

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Penataan Kawasan

Penataan kawasan menurut Haryadi (2007) adalah upaya melakukan perubahan pada dimensi dalam suatu ruang yang dapat mengubah karakteristik suatu wilayah. Sedangkan kawasan adalah wilayah yang fungsi utamanya adalah lindung atau budidaya. Adapun kawasan strategis Kabupaten/Kota merupakan wilayah yang penataan ruangnya diprioritaskan karena memiliki pengaruh yang sangat penting dalam lingkungan Kabupaten/Kota terhadap ekonomi, budaya, sosial dan lingkungan. Penataan kawasan yang bertendensi pada segi transportasi didefinisikan sebagai pengaturan, perubahan, atau melakukan pembaruan pada pola arus lalu lintas pada suatu kawasan (Basimah, 2014).

3.2 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 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.

Kajian mengenai manajemen dan rekayasa lalu lintas menurut UU 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dan dijelaskan dalam Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas meliputi kegiatan sebagai berikut :

1. Perencanaan

Dalam perencanaan manajemen dan rekayasa lalu lintas paling sedikit ada 5 (lima) kegiatan yang wajib dilakukan, yaitu:

- a. Identifikasi masalah lalu lintas;
- b. Inventarisasi dan analisis situasi arus lalu lintas inventarisasi dan analisis ketersediaan dan daya tampung jalan;
- c. Penetapan tingkat pelayanan; serta
- d. Penetapan rencana kebijakan pengaturan penggunaan jaringan jalan dan Gerakan lalu lintas.

2. Pengaturan

Pengaturan dilakukan melalui penetapan kebijakan penggunaan jaringan jalan dan pergerakan lalu lintas pada jaringan jalan tertentu.

Kebijakan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu lintas meliputi:

- a. Perintah, larangan, peringatan, dan/atau petunjuk yang bersifat umum di semua ruas jalan; dan
- b. Perintah, larangan, peringatan, dan/atau petunjuk yang berlaku pada masing-masing ruas jalan.

3. Perekayasaan

Perekayasaan meliputi pengadaan, pemasangan, perbaikan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan.

4. Pemberdayaan

Pemberdayaan meliputi pemberian:

- a. Arahkan;
- b. Bimbingan;
- c. Penyuluhan;
- d. Pelatihan; dan
- e. Bantuan teknis.

5. Pengawasan

Pengawasan meliputi:

- a. Penilaian terhadap pelaksanaan kebijakan; dan
- b. Tindakan korektif terhadap kebijakan.

Terdapat tiga strategi yang dapat dilakukan dalam manajemen dan rekayasa lalu lintas (Risdiyanto, 2014). Strategi tersebut adalah :

1. Manajemen Kapasitas, berkaitan dengan tindakan pengelolaan lalu lintas untuk meningkatkan kapasitas prasarana jalan.
2. Manajemen Prioritas, adalah dengan memberikan prioritas bagi lalu lintas tertentu yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi keselamatan.
3. Manajemen Permintaan, berkaitan dengan tindakan pengelolaan lalu lintas untuk pengatutan dan pengendalian arus lalu lintas.

Dari ketiga strategi di atas, dapat diaplikasikan ke dalam teknik-teknik manajemen lalu lintas yang dapat dilihat pada Tabel III.1 berikut :

Tabel III. 1 Strategi dan Teknik Manajemen Lalu Lintas

No	Strategi	Teknik
1	Manajemen Kapasitas	1) Perbaikan Persimpangan
		2) Manajemen ruas jalan :
		- Pemisahan tipe kendaraan
		- Kontrol <i>on-street parking</i> (tempat dan waktu
		- Pelebaran jalan
		3) <i>Area traffic control</i>
		- Batasan tempat membelok
		- Sistem jalan satu arah
		- Koordinasi lampu lalu lintas
2	Manajemen Prioritas	Prioritas bus, misal jalur khusus bus
		Akses angkutan barang, bongkat muat
		Daerah pejalan kaki
		Rute sepeda
		Kontrol daerah parkir
3		Kebijakan Parkir
		Penutupan jalan

