

## **BAB III**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **3.1 Jaringan Jalan**

Jaringan jalan adalah seluruh bagian jalan yang dimana termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada di atas permukaan tanah, diatas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (Kementerian Perhubungan RI 2009) dalam UU No. 22 Tahun 2009. Dalam UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 19, prasarana jalan dibagi dalam beberapa kelas berdasarkan:

1. Fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas dan angkutan jalan.
2. Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

Tabel III. 1 Klasifikasi Jalan Menurut UU No. 22 Tahun 2009

No	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan			MST (ton)
			Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	
1	I	Arteri, Kolektor	≤ 2500	≤ 18000	≤ 4200	10
2	II	Arteri, Kolektor, Lokal	≤ 2500	≤ 12000	≤ 4200	8
3	III	Arteri, Kolektor, Lokal	≤ 2100	≤ 9000	≤ 3500	8
4	Khusus	Arteri	> 2500	> 18000	≤ 4200	> 10

Sumber : UU No. 22 Tahun 2009

Model jaringan jalan yang umum digunakan dalam pengembangan dan perencanaan transportasi (Morlok 1978) adalah sebagai berikut :

1. Jaringan jalan hirarkis

Model jaringan jalan dalam bentuk hirarki yang terdiri dari jalan arteri, jalan kolektor, jalan lokal, dan jalan akses.

2. Jaringan jalan grid

Model jaringan jalan ini diatur dalam bentuk grid atau pola kotak-kotak. Model ini sering digunakan dalam perkotaan yang direncanakan secara teratur atau dalam proyek perumahan yang menggunakan pola jalan blok.

3. Jaringan jalan radial

Model ini mencerminkan jaringan jalan yang terdiri dari serangkaian jalan arteri yang memancar keluar dari pusat CBD. Jalan arteri ini biasanya terhubung oleh jalan lingkaran luar yang mengelilingi pusat kota.

4. Jaringan jalan paruh lingkaran

Model jaringan ini terdiri dari jalan-jalan yang membentuk setengah lingkaran dengan jalan utama yang menghubungkannya. Model ini sering digunakan dalam pengembangan kota baru.

5. Jaringan jalan kompleks

Model ini mencakup jaringan jalan yang kompleks dengan banyak simpul dan hubungan yang rumit. Model ini digunakan untuk menggambarkan jaringan jalan di kota-kota besar dengan sistem jalan yang sangat kompleks.

### **3.2 Pengukuran Kinerja Lalu Lintas**

Menurut (Tamin 2000) dalam buku perencanaan dan permodelan transportasi menyatakan bahwa kinerja lalu lintas perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter lalu lintas sebagai berikut:

1. Untuk ruas jalan, dapat berupa V/C Ratio, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas.
2. Untuk persimpangan dapat berupa tundaan dan kapasitas simpang.
3. Jikat tersedia, maka data kecelakaan lalu lintas juga dapat dipertimbangkan.

Pengukuran kinerja lalu lintas jaringan jalan yang dilakukan di dalam penelitian ini diambil berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Dimana pengukuran kinerja lalu lintas yang dilakukan terbagi atas pengukuran kinerja ruas

jalan dan kinerja pada persimpangan.

### 3.2.1 Kinerja Ruas Jalan

Indikator kinerja ruas jalan yang dimaksud di sini adalah perbandingan volume per kapasitas (V/C Ratio), kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Tiga karakteristik ini kemudian di pakai untuk mencari tingkat pelayanan (level of service). Penjelasan untuk masing-masing indikator adalah sebagai berikut:

#### 1. (V/C Ratio)

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

$$V/C \text{ Ratio} = \text{Volume Lalu lintas} / \text{kapasitas ruas}$$

Sumber : MKJI, 1997

#### a. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satuan waktu tertentu (Risdiyanto 2014)

#### b. 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 tipekendaraan terhadap seluruh kendaraan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan. Hal ini juga diperhitungkan terhadap pengaruh satuan mobil penumpang (smp).

