# BAB IIIKAJIAN PUSTAKA

## Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, manajemen dan rekayasa lalu lintas merupakan serangkaian kegiatan dan usaha yang mencakup kegiatan merencanakan, mengadakan, memasang, mengatur serta memelihara fasilitas perlengkapan jalan guna mewujudkan keamanan, keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Rekayasa lalu lintas merupakan penanganan lalu lintas yang mencakup kegiatan perencanaan, perancangan geometrik, operasional lalu lintas jalan raya serta jaringannya, penggunaan lahan dan keterkaitannya dengan model  transportasi lain. (Homburger dan Kell, 1984)

Dalam (Undang Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan, 2009)  Pasal 93 ayat (1) menjelaskan tujuan dari manajemen dan rekayasa lalu lintas yaitu untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerak lalu lintas guna menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan. Selanjutnya dalam Pasal 94 ayat (3) menjelaskan kegiatan dalam perekayasaan manajemen dan rekayasa lalu lintas sebagai berikut.

1. Memperbaiki geometris ruas jalan dan/atau persimpangan serta  perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan.
2. Mengadakan, memasang, memperbaiki, dan memelihara perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan.
3. Mengoptimalkan operasional rekayasa lalu lintas dalam rangka             meningkatkan ketertiban, kelancaran, dan efektivitas penegakan hukum.

## Kinerja Lalu Lintas

Menurut Tamin (2008), penilaian kinerja lalu lintas perkotaan dapat dilakukan dengan menggunakan parameter lalu lintas sebagai berikut.

1. V/C Ratio, kecepatan dan kepadatan lalu lintas sebagai indikator kinerja ruas jalan.
2. Tundaan dan kapasitas simpang sebagai indikator kinerja persimpangan.
3. Data kecelakaan lalu lintas, apabila tersedia, sebagai evaluasi efektivitas sistem lalu lintas perkotaan.

Penilaian kinerja lalu lintas jaringan jalan yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Penilaian kinerja lalu lintas yang dilakukan terbagi atas dua indikator, yaitu indikator kinerja ruas jalan dan indikator kinerja persimpangan.

**3.2.1** Kinerja Ruas Jalan

 Indikator kinerja ruas jalan ditunjukkan dari tiga karakteristik, yaitu   V/C Ratio, kecepatan lalu lintas dan kepadatan lalu lintas. Ketiga karakteristik ini digunakan dalam mencari tingkat pelayanan (*Level of Service*). Penjelasan dari masing–masing indikator sebagai berikut.

**3.2.2** V/C Ratio

 V/C Ratio merupakan pembagian antara volume lalu lintas dengan kapasitas ruas. Persamaan dasar untuk menentukan V/C Ratio adalah sebagai berikut :

*V/C Ratio* =Volume Lalu LintasKapasitas Ruas

*Sumber : MKJI, 1997*

**3.2.3** Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu tertentu.

**3.2.4** Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Terdapat dua faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas ruas jalan yaitu faktor jalan dan faktor lalu lintas. Faktor jalan yang dimaksud berupa lebar lajur, hambatan samping, jalur tambahan atau bahu jalan, keadaan permukaan, alinyemen dan kelandaian jalan. Faktor lalu lintas yang dimaksud adalah banyaknya pengaruh berbagai tipe kendaraan terhadap seluruh kendaraan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Hal ini juga diperhitungkan terhadap pengaruh satuan mobil penumpang (smp).

**Tabel III. 1** Penentuan Kapasitas Dasar Jalan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipe Jalan** | **Kapasitas Dasar****(smp/jam)** | **Catatan** |
| Empat-lajur terbagi ataujalan satu arah | 1650 | Per Lajur |
| Empat-lajur tak-terbagi | 1500 | Per Lajur |
| Dua-lajur tak-terbagi | 2900 | Total DuaArah |

*Sumber : MKJI, 1997*

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas ruas adalah sebagai berikut :

𝐶 = 𝐶0 × 𝐹𝐶𝑊 × 𝐹𝐶𝑆𝑃 × 𝐹𝐶𝑆𝐹 × 𝐹𝐶𝐶𝑆

*Sumber : MKJI, 1997*

Keterangan :

C     = Kapasitas (smp/jam)

C0    = Kapasitas dasar (smp/jam)

FCW   = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FCSP  = Faktor penyesuaian pemisah arah

