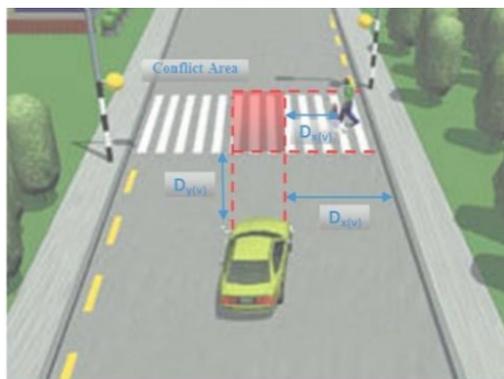
Keterangan:

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

$T_r$  (det) : waktu reaksi pengemudi.

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

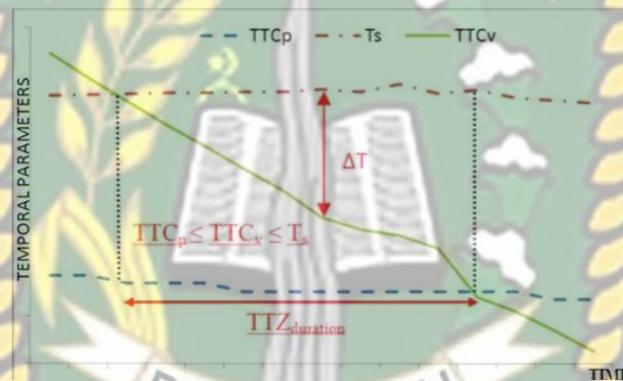
$a_b$  (m/det) : perlambatan pengereman.

**Gambar 3.8** Parameter Dalam Konflik Lalu Lintas (Sumber : 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 3.9** Fase Konflik (Sumber : Cafiso dkk, 2011)

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

$$V_{impact} = \sqrt{v_v^2 - 2 \cdot a_b \cdot (D_y - V_v \cdot T_r)} \quad (3.4)$$

Keterangan:

- $V_{impact}$  (m/det) : kecepatan tabrakan pada waktu ke-i.  
 $V_v$  (m/det) : kecepatan awal kendaraan pada waktu i.  
 $a_b$  (m/det<sup>2</sup>) : perlambatan pengereman.  
 $D_{yi}$  (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):

$$PRI = \sum_{TTZ_D} (V_{\text{impact}})^2 \cdot \Delta T_i \quad (3.5)$$

Keterangan:

$TTZ_D$  (det) : durasi saat penyeberangan

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

$\Delta T_i$  (det) : perbedaan antara  $TTC_{vi}$  dan  $T_s$

### 3.17 Kecelakaan Lalu Lintas

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak di sangka – sangka dan tidak disengaja melibatkan kendaraan yang sedang bergerak dengan atau tanpa pemakai jalan lainnya, mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda ( Peraturan Pemerintah No 43 Tahun 1993).

Pejalan kaki, pengguna kendaraan bermotor dan tidak bermotor di negara berkembang lebih sering menjadi korban kecelakaan lalu lintas dari pada di negara maju, karena pada negara berkembang jumlah fasilitasnya belum memadai (*Asian Development Bank*, 1996).

Kecelakaan adalah suatu kecelakaan jalan yang berakibat terjadinya korban luka yang diakibatkan oleh suatu kendaraan atau lebih yang terjadi di jalan raya, dan didata polisi (ROSPA, 1992, dalam Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lainnya mengakibatkan korban manusia atau kerugian harta benda (PP No. 22 Tahun 2009).

### 3.18 Faktor-Faktor Penyebab Kecelakaan

Di Indonesia penyebab utama besarnya angka kecelakaan adalah faktor manusia, baik karena kelalaian, keteledoran ataupun kelengahan para pengemudi kendaraan maupun pengguna jalan lainnya dalam berlalu lintas, atau sengaja maupun tak sengaja tidak menghiraukan sopan santun dan aturan berlalu lintas di jalan umum (Warpani, 2002)

Faktor - faktor penyebab kecelakaan terdiri dari : faktor manusia, faktor kendaraan, faktor jalan, faktor lingkungan (Elly, 2006).

### 1. Faktor manusia (Pengemudi dan Pejalan kaki)

#### a. Pengemudi

Beberapa kriteria pengemudi sebagai penyebab kecelakaan antara lain:

- 1) Pengemudi mabuk (*Drunk Driver*)
- 2) Pengemudi ngantuk atau lelah (*Fatigue or Overly Tired Driver*)
- 3) Pengemudi lengah (*Emotional or Distracted driver*)
- 4) Pengemudi kurang antisipasi atau kurang terampil (*Unskilled Driver*)

#### b. Pejalan Kaki

Penyebab kecelakaan dapat ditimpakan pada pejalan kaki pada berbagai kemungkinan antara lain seperti menyeberang jalan pada tempat dan waktu yang tidak tepat (aman), berjalan terlalu ketengah dan tidak berhati – hati.

### 2. Faktor kendaraan

Kendaraan dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan apabila tidak dapat dikendalikan sebagaimana mestinya yaitu sebagai akibat kondisi teknis yang tidak layak jalan ataupun penggunaannya tidak sesuai ketentuan antara lain:

- a. Rem blong, kerusakan mesin, ban pecah adalah merupakan kondisi kendaraan yang tidak layak jalan. Kemudi tidak baik, as atau kopel lepas, lampu mati khususnya pada malam hari, slip dan sebagainya.
- b. *Overload* atau kelebihan muatan adalah merupakan penggunaan kendaraan yang tidak sesuai ketentuan tertib muatan.
- c. Desain kendaraan dapat menjadi faktor penyebab beratnya ringannya kecelakaan, tombol – tombol di *dashboard* kendaraan dapat mencederai orang terdorong kedepan akibat benturan, kolom kemudi dapat menembus dada pengemudi pada saat tabrakan. Desain bagian depan kendaraan dapat mencederai pejalan kaki yang terbentur oleh kendaraan. Perbaikan desain kendaraan bergantung kepada pembuat kendaraan namun peraturan atau rekomendasi pemerintah dapat memberikan pengaruh kepada perancang.

d. Sistem lampu kendaraan yang mempunyai dua tujuan yaitu agar pengemudi dapat melihat kondisi jalan di depannya konsisten dengan kecepatannya dan dapat membedakan / menunjukkan kendaraan kepada pengamat dari segala penjuru tanpa menyilaukan.

### 3. Faktor jalan

Jalan dapat menjadi penyebab kecelakaan antar lain untuk hal – hal sebagai berikut:

- a. Kontruksi pada permukaan jalan (misalnya terdapat lubang yang sulit dikenal oleh pengemudi).
- b. Kontruksi jalan yang rusak atau tidak sempurna (misalnya bila posisi permukaan bahu jalan terlalu rendah terhadap permukaan jalan).
- c. Geomertik jalan yang kurang sempurna misalnya derajat kemiringan (superelevasi) yang terlalu kecil atau terlalu besar pada tikungan, terlalu sempitnya pandangan bebas pengemudi dan kurangnya perlengkapan jalan.

### 4. Lingkungan

Lingkungan juga dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan misalnya pada saat adanya kabut, asap tebal, penyeberang, hewan, genangan air, material di jalan atau hujan lebat menyebabkan daya pandang pengemudi sangat berkurang untuk dapat mengemudikan kendaraannya secara aman.

PT Jasa Marga mengelompokkan jenis tabrakan yang melatarbelakangi terjadinya kecelakaan lalu lintas menjadi :

#### 1. Tabrakan depan – depan

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana keduanya saling beradu muka dari arah yang berlawanan, yaitu bagian depan kendaraan yang satu dengan bagian depan kendaraan lainnya.

#### 2. Tabrakan depan – samping

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian depan kendaran yang satu menabrak bagian samping kendaraan lainnya.

### 3. Tabrakan samping – samping

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian samping kendaraan yang satu menabrak bagian yang lain.

### 4. Tabrakan depan – belakang

Adalah jenis tabrakan antara dua kendaraan yang tengah melaju dimana bagian depan kendaraan yang satu menabrak bagian belakang kendaraan di depannya dan kendaraan tersebut berada pada arah yang sama.

### 5. Menabrak penyeberang jalan

Adalah jenis tabrakan antara kendaraan yang tengah melaju dan pejalan kaki yang sedang menyeberang jalan.

### 6. Tabrakan sendiri

Adalah jenis tabrakan dimana kendaraan yang tengah melaju mengalami kecelakaan sendiri atau tunggal.