Tabel III. 2 Kapasitar Dasar

<b>Tipe Jalan</b>	<b>Kapasitas Dasar (smp/jam)</b>	<b>Catatan</b>
-------------------	--------------------------------------	----------------

Empat-lajur terbagi atau jalan satu arah	1650	Per Lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per Lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total Dua Arah

Sumber : MKJI, 1997

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas ruas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C<sub>0</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC<sub>sp</sub> = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC<sub>sf</sub> = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC<sub>cs</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota

## 2. Kecepatan

Menurut (Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga 1997) dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 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 :

$$V = \frac{L}{TT}$$

Sumber : MKJI, 1997

Keterangan :

V = kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

L = panjang segmen (km)

TT = waktu tempuh rata-rata dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan (jam)

### 3. 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 :

$$D = \frac{Q}{V}$$

Sumber : MKJI, 1997

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)

### 4. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan (Level of Service) adalah suatu ukuran kualitatif yang menjelaskan kondisi-kondisi operasional di dalam suatu aliran lalu lintas dan persepsi dari pengemudi dan/atau penumpang terhadap kondisi tersebut (Khisty and Lall 2003). Beberapa faktor seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan bermanuver, perhentian lalu lintas, dan 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 (Kementrian Perhubungan RI 2015) dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015. Kriteria penentuan tingkat pelayanan jalan dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel III. 3 Karakteristik Tingkat Pelayanan

No	Tingkat Pelayanan	Karakteristik-Karakteristik
1	A	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Bebas dengan volume lalu lintas rendah</li> <li>2. Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya 80 km/jam</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas sangat rendah</li> <li>4. Pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkannya tanpa atau sedikit tundaan</li> </ol>
2	B	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas sedang</li> <li>2. Kecepatan Perjalanan sekurang-kurangnya 70 km/jam</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas rendah</li> <li>4. Pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan</li> </ol>
3	C	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas lebih tinggi</li> <li>2. Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya 60 km/jam</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas sedang</li> <li>4. Pengemudi memiliki keterbatasan dalam memilih kecepatan</li> </ol>
4	D	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Mendekati Tidak Stabil dengan volume lalu lintas tinggi</li> <li>2. Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya 50 km/jam</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas sedang</li> <li>4. Hambatan temporer menyebabkan penurunan kecepatan</li> <li>5. Pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam berkendara</li> </ol>
5	E	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Tidak Stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan</li> <li>2. Kecepatan perjalanan sekurang-kurangnya 30 km/jam pada jalan antar kota dan sekurang-kurangnya 10 km/jam pada jalan perkotaan</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal lalu lintas tinggi</li> <li>4. Mulai merasakan kemacetan dengan durasi pendek</li> </ol>

6	F	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Arus Tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang</li> <li>2. Kecepatan perjalanan kurang dari 30 km/jam</li> <li>3. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah</li> <li>4. Terjadi kemacetan dengan durasi yang lama</li> <li>5. Dalam keadaan antrian, kecepatan maupun volume turun sampai 0</li> </ol>
---	---	--

Sumber : (Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015)

### 3.2.2 kinerja simpang

Indikator kinerja simpang dalam penelitian ini adalah derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian pada simpang yang dikaji (MKJI, 1997). Adapun sumber data yang diperlukan meliputi, data geometrik simpang yang diperoleh dari survei inventarisasi simpang sertadata volume lalu lintas masuk dan keluar simpang yang berasal dari survei *Classified Turning Movement Counting* (CTMC).

#### 1. Simpang Bersinyal

Risdiyanto (2014) dalam buku Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas menyatakan, simpang bersinyal merupakan simpang dengan menggunakan sinyal berupa lampu lalu lintas untuk mengatur arus kendaraan yang memasuki simpang.

##### a. Kapasitas

Kapasitas pendekat simpang bersinyal merupakan hasil dari jumlah arus jenuh dikalikan dengan waktu hijau dan dibagi dengan waktu siklus. Nilai dari kapasitas ini akan digunakan dalam perhitungan derajat kejenuhan simpang. Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g/c$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh, adalah arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau)

g = waktu hijau (det)

c = waktu siklus, adalah selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap

b. Arus Jenuh

Arus jenuh dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya. Persamaannya sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{lt} \times F_{rt}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana

S = Arus jenuh

$S_0$  = arus jenuh dasar (smp/jam)