FCSF  = Faktor penyesuaian hambatan samping

**3.2.5** Kecepatan

 Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kecepatan dapat didefinisikan menjadi beberapa hal, salah satunya adalah kecepatan tempuh. Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata kendaraan            (km/jam)arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan. Kecepatan  tempuh digunakan sebagai ukuran utama kinerja segmen jalan, karena mudah dimengerti dan diukur, dan merupakan masukan yang penting untuk biaya pemakai jalan dalam analisa ekonomi. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kecepatan tempuh  adalah sebagai berikut :

*V =  =𝐿𝑇𝑇 V  =*  LTT

*Sumber : MKJI, 1997*

Keterangan :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| V | = | Kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan (km/jam) |
| L | = | Panjang Segmen (km) |
| TT | = | Waktu tempuh rata-rata dari kendaraan ringansepanjang segmen jalan (jam). |

**3.2.6** Kepadatan

 Kepadatan merupakan konsentrasi dari rata–rata kendaraan dalam suatu ruang. Kepadatan biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per kilometer. Kepadatan dapat dinyatakan dengan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kecepatan. Hubungan ketiga variabel tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

*D  =*  QV

Keterangan :

D = Kerapatan lalu lintas (kend/km atau smp/km)

 Q = Arus lalu lintas (kend/jam atau smp/jam)

V = Kecepatan ruang rata-rata (km/jam)

**3.2.7** Tingkat Pelayanan

 Tingkat pelayanan *(Level of Service)* merupakan parameter kualitatif yang menjelaskan kondisi operasional dari suatu aliran lalu lintas serta persepsi pengemudi dan/atau penumpang terhadap kondisi tertentu (Khisty & Lall, 2003). Beberapa faktor seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan bergerak, perhentian lalu lintas, kemudahan serta kenyamanan adalah kondisi yang dapat mempengaruhi tingkat pelayanan. Parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan jalan dalam penelitian ini didasarkan pada kecepatan dan kepadatan. Kriteria penentuan tingkat pelayanan jalan dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

1. Tingkat pelayanan pada ruas
2. Tingkat pelayanan pada simpang
3. Tingkat pelayanan pada ruas.

Tingkat pelayanan pada ruas jalan diklasifikasikan atas :

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi :
	1. Arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan sekurang-kurangnya 80 (delapan puluh) kilometer per jam.
	2. Kepadatan lalu lintas sangat rendah.
	3. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang di inginkannya tanpa atau dengan sedikit tundaan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi :
	1. Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan sekurang-kurangnya 70 (tujuh puluh) kilometer perjam.
	2. Kepadatan lalu lintas rendah hambatan lalu lintas belum mempengaruhi kecepatan.
	3. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.

1. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi :
	1. Arus stabil tetapi pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi dengan kecepatan sekurang-kurangnya 60 (enam puluh) kilometer per jam.
	2. Kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat.
	3. Pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
2. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi :
	1. Arus menedkati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan sekurang-kurangnya 50 (lima puluh) kilometer per jam.
	2. Masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.
	3. Kepadatan lalu lintas sedang namun fluktuasi volume lalu lintas dan hambatan temporer dapat menyebabkan penurunan kecepatan yang besar.
	4. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat di tolerir untuk waktu yang singkat.
3. Tingat pelayanan E, dengan kondisi :
	1. Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas mendakati kapasitas jalan dan kecepatan sekurang- kurangnya 30 (tiga puluh) kilometer per jam pada jalan perkotaan.
	2. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi.
	3. Pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan durasi pendek.
4. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi:
	1. Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dengan kecepatan kurang dari 30 (tiga puluh) kilometer per jam.
	2. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama.
	3. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun       sampai 0 (nol).

**3.2.8** Tingkat pelayanan pada simpang

 Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas :

1. Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan  kurang dari 5 detik perkendaraan.
2. Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan.
3. Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan antara lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan.
4. Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan.
5. Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan.
6. Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

*Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015.*

**3.2.9** Kinerja Simpang

      Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan yang menjadi titik pertemuan antar jalan dan lintasan kendaraan yang saling berpotongan. Analisis yang akan dilakukan pada persimpangan meliputi analisis jenis pengendalian yang diterapkan dan penilaian kinerja persimpangan. Kajian dalam analisis ini yaitu perhitungan kapasitas simpang dan analisis kinerja simpang dari segi prasarana yaitu tipe simpang, tipe pengaturan simpang, lebar pendekat, lebar efektif masing–masing kaki simpang, panjang radius, ketersediaan marka, ketersediaan rambu, hambatan samping.