### 7. Tabrakan beruntun

Adalah jenis tabrakan dimana kendaraan yang tengah melaju menabrak mengakibatkan terjadinya kecelakaan yang melibatkan lebih dari dua kendaraan secara beruntun.

### 8. Menabrak obyek tetap

Adalah jenis tabrakan dimana kendaraan yang tengah melaju menabrak obyek tetap di jalan.

Faktor-faktor penyebab kecelakaan biasanya diklasifikasikan identik dengan unsur-unsur transportasi (Dishub, 2006), yaitu :

1. Faktor manusia, manusia sebagai pemakai jalan yaitu sebagai pejalan kaki dan pengendara kendaraan. Pejalan kaki tersebut menjadi korban kecelakaan dan dapat juga menjadi penyebab kecelakaan. Pengemudi kendaraan merupakan penyebab kecelakaan yang utama, sehingga paling sering diperhatikan.
2. Faktor kendaraan, kendaraan bermotor sebagai hasil produksi suatu pabrik, telah dirancang dengan suatu nilai faktor keamanan untuk menjamin keselamatan bagi pengendaranya, kendaraan harus siap pakai, oleh karena itu kendaraan harus dipelihara dengan baik sehingga semua bagian mobil berfungsi dengan baik, seperti mesin, rem kendali, ban,

lampu, kaca spion, sabuk pengaman, dan alat-alat mobil. Dengan demikian pemeliharaan kendaraan tersebut diharapkan dapat :

- a. Mengurangi jumlah kecelakaan
  - b. Mengurangi jumlah korban kecelakaan pada pemakai jalan lainnya.
  - c. Mengurangi besar kerusakan pada kendaraan bermotor.
3. Faktor kondisi jalan, sangat berpengaruh sebagai penyebab kecelakaan lalu lintas. Kondisi jalan yang rusak dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Begitu juga tidak berfungsinya marka, rambu dan sinyal lalu lintas dengan optimal juga dapat menyebabkan kecelakaan lalu lintas. Ahli jalan raya dan ahli lalu lintas merencanakan jalan dan rambu-rambunya dengan spesifikasi standar, dilaksanakan dengan cara yang benar dan perawatan secukupnya, dengan harapan keselamatan akan didapatkan dengan demikian.
4. Faktor lingkungan jalan, jalan dibuat untuk menghubungkan suatu tempat ketempat lain dari berbagai lokasi baik di dalam kota maupun di luar kota. Berbagai faktor lingkungan jalan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan berlalu lintas. Hal ini mempengaruhi pengemudi dalam mengatur kecepatan (mempercepat, memperlambat, berhenti) juga menghadapi situasi seperti :
- a. Lokasi Jalan:
    - 1) Di dalam kota (di daerah pasar, pertokoan, perkantoran, sekolah, perumahan).
    - 2) Di luar kota (pedesaan).
  - b. Iklim, Indonesia mengalami musim hujan dan musim kemarau yang mengundang perhatian pengemudi untuk waspada dalam mengemudikan kendaraannya.
  - c. Volume lalu lintas, berdasarkan pengamatan diketahui bahwa makin padat lalu lintas jalan, makin banyak pula kecelakaan yang terjadi, akan tetapi kerusakan fatal, makin sepi lalu lintas makin sedikit kemungkinan kecelakaan akan tetapi fatalitas akan semakin tinggi. Adanya komposisi lalu lintas seperti tersebut diatas, diharapkan pada

pengemudi yang sedang mengendarai kendaraannya agar selalu berhati-hati dengan keadaan tersebut.

### 3.19 Tipe dan Karakteristik Kecelakaan

Secara garis besar pengelompokan kecelakaan berdasarkan proses terjadinya adalah sebagai berikut (Abubakar, 1996) :

1. Kecelakaan tunggal (KT), yaitu kecelakaan tunggal yang dialami oleh satu kendaraan.
2. Kecelakaan pejalan kaki (KPK), yaitu kecelakaan tunggal yang melibatkan pejalan kaki.
3. Kecelakaan membelok dua kendaraan (KMDK), yaitu kejadian kecelakaan pada saat melakukan gerakan membelok dan hanya dua kendaraan yang membelok.
4. Kecelakaan membelok lebih dari dua kendaraan (KMLDK), yaitu kejadian kecelakaan pada saat melakukan gerakan membelok dan lebih dari dua kendaraan yang terlibat.
5. Kecelakaan tanpa ada gerakan membelok dua kendaraan (KDK), yaitu kejadian kecelakaan pada saat berjalan lurus atau kejadian kecelakaan tanpa ada gerakan dan hanya dua kendaraan yang terlibat.
6. Kecelakaan tanpa membelok lebih dari dua kendaraan (KLDK) yaitu kejadian kecelakaan pada saat berjalan lurus atau kecelakaan yang terjadi tanpa ada gerakan membelok dan lebih dari dua kendaraan yang terlibat.

Secara garis besar karakteristik kecelakaan menurut tabrakan dapat diklasifikasikan dengan dasar yang seragam (Fachrurozy, 1986) :

1. *Rear-angle* (Ra), tabrakan antara kendaraan yang bergerak pada arah yang berbeda, tidak berlawanan arah, kecuali pada sudut kanan.
2. *Rear-end* (Re), kendaraan menabrak dari belakang kendaraan lain yang bergerak searah, kecuali pada jalur yang sama.
3. *Sideswipe* (Ss), kendaraan yang menabrak kendaraan lain dari samping ketika berjalan pada arah yang sama, atau pada arah yang berlawanan, kecuali pada jalur yang berbeda.

4. *Head on* (Ho), tabrakan antara kendaraan yang berjalan pada arah yang berlawanan.
5. *Backing*, tabrakan secara mundur.

Berdasarkan jenis korban, korban kecelakaan lalu lintas dikelompokkan menjadi (Abubakar, 1996) :

1. Korban meninggal dunia adalah korban yang meninggal di tempat kejadian atau dalam waktu beberapa hari, atau paling lambat 30 hari setelah kejadian sebagai akibat dari kecelakaan lalu lintas.
2. Korban cedera berat adalah korban yang memerlukan perawatan di rumah sakit, paling sedikit satu malam.
3. Korban cedera ringan adalah korban yang memerlukan perawatan medis namun tidak harus menginap di rumah sakit.



## BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

### 4.1 Alat penelitian

Alat penelitian yang digunakan sebagai berikut :

- a. Roll meter
- b. Alat tulis
- c. Formulir survei
- d. Kamera

### 4.2 Teknik Pengumpulan Data

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

Adapun data-data yang didapatkan dari observasi lapangan adalah sebagai berikut :

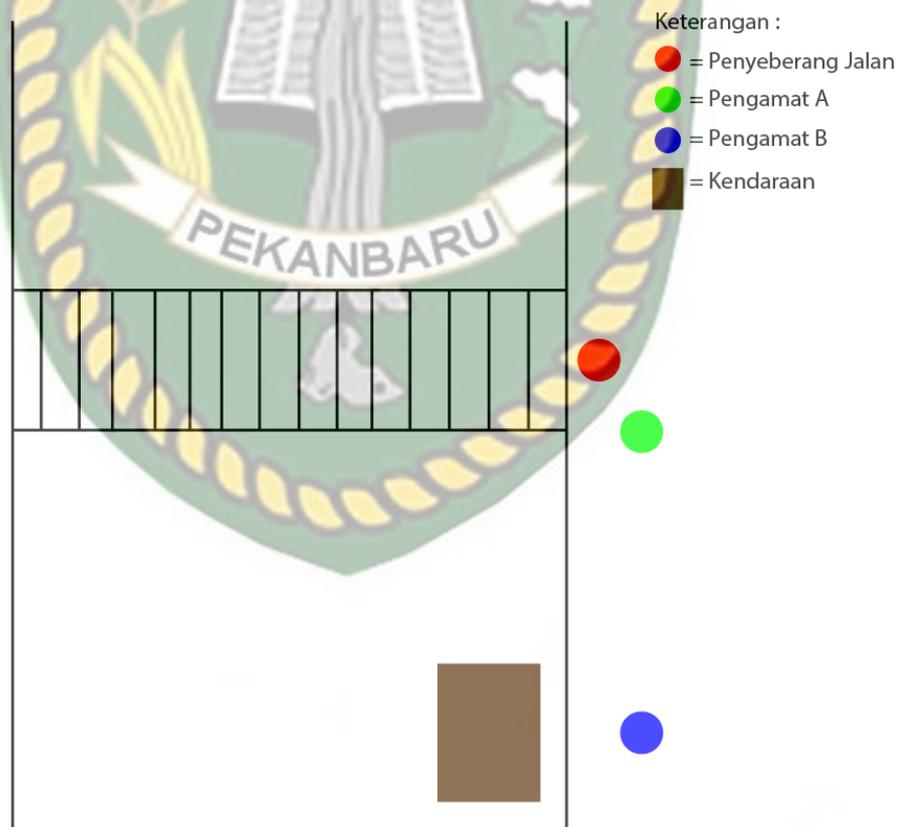
1. Waktu tempuh kendaraan mencapai daerah penyeberangan (s).
2. Jarak antara kendaraan dengan lokasi penyeberangan ( $D_{y(v)}$ ).
3. Jarak kendaraan dengan tepi jalan ( $D_{x(v)}$ ).
4. Jarak penyeberang dengan area konflik ( $D_{x(p)}$ ).