$F_{cs}$  = faktor koreksi ukuran kota

$F_{sf}$  = faktor penyesuaian hambatan samping

$F_g$  = faktor penyesuaian kelandaian

$F_p$  = faktor penyesuaian parkir

$F_{lt}$  = faktor koreksi persentase belok kiri

$F_{rt}$  = faktor koreksi persentase belok kanan

c. Waktu siklus

Waktu siklus merupakan selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama). Persamaannya sebagai berikut :

$$C = \frac{(1,5 \times LTI + 5)}{(1 - EFR_{crit})}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

C = waktu siklus sinyal (detik)

LTI = jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S)

d. Waktu hijau

(Risdiyanto 2014) dalam buku Rekayasa dan Manajemen Lalu Lintas menyatakan, waktu hijau adalah waktu nyala warna hijau pada suatu pendekat simpang. Dengan rumus sebagai berikut :

$$g = (c - LTI) \times \frac{FRcrit}{L(FRcrit)}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

- g = tampilan waktu hijau pada i (det)
- c = waktu siklus sebelum penyelesaian (det)
- LTI = waktu hilang total per siklus

e. Derajat kejenuhan

Berdasarkan MKJI (1997) derajat kejenuhan adalah arus lalu lintas masuk terhadap kapasitas pada ruas jalan tertentu. Rumus derajat kejenuhan sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{c} = \frac{(Q \times c)}{(s \times g)}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana

- DS = derajat kejenuhan
- Q = arus lalu lintas (smp/jam)
- C = kapasitas (smp/jam)

f. Jumlah antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ<sub>1</sub>) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ<sub>2</sub>).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Sumber : MKJI, 1997

Dengan

$$NQ_1 = 0,25 \times c \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right]$$

Sumber : MKJI, 1997

Jika  $DS > 0,5$ ; selain dari itu nilai  $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$NQ_1$  = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

$NQ_2$  = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam)

Q = arus lalu lintas pada pendekatan tersebut (smp/det)

g. panjang antrian

Panjang antrian diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk. Rumus panjang antrian adalah sebagai berikut :

$$QL = \frac{(NQ_{max} \times 20)}{W_{masuk}}$$

Sumber : MKJI, 1997

h. angka henti

Berdasarkan MKJI (1997) angka henti adalah jumlah rata-rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang-ulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang. Rumus angka henti adalah sebagai berikut :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{0 \times c} \times 3600$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

C = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas dari pendekatan yang ditinjau (smp/jam)

Kemudian setelah mencari angka henti, maka perlu mencari perhitungan rasio kendaraan henti. Rumus rasio kendaraan henti adalah sebagai berikut :

$$Nsv = Q \times NS$$

Sumber : MKJI, 1997

i. tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal yaitu tundaan lalu lintas (Delay of Traffic) karena interaksi lalu-lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang dan tundaan geometri (Delay of Geometric) karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah. Tundaan rata-rata suatu pendekat j dihitung sebagai berikut :

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$D_j$  = tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

$DT_j$  = tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j

$DG_j$  = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j

Sedangkan untuk mencari tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j adalah sebagai berikut :

$$DT_j = C \times \frac{0,5 \times (1 \times GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$DT_j$  = tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekat j

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

C = kapasitas (smp/jam)

$NQ_1$  = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

Untuk tundaan geometrik rata-rata pendekat j, dapat dicari melalui rumus sebagai berikut :

$$DG_j = (1 - PS_v) \times Pt \times 6 + (PS_v \times 4)$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$DG_j$  = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j

$PS_v$  = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

Pt = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

## 2. Simpang tidak berinsyal

Komponen dari kinerja simpang tidak bersinyal adalah kapasitas simpang, derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan (MKJI,1997)

### a. kapasitas

Kapasitas total untuk seluruh lengan simpang adalah hasil perkalian antara kapasitas dasar ( $C_0$ ) yaitu kapasitas pada kondisi tertentu (ideal) dan faktor-faktor penyesuaian ( $F$ ), dengan memperhitungkan pengaruh kondisi lapangan terhadap kapasitas. kapasitas simpang tidak bersinyal dapat dicari melalui rumus sebagai berikut :

$$C = C_0 \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$C$  = kapasitas

$C_0$  = nilai kapasitas dasar

$F_w$  = faktor koreksi lebar masuk

$F_m$  = faktor koreksi median jalan utama

$F_{cs}$  = faktor koreksi ukuran kota

$F_{rsu}$  = faktor koreksi tipe lingkungan dan hambatan samping

$F_{lt}$  = faktor koreksi persentase belok kiri

$F_{rt}$  = faktor koreksi persentase belok kanan

### b. derajat kejenuhan

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:

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Sumber :MKJI, 1997

Dimana :

$DS$  = Derajat kejenuhan

$Q$  = arus total sesungguhnya (smp/jam)

C = kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

c. 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).

d. Peluang antrian

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) Penentuan peluang antrian pada simpang tak bersinyal dapat ditentukan dari kurva peluang antrian/derajat kejenuhan secara empiris.

e. Tingkat pelayanan

Tingkat pelayanan menurut (Kementrian Perhubungan 2015) dalam Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 tahun 2015 dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

Tabel III. 4 Tingkat Pelayanan Pada Simpang

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 : Permenhub No 96 tahun 2015

### 3.3 Parkir

Parkir adalah lalu lintas berhenti yang ditinggal pengemudi saat mencapai suatu tempat tujuan dengan jangka waktu tertentu. Menurut (Kementrian Perhubungan RI 2009) dalam UU 22 Tahun 2009 dijelaskan bahwa parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak untuk beberapa saat dan ditinggalkan pengemudinya. Menurut (Dirjen Perhubungan Darat 1996) dalam SK Dirjen Perhubungan Darat Nomor 272 Tahun 1996 , ada beberapa pengertian tentang perparkiran bahwa :

1. Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang tidak bersifat sementara
2. Berhenti adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan untuk sementara dengan pengemudi tidak meninggalkan kendaraan
3. Fasilitas parkir adalah lokasi yang ditentukan sebagai tempat pemberhentian kendaraan yang tidak bersifat sementara untuk melakukan kegiatan pada suatu kurun waktu tertentu
4. Fasilitas parkir di badan jalan (on-street parking) adalah fasilitas parkir yang menggunakan tepi jalan
5. Fasilitas parkir di luar badan jalan (off-street parking) adalah fasilitas parkir kendaraan di luar tepi jalan umum yang dibuat khusus atau penunjang kegiatan yang dapat berupa tempat parkir atau gedung parkir.
6. Jalan adalah tempat jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum .
7. Satuan ruang parkir (SRP) adalah ukuran luas efektif untuk meletakkan kendaraan (mobil penumpang, bus/truk, atau sepeda motor), termasuk ruang bebas dan lebar buka pintu. SRP adalah satuan untuk mobil penumpang.
8. Jalur sirkulasi adalah tempat yang digunakan untuk pergerakan kendaraan yang masuk dan keluar dari fasilitas parkir.
9. Jalur gang merupakan jalur antara dua deretan ruang parkir yang berdekatan.
10. Kawasan parkir adalah kawasan atau areal yang memanfaatkan badan jalan sebagai fasilitas parkir dan terdapat pengendalian parkir melalui pintu masuk.

Berdasarkan (Pemerintah Republik Indonesia 2013) dalam Peraturan Pemerintah nomor 79 tahun 2013 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.

$$KS = \frac{L}{X}$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

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

2. 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.

$$KD = \frac{KS \times P}{D}$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

KD = Kapasitas parkir dalam kendaraan/jam survei

KS = Jumlah ruang parkir yang ada

P = Lamanya survei

D = Rata – rata durasi (jam)

### 3. Volume Parkir

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

### 4. Jumlah Ruang Parkir Yang Dibutuhkan

$$Z = \frac{Y \times D}{T}$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

Z = Ruang Parkir Yang Dibutuhkan

Y = Jumlah Kendaraan Parkir Dalam Satu Waktu

D = Rata-Rata Durasi (Jam)

T = Lama Survei (Jam)

### 5. Durasi Parkir

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan, 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

Dimana :

Extime = Waktu saat kendaraan keluar dari lokasi parkir.

Entime = Waktu saat kendaraan masuk ke lokasi parkir.