**3.2.10**  Simpang Tidak Bersinyal

 Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), komponen kinerja persimpangan tidak bersinyal terdiri dari kapasitas simpang, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian.

1. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan rumus :

𝐶 = 𝐶𝑜 × 𝐹𝑤 × 𝐹𝑚  × 𝐹𝑐𝑠 × 𝐹𝑟𝑠𝑢 × 𝐹𝑙𝑡 × 𝐹𝑟𝑡 × 𝐹𝑚𝑖

Sumber : MKJI,1997

 Keterangan :

C = Kapasitas

Co = Nilai Kapasitas Dasar

Fw = Faktor Koreksi Lebar Masuk

Fm = Faktor Koreksi Median Jalan Utama Fcs = Faktor Koreksi Ukuran Kota

Frsu= Faktor Koreksi Tipe Lingkungan dan Hambatan Samping

Flt  = Faktor Koreksi Prosentase Belok Kiri

Frt  = Faktor Koreksi Prosentase Belok Kanan

1. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas masuk terhadap kapasitas pada ruas jalan tertentu. Derajat kejenuhan simpang tak bersinyal dapat dihitung dengan rumus :

DS=QC

*Sumber : MKJI, 1997*

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q   = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

C   = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

1. Tundaan Lalu Lintas

Tundaan rata-rata (detik/smp) adalah tundaan rata-rata untuk seluruh kendaraan yang masuk simpang, ditentukan dari hubungan empiris antara tundaan (*Delay*) dan derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*).

1. Peluang Antrian(*Queue Probability* %)

Batas-batas peluang antrian QP% ditentukan dari hubungan QP% dan derajat kejenuhan serta ditentukan dengan grafik.

1. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Tingkat pelayanan pada persimpangan ditunjukkan dalam tabel berikut :

**Tabel III. 2** Tingkat Pelayanan Persimpangan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Tingkat Pelayanan** | **Tundaan (det/smp)** |
| 1 | A | < 5 |
| 2 | B | 5.1 – 15 |
| 3 | C | 15.1 – 25 |
| 4 | D | 25.1 – 40 |
| 5 | E | 40.1 – 60 |
| 6 | F | > 60 |

*Sumber : Peraturan MenteriPerhubungan No 96 Tahun  2015*

## Parkir

Parkir merupakan salah satu bagian dari sistem transportasi dan juga merupakan suatu kebutuhan. Oleh karena itu perlu suatu penataan parkir yang baik, agar area parkir dapat digunakan secara efisien dan tidak menimbulkan masalah bagi kegiatan yang lain. Menurut Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dijelaskan bahwa parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013, diatur bahwa fasilitas parkir untuk umum di luar ruang milik jalan dapat berupa taman parkir dan atau gedung parkir. Penyediaan fasilitas parkir untuk umum di luar ruang milik jalan wajib memiliki izin. Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam pengembangan parkir di gedung parkir, yaitu :

1. Tersedianya tata guna lahan
2. Memenuhi persyaratan konstruksi dan perundang-undangan yang berlaku
3. Tidak menimbulkan pencemaran lingkungan
4. Memberikan kemudahan bagi pengguna jasa.

Pada dasarnya, penyediaan fasilitas parkir untuk umum dapat diselenggarakan di ruang milik jalan sesuai dengan izin yang diberikan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan pada parkir di badan jalan adalah sebagai berikut :

1. Lebar jalan
2. Volume lalu lintas pada jalan yang bersangkutan
3. Karakteristik kecepatan
4. Dimensi kendaraan
5. Sifat peruntukan lahan sekitarnya dan peranan jalan yang bersangkutan.

Sebelum melakukan penataan parkir, perlu adanya analisis terhadap permasalahan parkir untuk kemudian ditentukan pemecahannya. Berikut merupakan aspek teknis dalam manajemen parkir :

1. Kapasitas Statis

Kapasitas statis adalah jumlah ruang yang disediakan atau tersedia untuk parkir.

KS= LX

*Sumber : Munawar, 2004*

 Keterangan :

KS = Kapasitas statis atau jumlah ruang parkir yang ada

L = Panjang jalan efektif yang dipergunakan untuk parkir

 X = Panjang dan lebar ruang parkir yang dipergunakan

1. Kapasitas Dinamis

Kapasitas dinamis adalah kapasitas yang diukur berdasarkan daya tampung untuk satuan waktu, jadi tidak hanya didasarkan pada daya tampung luasan parkir namun juga perputaran dan durasi parkir.