Berikut adalah tahapan-tahapan dalam mendapatkan data-data tersebut di lapangan :

1. Pengamat A berdiri di tepi jalan yang berdekatan dengan daerah penyeberangan.
2. Pengamat B berdiri sejauh 20m-30m dari daerah penyeberangan mengikuti arah datangnya kendaraan.
3. Pada saat ada siswa yang menyeberang pengamat A akan memberikan tanda kepada pengamat B, pada saat yang bersamaan pengamat A menghidupkan stopwatch untuk menghitung waktu tempuh kendaraan menuju ke daerah penyeberangan dan waktu tempuh pejalan kaki menyeberang jalan.

4. Saat mendapatkan tanda dari pengamat A maka pengamat B akan mengamati kendaraan terdekat yang menuju ke daerah penyeberangan, setelah jalanan dirasa sepi maka pengamat B akan menandai posisi kendaraan di jalan yang bertepatan saat penyeberang mulai menyeberang jalan.
5. Posisi kendaraan yang ditandai adalah bagian terdepan kendaraan yang berdekatan dengan tepi jalan, sesuai dengan arah penyeberang menyeberang jalan.
6. Hal ini dilakukan sebanyak sampel yang dibutuhkan, dalam penelitian ini dilakukan sebanyak 10 kali untuk 1 kali observasi.
7. Setelah jalan dirasa sangat sepi barulah tanda-tanda di jalan tersebut diukur menggunakan meteran.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



**Gambar 4.1** Sketsa Pengambilan Data

### 4.3 Jadwal Pengambilan Data

Pengambilan data diambil pada hari sekolah yaitu selama 5 hari, dimulai dari tanggal 6 Agustus 2018 sampai dengan tanggal 10 Agustus 2018 tepatnya hari Senin sampai hari Jumat dengan pembagian waktu sebagai berikut :

1. 06.30 – 07.30
2. 16.00 – 17.00

### 4.4 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian adalah tahap-tahap yang dilakukan secara berurutan selama berlangsungnya penelitian. Tahapan-tahapan penelitian ini memeberikan gambaran secara garis besar langkah-langkah pelaksanaan penelitian yang akan menentukan peneliti lebih terarah selama berjalannya penelitian. Adapun tahapan yang dilakukan pada penelitian kali ini:

1. Mulai

Mulai adalah langkah awal sebelum melakukan persiapan dalam penelitian.

2. Persiapan

Persiapan dengan melakukan pemilihan lokasi, survei pendahuluan dan identifikasi masalah.

3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari survei geometrik jalan, survei kendaraan dan survei pedestrian. Survei dilakukan selama 5 hari dengan formulir survei untuk mencatat hasil survei, sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah foto lokasi penelitian.

Pengumpulan data primer bertujuan untuk perhitungan nilai PRI. Karena dalam menghitung nilai PRI dibutuhkan data-data terkait yang didapatkan dengan cara observasi lapangan. Sedangkan untuk data sekunder diperlukan sebagai data pendukung dalam penelitian, dimana data ini juga didapatkan dari observasi lapangan.

#### 4. Pengolahan Data

Tahapan selanjutnya yang harus dilakukan adalah pengolahan data. Data-data yang didapat dari survei kendaraan dan survei pedestrian diolah terlebih dahulu untuk diubah menjadi sebuah informasi.

#### 5. Analisa Data

Analisa data pada penelitian ini dilakukan setelah fase-fase konflik yang terjadi telah diidentifikasi terlebih dahulu, sehingga karakteristik atau sifat-sifat datanya dapat dengan mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

Kemudian dari fase-fase konflik tersebut dihitung nilai PRInya yang nantinya akan diketahui tingkat risiko kecelakaan yang akan terjadi pada setiap penyeberangan yang telah di observasi.

#### 6. Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan yaitu membahas hasil-hasil yang disederhanakan dalam bentuk tabel, grafik atau lainnya, agar mempermudah pemahaman hasil bagi para pembaca.

#### 7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan merupakan hasil akhir yang didapatkan dari penelitian. Saran merupakan masukan-masukan yang berguna untuk kemajuan pihak-pihak yang terkait dan berwenang dalam ruang lingkup penelitian.

#### 8. Selesai.

### 4.5 Analisis Data

Langkah-langkah dalam analisis data adalah sebagai berikut:

#### 1. Analisis konflik lalu lintas.

Dalam analisis konflik lalu lintas terlebih dahulu ditentukan nilai-nilai sebagai berikut :

- a. *Time to Collision Vehicle* (TTC<sub>v</sub>)
- b. *Time to Collision Pedestrian* (TTC<sub>p</sub>)
- c. *Vehicle Time to Stopping* (T<sub>s</sub>)

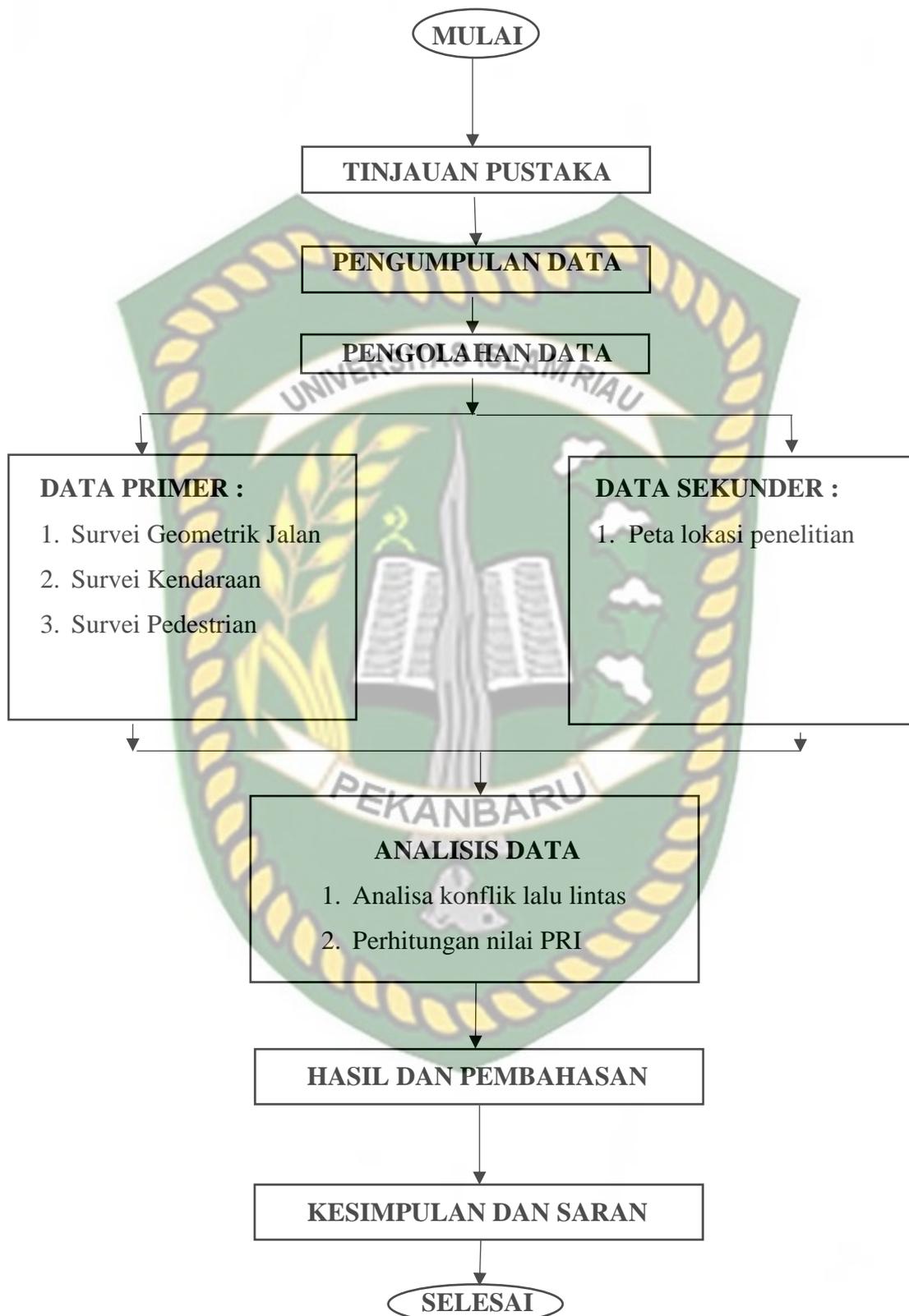
Nilai-nilai tersebut dihitung menggunakan rumus seperti yang telah disampaikan pada bab selumnya. Analisa ini bertujuan untuk mendapatkan fase-fase kejadian yang terjadi di area konflik.