No	Strategi	Teknik
	Manajemen Demand (<i>restraint</i>)	<i>Area and cordon licensing</i>
		Batasan fisik

Sumber : DPU-Dirjen Bina Marga DKI Jakarta, 2012

Dalam Peraturan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas, terdapat tata cara pelaksanaan manajemen dan rekayasa lalu lintas dengan rincian sebagai berikut :

1. Penetapan prioritas angkutan massal melalui penyediaan lajur atau jalur atau jalan khusus;
2. Pemberian prioritas keselamatan dan kenyamanan pejalan kaki;
3. Pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
4. Pemisahan atau pemilahan pergerakan arus Lalu Lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
5. Pemaduan berbagai moda angkutan;
6. Pengendalian lalu lintas pada persimpangan;
7. Pengendalian lalu lintas pada ruas jalan; dan/atau
8. Perlindungan terhadap lingkungan.

3.3 Jaringan Jalan

Jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel (Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan pasal 1).

Jaringan jalan merupakan rangkaian ruas-ruas jalan yang dihubungkan dengan simpul-simpul. Simpul-simpul merepresentasikan pertemuan antar ruas-

ruas jalan yang ada. Jaringan jalan mempunyai peranan penting dalam pengembangan wilayah dan melayani aktivitas kawasan (Basuki, 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

Terkait dengan klasifikasi kelas jalan menurut UU No. 22 Tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel III.2 berikut.

Tabel III. 2 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

Dalam Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015 dijelaskan bahwa tingkat pelayanan jalan minimal pada ruas jalan disesuaikan menurut fungsinya, meliputi:

1. Jalan arteri primer, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya B
2. Jalan arteri sekunder, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya C
3. Jalan kolektor primer, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya B
4. Jalan kolektor sekunder, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya C
5. Jalan lokal primer, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya C

6. Jalan lokal sekunder, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya D
7. Jalan tol, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya B
8. Jalan lingkungan, tingkat pelayanan sekurang – kurangnya D

3.4 Kinerja Lalu Lintas

Menurut Tamin (2008), menyatakan bahwa kinerja lalu lintas perkotaan dapat dinilai dengan menggunakan parameter lalu lintas sebagai berikut:

- a. Untuk ruas jalan, dapat berupa *V/C Ratio*, kecepatan dan kepadatan lalu lintas.
- b. Untuk persimpangan dapat berupa tundaan dan kapasitas simpang.
- c. Jika tersedia, maka data kecelakaan lalu lintas juga dapat dipertimbangkan dalam mengevaluasi efektifitas sistem lalu lintas perkotaan.

Pengukuran kinerja lalu lintas jaringan jalan yang dilakukan dalam penelitian ini diambil berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997). Dimana pengukuran kinerja lalu lintas yang dilakukan terbagi atas pengukuran kinerja ruas jalan dan kinerja pada persimpangan.

3.4.1 Kinerja Ruas Jalan

Indikator kinerja ruas jalan yang dimaksud disini adalah perbandingan volume per kapasitas (*V/C Ratio*), kecepatan dan kepadatan lalu lintas. Tiga karakteristik ini kemudian dipakai 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. Adapun persamaan dasar untuk menentukan *V/C Ratio* adalah sebagai berikut:

$$V/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Volume lalu lintas}}{\text{Kapasitas ruas}} \dots\dots\dots \text{III. 1}$$

Sumber : MKJI, 1997

A. Volume lalu lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu tertentu. Volume yang digunakan dalam perhitungan adalah dalam satuan smp/jam.