### 6. Rata-rata Durasi Parkir

Untuk rata – rata durasi parkir dapat dihitung sebagai berikut

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n di}{n}$$

Sumber : Munawar, 2004

D = rata – rata durasi parkir kendaraan

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

#### 7. Akumulasi Parkir

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan, 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 :

$$Akumulasi = E_i - E_x$$

Sumber : Munawar, 2004

Apabila sebelum pengamatan sudah terdapat kendaraan yang parkir, maka banyaknya kendaraan yang telah parkir dijumlahkan dalam harga akumulasi parkir yang telah dibuat, sehingga persamaan di atas menjadi :

$$Akumulasi = E_i - E_x + X$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

E<sub>i</sub> = Entry (Kendaraan yang Masuk Lokasi)

E<sub>x</sub> = Exit (Kendaraan yang Keluar Lokasi)

X = Jumlah kendaraan yang telah parkir sebelum pengamatan

#### 8. Pergantian Parkir (Turn Over)

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan, menyatakan bahwa Pergantian Parkir (turnover parking) adalah tingkat penggunaan ruang parkir dan diperoleh dengan membagi volume parkir dengan jumlah ruang-ruangparkir untuk satu periode tertentu. Besarnya turnover parkir dapat diperoleh dengan persamaan :

$$tingkat\ turnover = \frac{volume\ parkir}{ruang\ parkir\ tersedia}$$

Sumber : Munawar, 2004

#### 9. Indeks Parkir

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan, 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 :

$$\text{indeks parkir} = \frac{\text{akumulasi parkir} \times 100\%}{\text{ruang parkir tersedia}}$$

Sumber : Munawar, 2004

### 3.4 Pejalan Kaki

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan, Pejalan kaki adalah suatu bentuk transportasi yang penting di daerah perkotaan. Pejalan kaki terdiri dari :

1. Mereka yang keluar dari tempat parkir mobil/motor menuju ke tempat tujuannya,
2. Mereka yang menuju atau turun dari angkutan umum, sebagian besar masih memerlukan berjalan kaki,
3. Mereka yang melakukan perjalanan kurang dari 1 KM sebagian besar dilakukan dengan berjalan kaki.

Menurut (Dirjen Perhubungan Darat 1997) dalam SK Dirjen Perhubungan Darat Nomor 43 Tahun 1997 fasilitas penyeberangan adalah fasilitas pejalan kaki untuk penyeberangan jalan. Fasilitas penyeberangan dibagi dalam 2 kelompok tingkatan, yaitu penyeberangan sebidang dan penyeberangan tidak sebidang.

#### 1. Penyeberangan Sebidang

Penyeberangan sebidang terdiri atas 2 macam yaitu :

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

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

untuk menyeberang. Persyaratan penggunaan Zebra Cross antara lain :

- 1) Dipasang dikaki persimpangan tanpa alat pemberi isyarat lalu lintas atau diruas jalan.
- 2) Apabila persimpangan diatur dengan lampu pengatur lalu lintas, pemberian waktu penyeberangan bagi pejalan kaki menjadi satu kesatuan dengan lampu pengatur lalu lintas persimpangan.
- 3) Apabila persimpangan tidak diatur dengan lampu pengatur lalu lintas, maka kriteria batas kecepatan kendaraan bermotor adalah  $< 40$  km/jam.

b. Penyeberangan Pelican

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

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

2. Penyeberangan Tak Sebidang

Penyeberangan tidak sebidang terdiri atas 2 kategori yaitu :

a. Elevated/Jembatan

Jembatan adalah jembatan yang dibuat khusus bagi para pejalan kaki. Fasilitas ini bermanfaat jika ditempatkan di jalan dengan arus penyeberang jalan dan kendaraan yang tinggi, khususnya pada jalan dengan arus kendaraan berkecepatan tinggi. Jembatan penyeberangan akan dapat berfungsi dengan baik apabila bangunannya landai atau tidak terlalu curam. Jembatan penyeberangan dapat membantu mengurangi kemacetan arus lalu lintas yang salah satu penyebab adalah banyaknya orang yang menyeberang di jalan. Persyaratan penggunaan jembatan

penyeberangan antara lain :

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

b. Underground/Terowongan

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

- 1) Jenis jalur penyeberangan dengan menggunakan jembatan dimungkinkan untuk diadakan.
- 2) Lokasi lahan memungkinkan untuk dibangun terowongan.