## 2. Perhitungan nilai PRI.

Perhitungan nilai PRI dilakukan dengan rumus yang dikemukakan oleh Casifo dkk (2011) yang telah dikemukakan pada bab sebelumnya. Dimana nilai PRI dihitung hanya pada saat konflik terjadi atau dengan kata lain hanya pada fase konflik saja. Adapun sebelum menghitung nilai PRI diperlukan data-data sebagai berikut :

- a. Sampel disaat fase konflik terjadi
- b. Nilai  $V_{impact}$  (kecepatan tabrakan)

Dari nilai PRI yang diperoleh nanti dapat dibandingkan tingkat risiko kecelakaan antara jenis penyeberangan tunggal dengan jenis penyeberangan kelompok, serta antara jam penyeberangan pagi dengan jam penyeberangan sore.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

#### 4.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah titik penyeberangan di Jalan DR. Soetomo, yaitu di gerbang depan SMPN 4 Pekanbaru. 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 4.3.



**Gambar 4.3** Lokasi Penelitian (Sumber: *Google Maps*)

Pada waktu sore hari, kerumunan siswa yang akan menyeberang atau sedang menunggu kendaraan jemputan mengganggu akses kendaraan dari dalam dan luar sekolah. Siswa cenderung menunjukkan perilaku berisiko dengan bercanda ataupun berlari-larian ketika akan menyeberang.

## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Geometri Jalan Raya

Dari survei yang dilakukan diketahui bahwa lebar jalan adalah 9,6 m dan lebar penyeberangan adalah 4,1 m dengan panjang penyeberangan sama dengan lebar jalan yaitu 9,6 m.



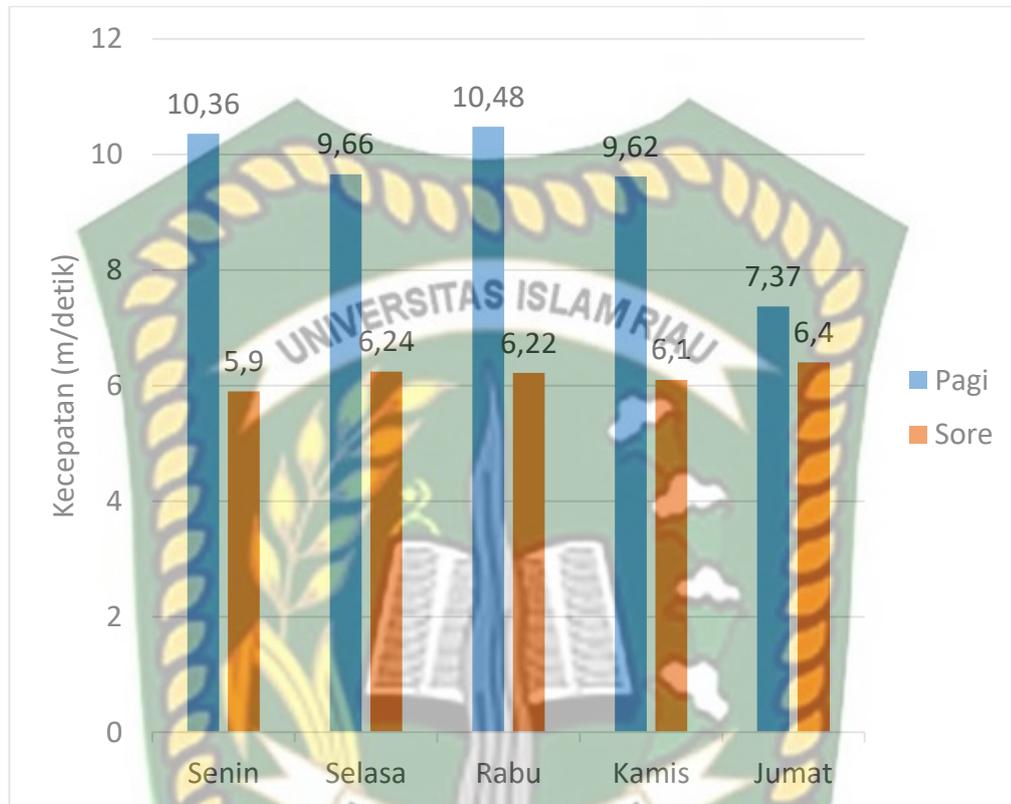
**Gambar 5.1** Survei Lebar Jalan (Sumber : Observasi Lapangan)

Pada penelitian ini panjang jalan maksimal yaitu 75 m dihitung dari lokasi penyeberangan sampai ke arah datangnya kendaraan.

### 5.2 Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan didapat dari perhitungan manual. Adapun data-data kecepatan kendaraan yang diambil terbagi antara pagi hari dan sore hari. Pada pagi hari diambil 10 sampel kendaraan dari jam 06.30 – 07.30 dan pada sore hari juga diambil 10 sampel kendaraan dari jam 16.00 – 17.00. Survei dilakukan selama 5 hari dimulai dari tanggal 6 Agustus 2018 sampai dengan tanggal 10 Agustus 2018 tepatnya dari hari Senin hari sampai hari Jumat. Banyaknya sampel yang diambil

adalah 20 sampel, dimana 10 sampel pada pagi hari dan 10 sampel pada sore hari. Untuk perhitungan kecepatan dapat dilihat di Lampiran A-1.



**Gambar 5.2** Kecepatan Kendaraan Rata-Rata (Sumber : Hasil Analisa)

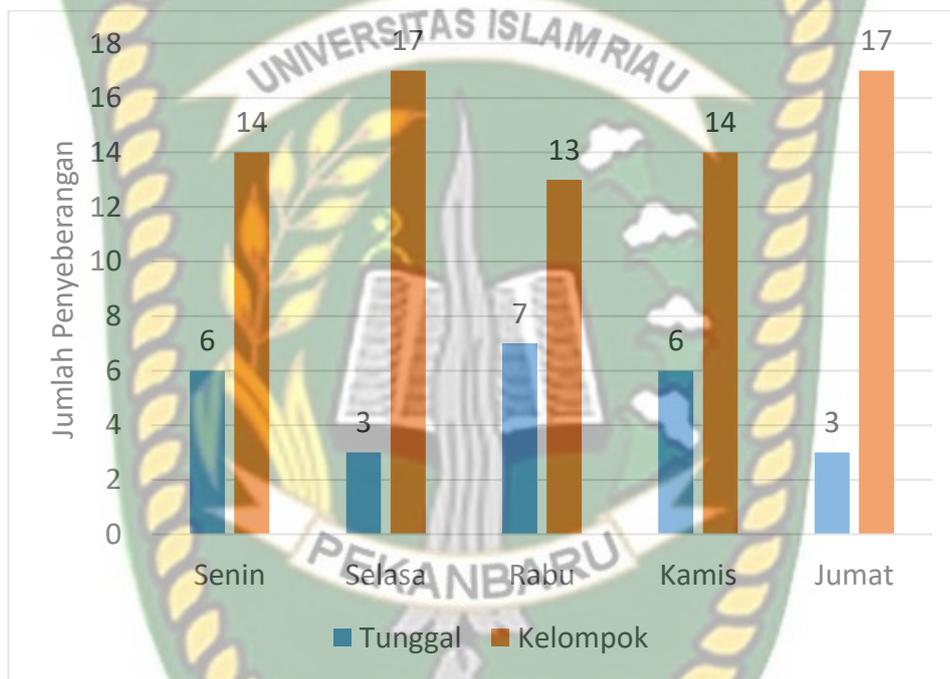
Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa rata-rata kecepatan kendaraan pada pagi hari lebih tinggi dibandingkan dengan rata-rata kecepatan kendaraan pada sore hari. Dimana untuk kecepatan rata-rata tertinggi terjadi pada hari Rabu saat penyeberangan pagi sebesar 10,48 m/detik, sedangkan kecepatan terendah terjadi pada hari Senin saat penyeberangan sore sebesar 5,9 m/detik.