KD= KS×PD

*Sumber : Munawar, 2004*

 Keterangan :

KD = Kapasitas parkir dalam kendaraan/jam survei

KS = Jumlah ruang parkir yang ada

P   = Lamanya survei

D   = Rata – rata durasi (jam)

1. Volume Parkir

Merupakan total jumlah kendaraan yang telah menggunakan ruang parkir pada suatu lokasi pada suatu lokasi parkir dalam satu satuan waktu tertentu (hari).

1. Kebutuhan Parkir

Z=Y×DT

*Sumber : Munawar, 2004*

Keterangan :

Z = Ruang Parkir Yang Dibutuhkan

Y = Jumlah Kendaraan Parkir Dalam Satu Waktu

D = Rata-Rata Durasi (Jam)

T = Lama Survai (Jam)

1. Durasi Parkir

Menurut Munawar, A. (2004), menyatakan bahwa durasi parkir adalah  rentang waktu sebuah kendaraan parkir di suatu tempat (dalam satuan  menit atau jam). Nilai durasi parkir diperoleh dengan  persamaan :

𝐷𝑢𝑟𝑎𝑠𝑖 = 𝐸𝑥𝑡𝑖𝑚𝑒 − 𝐸𝑛𝑡𝑖𝑚𝑒

*Sumber : Munawar, 2004*

Keterangan :

Extime     = Waktu saat kendaraan keluar dari lokasi parkir

Entime = Waktu saat kendaraan masuk ke lokasi parkir.

1. Rata-rata Durasi Parkir

Untuk rata – rata durasi parkir dapat dihitung sebagai berikut :

D=i=nndin

*Sumber : Munawar, 2004*

Keterangan :

D = rata – rata durasi parkir kendaraan

Di = durasi kendaraan ke–i (i dari kendaraan sampai ke – n)

1. Akumulasi Parkir

Menurut Munawar, A. (2004), menyatakan bahwa akumulasi parkir adalah jumlah kendaraan yang diparkir di suatu tempat pada waktu tertentu, dan dapat dibagi sesuai dengan kategori jenis maksud perjalanan. Perhitungan akumulasi parkir adalah sebagai berikut :

𝐴𝑘𝑢𝑚𝑢𝑙𝑎𝑠𝑖 = 𝐸𝑖 − 𝐸𝑥

*Sumber : Munawar, 2004*

Apabila sebelum pengamatan sudah terdapat kendaraan yang parkir, maka persamaan di atas menjadi :

𝐴𝑘𝑢𝑚𝑢𝑙𝑎𝑠𝑖 = 𝐸𝑖 − 𝐸𝑥 + 𝑋

*Sumber : Munawar, 2004*

Keterangan :

Ei = Entry (Kendaraan yang Masuk Lokasi)

 Ex = Exit (Kendaraan yang Keluar Lokasi)

 X   = Jumlah kendaraan yang telah parkir sebelum pengamatan

1. Pergantian Parkir (*Turn Over*)

Menurut Munawar, A. (2004), menyatakan bahwa Pergantian Parkir (*turnover parking*) adalah tingkat penggunaan ruang parkir dan diperoleh dengan membagi volume parkir dengan jumlah ruang-ruang parkir untuk satu periode tertentu. Besarnya turnover parkir dapat diperoleh dengan persamaan :

Tingkat Turnover=Volume ParkirRuang Parkir Tersedia

*Sumber : Munawar, 2004*

1. Indeks Parkir

Menurut Munawar, A. (2004), menyatakan bahwa indeks parkir adalah ukuran untuk menyatakan penggunaan panjang jalan dan dinyatakan dalam persentase ruang yang ditempati oleh kendaraan parkir. Besarnya indeks parkir diperoleh dengan persamaan :

Indeks Parkir=Akumulasi Parkir×100%Ruang Parkir Tersedia

*Sumber : Munawar, 2004*

## Pejalan Kaki

Jalur pejalan kaki sebagai salah satu infrastruktur transportasi lokal kota memiliki peran dan fungsi penting untuk memberikan layanan dan kenyamanan bagi warga kota(Rendra, Mayuni, and Sulandari, n.d.). Pejalan kaki adalah orang yang melakukan aktifitas berjalan kaki dan merupakan salah satu unsur pengguna jalan (Keputusan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat Nomer : SK.43/AJ 007/DRJD/97). Pejalan kaki harus berjalan pada bagian jalan yang diperuntukkan bagi pejalan kaki atau pada bagianpejalan kaki, atau pada bagian jalan bagian kiri apabila tidak terdapat bagian jalan yang diperuntukkan bagi pejalan kaki.