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 ataupun 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 apabila memenuhi 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 di sepanjang 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.
  - a. Daerah-daerah pusat industri
  - b. Pusat perbelanjaan
  - c. Pusat perkantoran
  - d. Sekolah
  - e. Terminal bus
  - f. Perumahan
  - g. Pusat hiburan
  - h. Tempat ibadah

Menurut (Munawar 2004) dalam buku manajemen lalu lintas perkotaan ada dua pergerakan yang dilakukan pejalan kaki, meliputi pergerakan menyusuri sepanjang kiri kanan jalan dan pergerakan memotong jalan pada ruas jalan (menyeberang jalan).

#### 1. Pergerakan Menyusuri

Pergerakan menyusuri jalan adalah pergerakan pejalan kaki berjalan yang arahnya sejajar dengan arus lalu lintas atau dengan kendaraan bermotor pada ruas jalan di sebelahnya. Kriteria penyediaan lebar trotoar berdasarkan lokasi menurut (Kementerian Pekerjaan Umum RI 2014) dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2014 dapat dilihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel III. 5 Lebar Minimum Trotoar

No	Lokasi	Lebar Minimum (m)	Lebar yang Dianjurkan(m)
1	Perumahan	1,6	2,75
2	Wilayah Perkantoran Utama	2	3
3	Industri	2	3
4	Sekolah	2	3

5	Terminal / stop bis	2	3
6	Perbelanjaan / Pertokoan / Hiburan	2	4
7	Jembatan, Terowongan	1	1

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum nomor 3 tahun 2014

Kriteria penyediaan Trotoar Menurut Banyaknya Pejalan Kaki dengan menggunakan rumus :

$$Wd = \frac{P}{35} + N$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

$W_d$  = Lebar trotoar yang dibutuhkan(m)

$P$  = Volume pejalan kaki (orang/menit)

$N$  = Nilai konstanta

Nilai  $N$  merupakan nilai konstanta yang dipengaruhi oleh aktivitas atau penggunaan lahan daerah sekitarnya. Berikut nilai konstanta menurut (Kementrian Pekerjaan Umum 2014) dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2014.

Tabel III. 6 Nilai Konstanta

<b>N (meter)</b>	<b>Jenis Jalan</b>
1,5	Jalan daerah pasar
1,0	Jalan daerah perbelanjaan bukan pasar
0,5	Semua di daerah lain bukan pasar

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 3 Tahun 2014

## 2. Pergerakan Menyeberang Jalan

Metode yang akan digunakan untuk penyediaan fasilitas penyeberang jalan.

$$p \times v^2$$

Sumber : Munawar, 2004

Dimana :

P = jumlah pejalan kaki menyebrang (orang/jam)

V = volume lalu lintas (kend/jam)

Rekomendasi jenis penyeberangan sesuai dengan metode pendekatan yang diinginkan seperti di atas adalah sebagai berikut :

Tabel III. 7 Rekomendasi Jenis Fasilitas Penyeberangan

<b>PV<sup>2</sup></b>	<b>P</b>	<b>V<sup>2</sup></b>	<b>Rekomendasi Awal</b>
> 10 <sup>8</sup>	50 – 1.100	300 – 500	Zebra Cross ( ZC )
> 2 x 10 <sup>8</sup>	50 – 1.100	400 – 750	ZC dengan pelindung
> 10 <sup>8</sup>	50 – 1.100	> 500	Pelican ( P )
> 10 <sup>8</sup>	> 1.100	> 500	Pelican ( P )
> 2 x 10 <sup>8</sup>	50 – 1.100	> 700	P dengan Pelindung
> 2 x 10 <sup>8</sup>	> 1.100	> 400	P dengan Pelindung

Sumber : (SK Dirjen Perhubungan Darat Nomor 43 1997)

### 3.5 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan (Kementrian Perhubungan RI 2015) dalam Permenhub No 96 Tahun 2015, manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas. Tujuan pokok manajemen lalu lintas adalah memaksimalkan pemakaian sistem jalan yang ada dengan meningkatkan keamanan jalan, tanpa merusak kualitas lingkungan.