Dari observasi lapangan yang dilakukan diketahui bahwa pada sore hari banyak pedagang dan kendaraan yang berhenti ditepi jalan sehingga menyebabkan kemacetan. Hal tersebutlah yang membuat kecepatan pada sore hari lebih rendah daripada sore hari.

Data kecepatan kendaraan dibutuhkan untuk menghitung nilai *Pedestrian Risk Index* (PRI).

### 5.3 Jenis Penyeberangan

Jenis penyeberangan terbagi menjadi dua, yaitu penyeberangan tunggal dan penyeberangan kelompok. Adapun penyeberangan tunggal merupakan penyeberangan yang dilakukan oleh satu orang, sedangkan penyeberangan kelompok merupakan penyeberangan yang dilakukan oleh dua orang atau lebih. Fungsi dari menentukan jenis penyeberangan ini adalah untuk mengetahui perbedaan nilai PRI antara penyeberang tunggal dengan penyeberang kelompok.



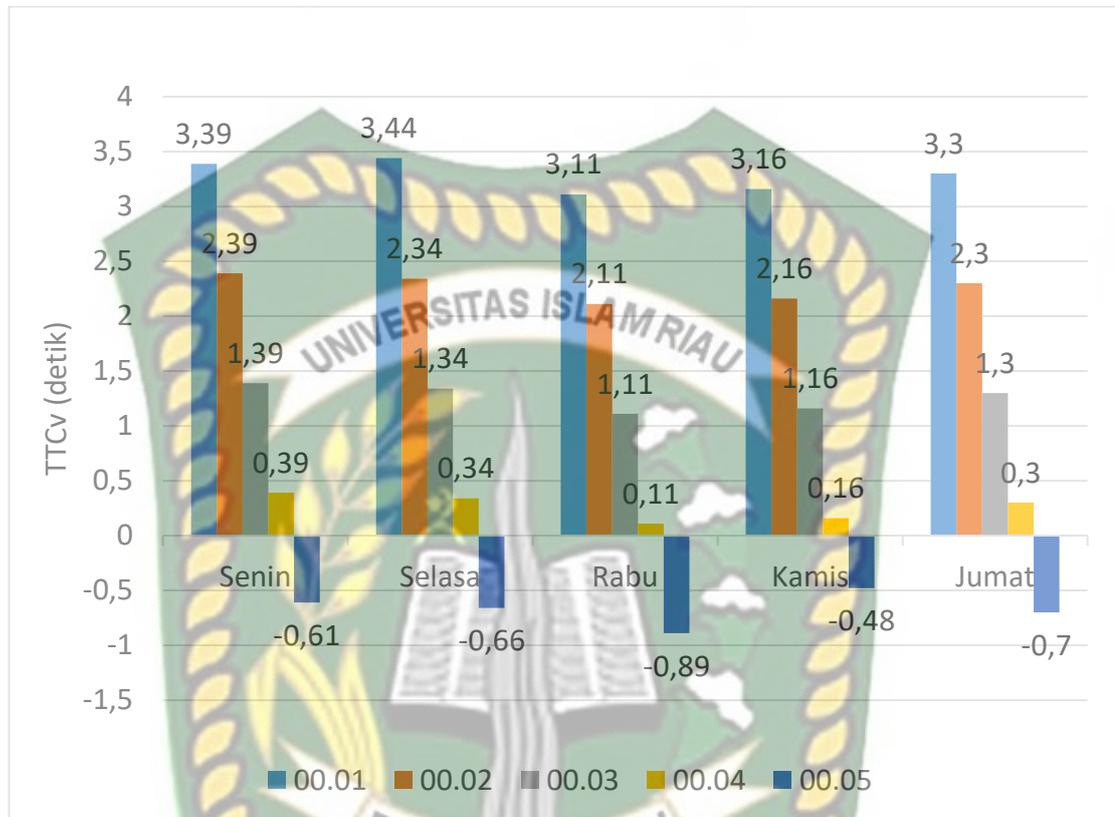
Gambar 5.3 Jumlah Jenis Penyeberangan Per Hari (Sumber : Observasi Lapangan)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa mayoritas penyeberang cenderung menyeberang secara berkelompok. Dari 20 sampel yang diobservasi setiap harinya rata-rata lebih dari 10 sampel merupakan penyeberangan kelompok, sedangkan penyeberangan tunggal rata-rata di bawah 10.

### 5.4 Time To Collision Of Vehicle ( $TTC_v$ )

Dalam menentukan nilai  $TTC_v$  dibutuhkan nilai jarak antara kendaraan dan lokasi penyeberangan pada waktu ke- $i$  serta kecepatan kendaraan pada waktu ke- $i$ .

Dimana nilai-nilai tersebut diperoleh dari survei yang dilakukan dilapangan. Kemudian nilai  $TTC_v$  dihitung dengan rumus yang tercantum pada bab 3 persamaan 3.1 dan untuk perhitungan nilai  $TTC_v$  bisa dilihat di Lampiran A-1.



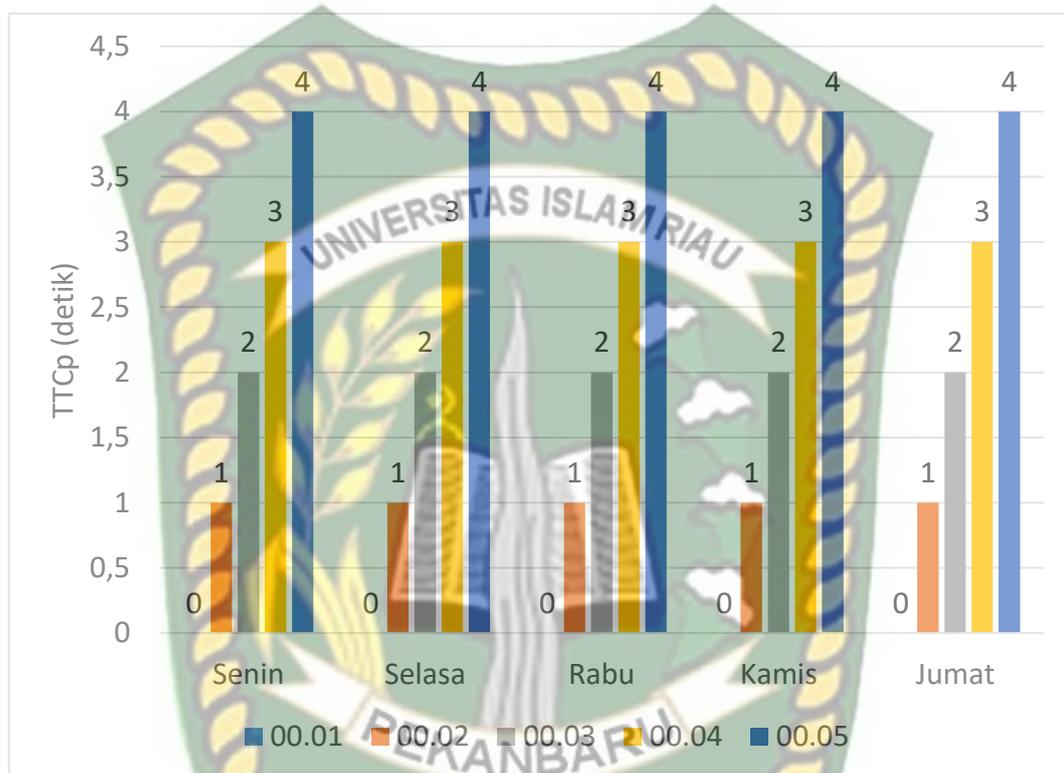
**Gambar 5.4** Nilai  $TTC_v$  Rata-Rata (Sumber : Hasil Analisa)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa rata-rata waktu yang digunakan kendaraan untuk mencapai lokasi penyeberangan terhitung pada detik pertama sejak kendaraan diteliti adalah sebesar 3 detik. Adapun untuk nilai  $TTC_v$  negatif artinya kendaraan sudah melewati lokasi penyeberangan.