Sedangkan dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 02/SE/2018 Tentang Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki, Fasilitas Pejalan Kaki adalah fasilitas pada ruang milik jalan yang disediakan untuk pejalan kaki, antara lain dapat berupa trotoar, penyeberangan jalan di atas jalan (jembatan), pada permukaan jalan, dan di bawah jalan (terowongan).

Fasiltas penyeberangan adalah fasilitas pejalan kaki untuk penyeberangan jalan. (Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor : SK.43/AJ007/ DRJD/97). Fasilitas penyebrangan dibagi dalam 2 kelompok tingkatan yaitu penyeberangan sebidang dan penyeberangan tidak sebidang.

1. Penyeberangan Sebidang
2. Zebra cross tanpa pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.
3. Zebra cross dengan pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.
4. Pelican tanpa pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.
5. Pelican dengan pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.
6. Penyebrangan Tak Sebidang

Penyeberangan Tidak Sebidang terdiri dari :

1. Jembatan penyeberangan, yaitu fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan berupa bangunan tidak sebidang diatas jalan.
2. Terowongan penyeberangan, yaitu fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan berupa bangunan tidak sebidang dibawah jalan.

Sedangkan jalur pejalan kaki (*pedestrian line*) termasuk fasilitas pendukung yaitu fasilitas yang disediakan untuk mendukung kegiatan lalu lintas angkutan jalan baik yang berada di badan jalan maupun yang berada di luar badan jalan, dalam rangka meningkatkan keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas serta memberikan kemudahan bagi pengguna jalan. Fasilitas pejalan kaki dapat dipasang dengan kriteria sebagai  berikut :

1. Fasilitas pejalan kaki harus dipasang pada lokasi-lokasi dimana pemasangan fasilitas tersebut memberikan manfaat yang maksimal, baik dari segi keamanan, kenyamanan, ataupun kelancaran pejalan kaki bagi pemakainya.
2. Tingkat kepadatan pejalan kaki ataupun jumlah konflik dengan kendaraan dan jumlah kecelakaan harus digunakan sebagai faktor dasar dalam pemilihan fasilitas pejalan kaki yang memadai.
3. Pada lokasi-lokasi/kawasan yang terdapat sarana dan prasarana umum.
4. Fasilitas pejalan kaki dapat ditempatkan disepanjang jalan atau pada suatu kawasan yang akan mengakibatkan pertumbuhan pejalan kaki dan biasanya diikuti oleh peningkatan arus lalu lintas serta memenuhi syarat atau ketentuan pemenuhan untuk pembuatan fasilitas tersebut.

Ada dua pergerakan yang dilakukan pejalan kaki, meliputi pergerakan menyusuri sepanjang kiri kanan jalan dan pergerakan memotong jalan pada ruas jalan (Munawar 2004).

Pejalan kaki berhak atas ketersediaan fasilitas pendukung yang berupa trotoar, tempat penyeberangan dan fasilitas lain. Pejalan kaki dan pesepeda merupakan pengguna jalan yang wajib diprioritaskan keselamatannya oleh pengguna jalan lainnya (Harvizan 2019).

## Aplikasi Program Komputer (*Software*)

*Vissim* merupakan salah satu dari aplikasi transportasi yang dapat menampilkan simulasi mikroskopis berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program ini dapat digunakan untuk menganalisa operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan lain-lain. Sehingga aplikasi ini dapat membantu untuk mensimulasikan berbagai alternatif rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan yang paling efektif. Tidak hanya berkaitan terhadap jaringan jalan, tetapi juga simpang, angkutan umum, serta pedestrian.

Kebutuhan data untuk membangun suatu model menggunakan *Vissim* adalah sebagai berikut :

1. Data geometrik

2. Traffic Data

3. Karakteristik kendaraan.

Secara sederhana, pembuatan model menggunakan *Vissim* dibagi menjadi  5 tahap, yaitu :

1. Identifikasi ruang lingkup wilayah yang akan dimodelkan
2. Pengumpulan data
3. *Network coding*
4. *Error checking*
5. Kalibrasi dan validasi model dengan Uji Geoffrey E. Havers (GEH). Proses validasi dilakukan berdasarkan jumlah volume arus lalu lintas. GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari Chi-Square dengan menggabungkan perbedaan antara lain relative dan mutlak.