Menurut (Kementrian Perhubungan RI 2009) dalam UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan disebutkan bahwa dalam rangka untuk memaksimalkan jaringan jalan yang ada dan meningkatkan keamanan, ketertiban, kelancaran dan keselamatan pada lalu lintas jalan tanpa perlu mengorbankan kualitas lingkungan yang ada maka dilakukan manajemen dan rekayasa lalu lintas yang baik. Dasar hukum Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah UU No. 22 Tahun 2009 pasal 93 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan bagian kesatu tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas meliputi kegiatan :

1. Perencanaan
2. Pengaturan
3. Perencanaan
4. Pemberdayaan
5. Pengawasan

Dan peraturan yang mendalam tentang hal ini dalam Undang-Undang yang sama pasal 93 ayat (3) huruf a meliputi :

1. Kegiatan perencanaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 ayat (3), meliputi:
  - a. Identifikasi masalah lalu lintas;
  - b. Inventarisasi dan analisis situasi arus lalu lintas;
  - c. Inventarisasi dan analisis kebutuhan angkutan orang dan barang;
  - d. Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau daya tampung jalan;
  - e. Inventarisasi dan analisis ketersediaan atau daya tampung kendaraan;
  - f. Inventarisasi dan analisis angka pelanggaran dan kecelakaan;
  - g. Inventarisasi dan analisis dampak lalu lintas;
  - h. Penetapan tingkat pelayanan; dan
  - i. Penetapan rencana kebijakan pengaturan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas.
2. Kegiatan pengaturan yang disebutkan dalam pasal 93 ayat (3) huruf b, meliputi:
  - a. Penetapan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas pada jaringan jalan tertentu; dan
  - b. Pemberian informasi kepada masyarakat dalam pelaksanaan kebijakan yang telah ditetapkan.
3. Kegiatan perencanaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 ayat (3) huruf c, meliputi:
  - a. Perbaikan geometrik ruas jalan dan/atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan;
  - b. Pengadaan, pemasangan, perbaikan, pemeliharaan perlengkapan

- jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan; dan
- c. Optimalisasi operasional rekayasa lalu lintas dalam rangka meningkatkan ketertiban, kelancaran, dan efektifitas penegakan hukum.
4. Kegiatan pemberdayaan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 ayat (3) huruf d meliputi pemberian:
    - a. arahan;
    - b. bimbingan;
    - c. penyuluhan;
    - d. pelatihan; dan
    - e. bantuan teknis.
  5. Kegiatan pengawasan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 ayat (3) huruf e meliputi:
    - a. penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan;
    - b. tindakan korektif terhadap kebijakan; dan
    - c. tindakan penegakan hukum.

### **3.6 Aplikasi Vissim**

Menurut (Hormansyah, Sugiarto, and eka larasati amalia 2020) VISSIM merupakan alat bantu simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal, angkutan umum serta perencanaan kota bersifat mikroskopis dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh perusahaan IT asal Jerman. Program ini dapat digunakan untuk menganalisa operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, sinyal lalu lintas, dan lainlain. 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.

Beberapa kegunaan VISSIM dalam pemodelan menurut (Prima Juanita 2019) adalah sebagai berikut.

1. Arteri Simulasi
  - a. Model jaringan jalan

- b. Simulasi persimpangan terhadap semua mode kendaraan
  - c. Analisa karakteristik antrean
  - d. Desain waktu sinyal
- 2. Simulasi Transportasi Publik
    - a. Semua rincian model untuk bus, BRT, Trem, LRT dan MRT
    - b. Analisa peningkatan operasi publik transportasi tertentu
    - c. Menguji dan mengoptimalkan secara standar waktu bersinyal transportasi publik menurut prioritas perencanaan
  - 3. Simulasi Pejalan Kaki
    - a. Model pejalan kaki di lingkungan multimodal
    - b. Perencanaan evakuasi dari bangunan dan acara khusus
  - 4. Motorway Simulasi
    - a. Simulasi manajemen lalu lintas aktif dan sistem transportasi cerdas
    - b. Uji dan menganalisis strategi zona kerja

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