### 5.5 Time To Collision Of Pedestrian ( $TTC_p$ )

Dalam menentukan nilai  $TTC_p$  dibutuhkan nilai jarak kendaraan dengan tepi jalan pada waktu ke- $i$ , jarak penyeberang dengan area konflik pada waktu ke- $i$ , dan kecepatan pejalan kaki. Dimana nilai-nilai tersebut diperoleh dari survei yang dilakukan dilapangan, sedangkan untuk kecepatan pejalan kaki yang digunakan adalah 1,2 m/s. Kecepatan tersebut merupakan kecepatan rata-rata pejalan kaki rata-rata (*Trans and Traffic Eng. Handbook*, 1976). Nilai tersebut dipilih karena saat

dilakukan perhitungan manual kecepatan pejalan kaki di lapangan hasil yang didapat rata-rata sebesar 1,2 m/s, untuk hasil perhitungan manual kecepatan pejalan kaki dapat dilihat pada Lampiran A-4. Kemudian nilai  $TTCp$  dihitung dengan menggunakan rumus yang tercantum pada bab 3 persamaan 3.2 dan untuk perhitungan nilai  $TTCp$  bisa dilihat di Lampiran A-2.



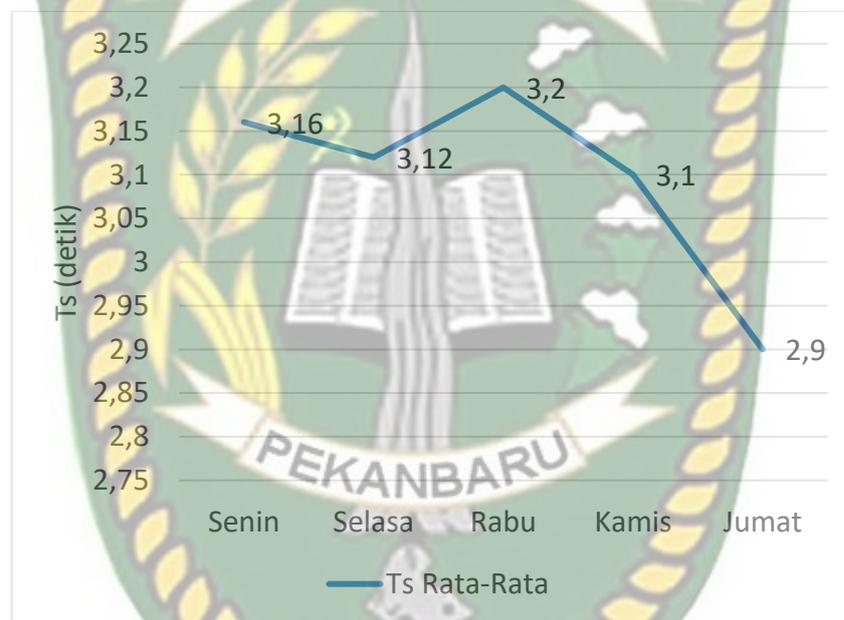
**Gambar 5.5**  $TTCp$  Rata-Rata (Sumber : Hasil Analisa)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa waktu yang digunakan oleh pejalan kaki untuk mencapai area konflik relatif sama setiap harinya. Hal ini terjadi karena jarak kendaraan dengan tepi jalan sama dengan jarak penyeberang dengan area konflik pada detik pertama. Sehingga untuk detik selanjutnya terdapat perubahan nilai  $TTCp$  yang konstan.

## 5.6 Vehicle Time To Topping ( $T_s$ )

Dalam menentukan nilai  $T_s$  terlebih dahulu kita harus mengetahui kecepatan kendaraan yang didapatkan dari hasil survei di lapangan. Kemudian kita harus menetapkan besarnya waktu reaksi yang akan digunakan. *American Association of State Highway and Transportation Officials 1990 (AASHTO)* menentukan waktu

PIEV atau waktu reaksi adalah 1,5 detik. Selanjutnya kita harus menentukan nilai perlambatan pengereman, pada penelitian ini diambil nilai perlambatan pengereman sebesar  $4,9 \text{ m/det}^2$  ( $\mu=0,5$ ;  $g=9,81 \text{ m/det}^2$ ). Nilai koefisien gesek ( $\mu$ ) 0,5 diambil karena beberapa hari saat observasi dilakukan jalanan dalam keadaan basah, dan untuk mempermudah perhitungan nilai koefisien gesek diseragamkan. Adapun besaran nilai koefisien gesek berdasarkan kondisi jalan dapat dilihat pada bab 3 gambar 3.6. Kemudian nilai  $T_s$  dihitung dengan menggunakan rumus yang tercantum pada bab 3 persamaan 3.3 dan untuk perhitungan nilai  $T_s$  dapat dilihat pada Lampiran A-2.



**Gambar 5.6** Ts Rata-Rata (Sumber : Hasil Analisa)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa rata-rata kendaraan membutuhkan waktu henti sebesar 3 detik. Dimana waktu henti rata-rata tertinggi terjadi pada hari Rabu sebesar 3,2 detik, sedangkan yang terendah terjadi pada hari Jum'at sebesar 2,9 detik.

### 5.7 Fase Konflik Lalu Lintas

Setelah mendapatkan nilai  $TTC_v$ ,  $TTC_p$ , dan  $T_s$  maka langkah selanjutnya adalah menentukan fase konflik yang terjadi. Konflik lalu lintas terbagi menjadi tiga yaitu *stopping phase*, *passing phase*, dan *conflict phase*.

Fase konflik yang terjadi ditentukan dengan cara membandingkan antara nilai TTCv, TTCp, dan Ts seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Adapun cara menentukan fase konflik yang terjadi dapat dilihat di Lampiran A-3.

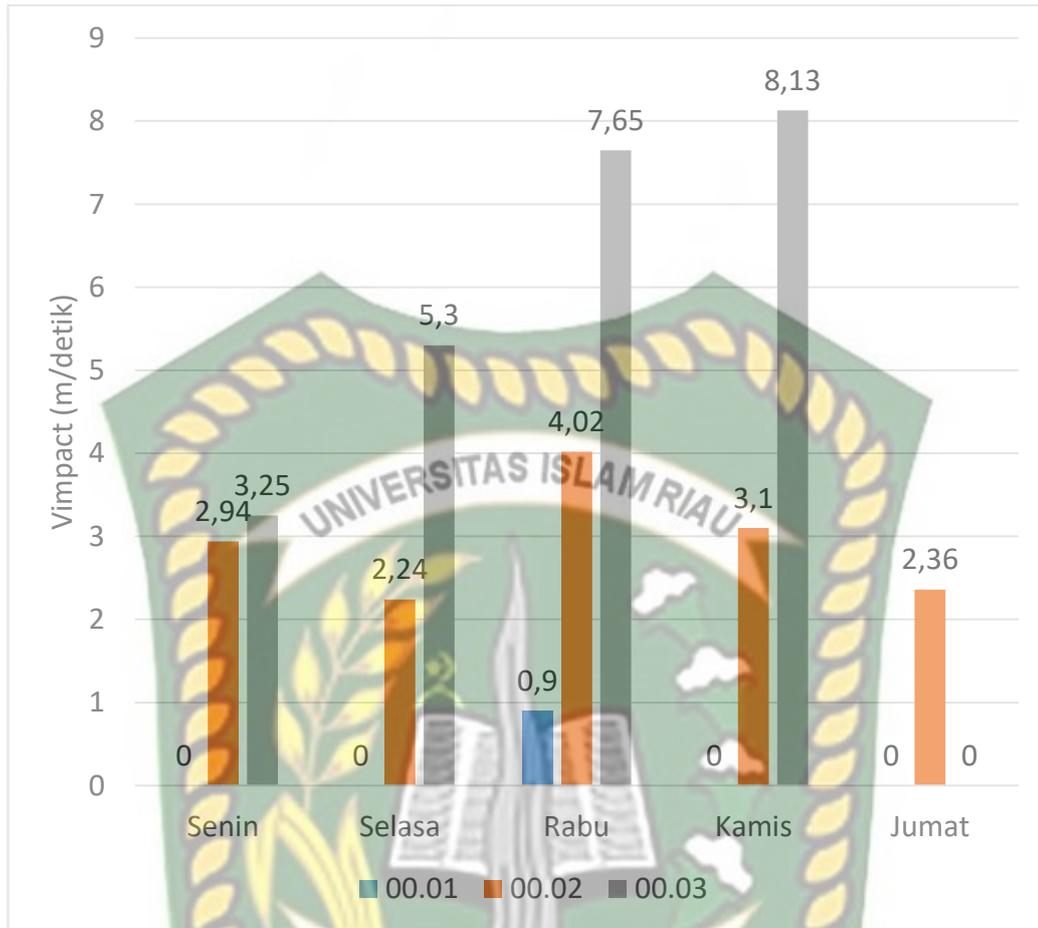


**Gambar 5.7** Fase Konflik (Sumber : Observasi Lapangan)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa konflik terbanyak terjadi pada detik ke-2, ini menunjukkan bahwa pada detik ke-2 sangat rentan atau sangat berisiko untuk terjadinya konflik. Sedangkan untuk detik ke-4 dan ke-5 sudah tidak ada lagi konflik yang terjadi, bisa dikatakan pada detik ini kendaraan dan pejalan kaki sudah tidak berada pada area konflik.

### 5.8 Kecepatan Tabrakan ( $V_{impact}$ )

Parameter terakhir yang dibutuhkan dalam menghitung nilai tingkat risiko kecelakaan (PRI) adalah  $V_{impact}$  atau kecepatan tabrakan. Nilai  $V_{impact}$  hanya dihitung pada saat *conflict phase* saja, adapun nilai  $V_{impact}$  tersebut dihitung dengan menggunakan rumus yang tercantum pada bab 3 persamaan 3.4. Untuk perhitungan nilai  $V_{impact}$  dilihat di Lampiran A-3.

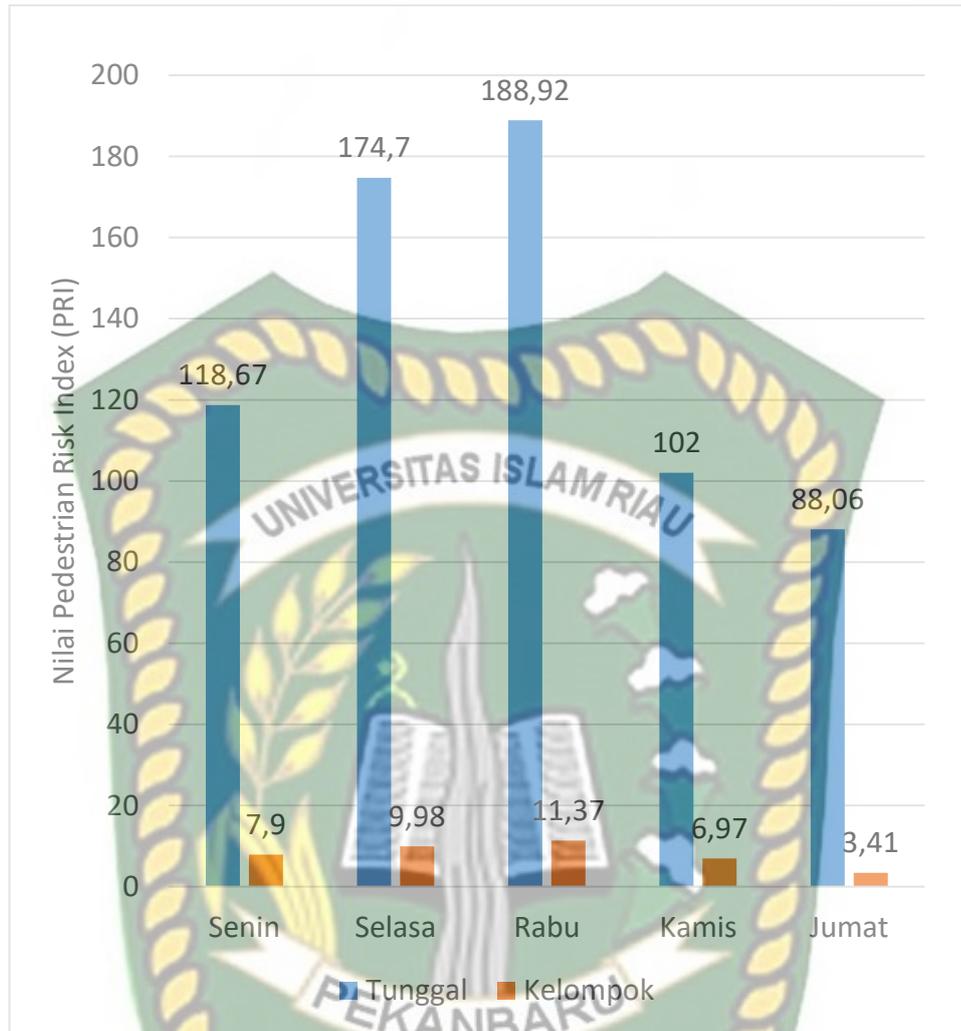


**Gambar 5.8** *Vimpact* Rata-Rata (Sumber : Hasil Analisa)

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kecepatan tabrakan tertinggi terjadi pada hari Kamis detik ke-3. Sedangkan untuk kecepatan tabrakan terendah terjadi pada hari Rabu pada detik ke-1. Dari grafik tersebut juga dapat dilihat bahwa pada detik ke-1 cenderung tidak ada kecepatan tabrakan yang artinya pada detik tersebut risiko kecelakaan terbilang rendah.

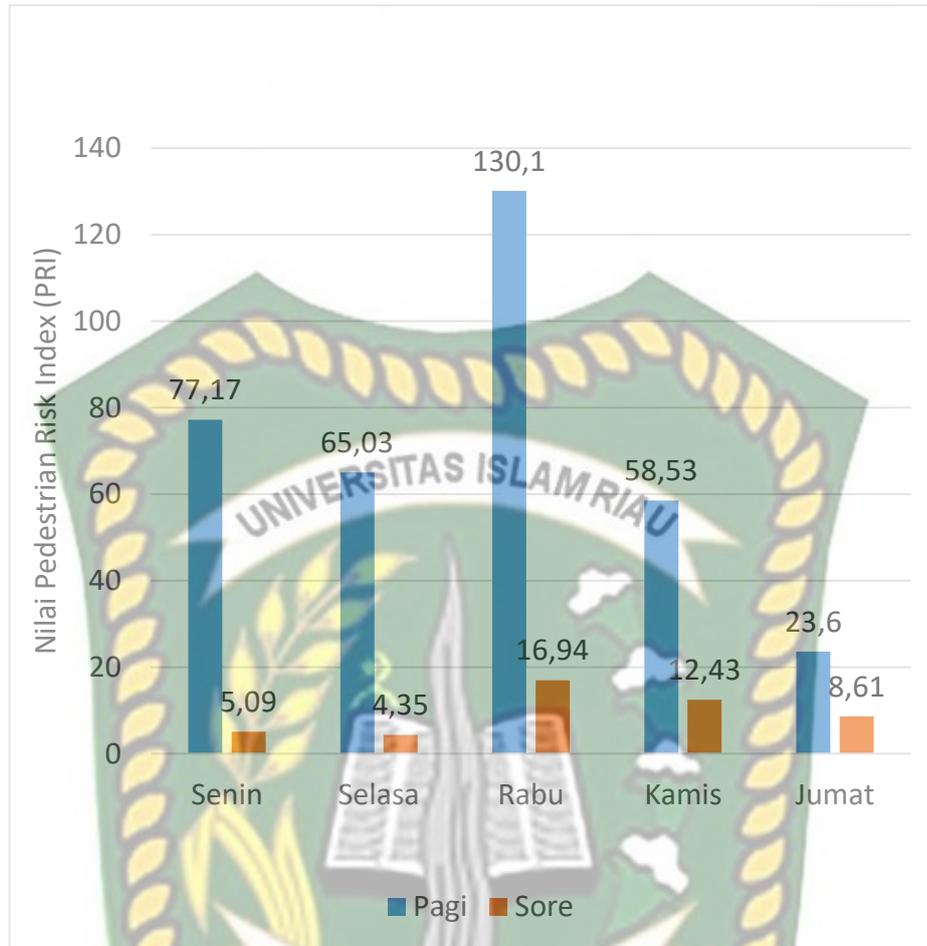
### 5.9 Perhitungan Nilai PRI

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan nilai  $V_{impact}$  adalah menghitung nilai PRI. Perhitungan nilai PRI dilakukan dengan rumus yang dikemukakan oleh Cafiso dkk (2011) yang telah tercantum pada bab 3 persamaan 3.5. Untuk perhitungan nilai PRI dapat dilihat di Lampiran A-4.



**Gambar 5.9** PRI Rata-Rata Per Hari Berdasarkan Jenis Penyeberangan  
 (Sumber : Hasil Analisa)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa nilai PRI rata-rata tertinggi setiap harinya terjadi pada jenis penyeberangan tunggal, dengan nilai PRI rata-rata tertinggi terjadi pada hari Rabu sebesar 188,92. Sedangkan untuk nilai PRI rata-rata jenis penyeberangan kelompok jauh lebih rendah dibandingkan dengan jenis penyeberangan tunggal, dimana nilai PRI rata-rata terendah terjadi pada hari Jum'at sebesar 3,41.



**Gambar 5.10** PRI Rata-Rata Per Hari Berdasarkan Jam Penyeberangan  
(Sumber : Hasil Analisa)

Dapat dilihat pada grafik di atas bahwa nilai PRI rata-rata tertinggi setiap harinya terjadi pada jam penyeberangan pagi, dengan nilai PRI rata-rata tertinggi terjadi pada hari Rabu sebesar 130,1. Sedangkan untuk nilai PRI rata-rata jam penyeberangan sore jauh lebih rendah dibandingkan dengan jam penyeberangan sore, dimana nilai PRI rata-rata terendah terjadi pada hari Selasa pada jam penyeberangan sore.

**Tabel 5.1** Nilai PRI Rata-Rata

| Jenis Penyeberangan |          | Jam Penyeberangan |      |
|---------------------|----------|-------------------|------|
| Tunggal             | Kelompok | Pagi              | Sore |
| 134,47              | 7,93     | 70,88             | 9,53 |

(Sumber : Hasil Analisa)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa jenis penyeberangan tunggal memiliki nilai PRI rata-rata sebesar 134,47 sedangkan nilai PRI rata-rata penyeberangan kelompok sebesar 7,93, yang artinya nilai PRI rata-rata penyeberangan tunggal lebih tinggi dibandingkan dengan penyeberangan kelompok. Untuk jam penyeberangan pagi nilai PRI rata-rata sebesar 70,88 sedangkan untuk jam penyeberangan sore nilai PRI rata-rata sebesar 9,53, yang artinya nilai PRI rata-rata penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari lebih tinggi dari pada sore hari.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

## **BAB VI**

### **PENUTUP**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Untuk jenis penyeberangan tunggal nilai PRI rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 134,47, sedangkan nilai PRI rata-rata penyeberangan kelompok adalah sebesar 7,93. Dapat dilihat bahwa nilai PRI untuk jenis penyeberangan tunggal jauh lebih besar dibandingkan dengan jenis penyeberangan kelompok, yang artinya penyeberangan yang dilakukan secara berkelompok jauh lebih aman dibandingkan dengan penyeberangan yang dilakukan secara tunggal.
2. Untuk penyeberangan yang dilakukan pada pagi hari nilai PRI rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 70,88, sedangkan penyeberangan yang dilakukan pada sore hari nilai PRI rata-ratanya sebesar 9,53. Hal tersebut terjadi karena kendaraan yang melintas pada pagi hari memiliki kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sore hari. Dari tinjauan lapangan yang telah dilakukan diketahui bahwa pada sore hari kerap terjadi kemacetan dikarenakan banyak pedagang yang berjualan dibadan jalan dan juga banyak kendaraan yang berhenti di badan jalan menunggu siswa jemputan, sehingga kedua hal tersebut menyebabkan kendaraan-kendaraan yang melintas hanya dapat melaju dengan kecepatan yang rendah. Namun sisi baiknya kemacetan tersebut secara tidak langsung mengurangi tingkat risiko kecelakaan penyeberangan yang terjadi.

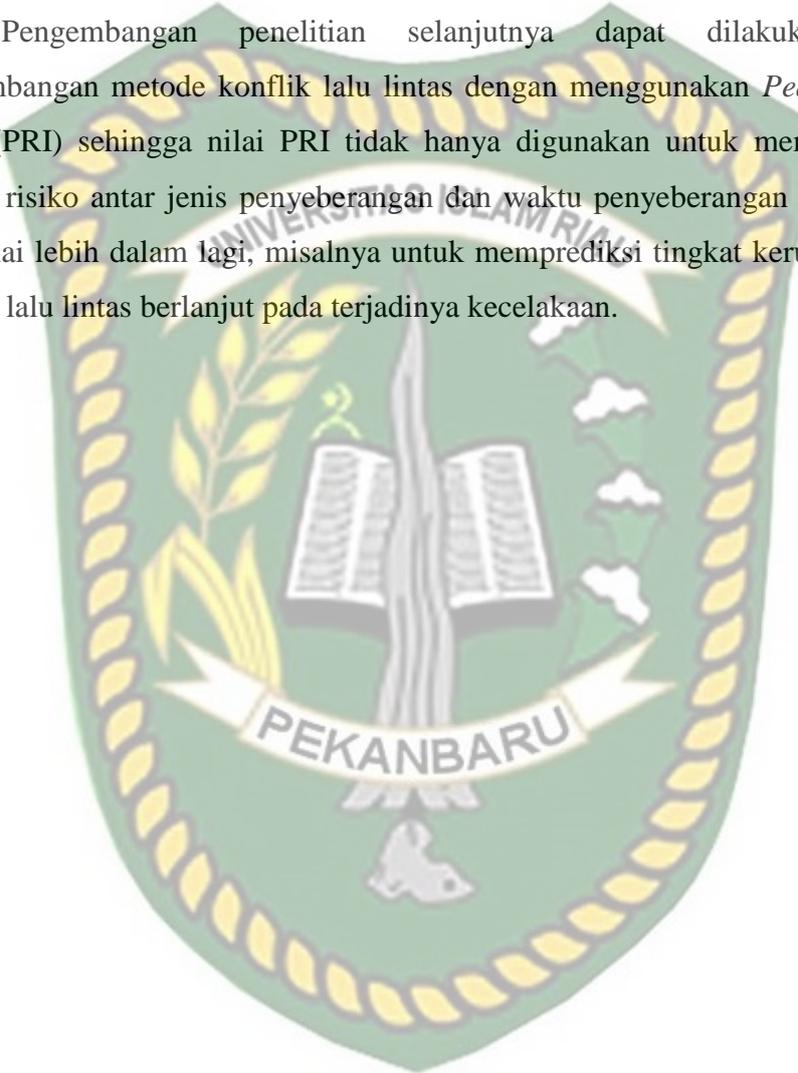
#### **6.2 Saran**

Berdasarkan kesimpulan penelitian, maka penulis merekomendasikan berupa saran-saran sebagai berikut :

1. Menetapkan lokasi penelitian sebagai Zona Selamat Sekolah (ZoSS).

2. Menerapkan manajemen kecepatan dengan pembatasan kecepatan, pemasangan rambu dan pemasangan alat pengurang kecepatan yang sesuai dengan kondisi lokasi.
3. Menyarankan para siswa 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 jenis penyeberangan dan waktu penyeberangan namun dapat dimaknai lebih dalam lagi, misalnya untuk memprediksi tingkat kerugian apabila konflik lalu lintas berlanjut pada terjadinya kecelakaan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Cafiso, S. Garcia, A. Cavarra, R. dan Romero Rojas, M, A, 2011. *Before and After Study of Crosswalk using a Pedestrian Risk Index*.
- Ho, Geoffrey, 2004. *Traffic Conflict Technique for Intersection Safety Analysis*.
- Kusumastutie, N, S. dan Siti Malkamah, 2014. Analisis Tingkat Keselamatan Penyeberang Menggunakan *Pedestrian Risk Index* (PRI) (Studi Kasus Pada Siswa Penyeberang Di SMPN 4 Sukoharjo).
- Malkamah, Siti, 2000. *Action Taken By Pedestrian and Driver to Avoid Accident*. Forum Teknik Nomor 24 Jilid 3.
- Muhrad, Nicole, 1993. *Traffic Conflict Techniques and Other Form of Behavioural Analysis For Application to Safety Diagnoses*.
- Obeidat, B, B. dan Al-Hashimi, 2015. *Pedestrian Risk Index For Irbid City*. Jordan.
- Shinar, David. 2007. *Traffic Safety and Human Behavior*. Amsterdam : Elsevier.
- Achmad, B,S. 2008. *Karakteristik Pejalan Kaki Pada Jembatan Penyeberangan Bus Rapid Transit Stasiun Harmoni Central Busway*. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia : Jakarta.