B. Kapasitas Jalan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), menyatakan bahwa kapasitas jalan didefinisikan sebagai arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah, komposisi lalu lintas, dan faktor lingkungan). Ada 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. Dan 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). Untuk menentukan nilai kapasitas dasar (C_0), dapat dilihat pada table berikut:

Tabel III. 3 Penentuan Kapasitas Dasar Jalan

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
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 19971

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas ruas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs} \dots\dots\dots \text{III. 2}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{sf} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

2. Kecepatan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), kecepatan didefinisikan dalam beberapa hal salah satunya 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 :

$$V = \frac{L}{TT} \dots\dots\dots \text{III. 3}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dengan :

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

Menurut Tamin (2008) kepadatan dapat didefinisikan sebagai jumlah kendaraan rata-rata dalam ruang. Satuan kepadatan adalah kendaraan per km atau kendaraan-km per jam. Seperti halnya volume lalu lintas, kepadatan juga dapat dikaitkan dengan penyediaan jumlah lajur jalan. 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:

$$D = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots \text{III. 4}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dengan :

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

Arus lalu lintas berinteraksi dengan sistem jaringan transportasi. Jika arus lalu lintas meningkat pada ruas jalan tertentu, waktu tempuh pasti bertambah (karena kecepatan menurun) (Tamin, 2008). Menurut Khisty & Lall (2003) Tingkat pelayanan (Level Of Service, LOS) adalah suatu ukuran kualitatif yang menjelaskan kondisi-kondisi operasional di dalam suatu aliran lalu lintas dan persepsi dari pengemudi dan/atau penumpang terhadap kondisi-kondisi tertentu. Faktor-faktor seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan

bermanuver, perhentian lalu lintas, dan kemudahan serta kenyamanan adalah kondisi-kondisi yang mempengaruhi LOS.

Parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat pelayanan jalan dalam penelitian ini didasarkan pada kecepatan dan kepadatan. Kriteria penentuan tingkat pelayanan jalan dapat dilihat pada Tabel III.4 berikut ini :

Tabel III. 4 Karakteristik Tingkat Pelayanan

No	Tingkat Pelayanan	Karakteristik-Karakteristik
1	A	1. Arus Bebas dengan volume lalu lintas rendah 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata ≥ 80 km/jam 3. Kepadatan lalu lintas rendah
2	B	1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas sedang 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 70 km/jam 3. Kepadatan lalu lintas rendah
3	C	1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas lebih tinggi 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 60 km/jam 3. Kepadatan lalu lintas sedang
4	D	1. Arus Mendekati Tidak Stabil dengan volume lalu lintas tinggi 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 50 km/jam 3. Kepadatan lalu lintas sedang
5	E	1. Arus Tidak Stabil dengan volume lalu lintas mendekati kapasitas 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Sekitar 30 km/jam untuk jalan antar kota dan 10 km/jam untuk jalan perkotaan 4. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal

No	Tingkat Pelayanan	Karakteristik-Karakteristik
6	F	1. Arus Tertahan dan terjadi antrian 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata < 30 km/jam 3. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015

3.4.2 Kinerja Persimpangan

Persimpangan adalah tempat pertemuan dua buah jalan atau lebih, dimana pertemuan tersebut akan menimbulkan titik konflik akibat arus lalu lintas pada persimpangan. Karena ruas jalan pada persimpangan digunakan bersama sama, maka kapasitas ruas jalan dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada masing masing ujungnya (Prayitno, 2018). Analisis yang akan dilakukan di persimpangan meliputi jenis pengendalian yang telah diterapkan saat ini dan pengukuran kinerja persimpangan.

1. Simpang Bersinyal

A. Kapasitas

Kapasitas simpang bersinyal merupakan hasil perkalian antara arus jenuh dengan waktu hijau dibagi dengan waktu siklus.

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots \text{III. 5}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp/jam hijau = smp per-jam hijau)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama)

B. Arus Jenuh

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya. Persamaannya sebagai berikut :

$$S = S_0 \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{lt} \times F_{rt} \dots\dots\dots \text{III. 6}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

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 prosentase belok kiri

F_{rt} = faktor koreksi prosentase 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:

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \dots\dots\dots \text{III. 7}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

c = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

FR_{crit} = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.

E(FR_{crit}) = Rasio arus simpang = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

D. Waktu Hijau

Persamaannya sebagai berikut :

$$g = (c - LTI) \times FR_{crit} / L(FR_{crit}) \dots\dots\dots \text{III. 8}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

g = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

E. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), derajat kejenuhan adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekat. Derajat kejenuhan diperoleh sebagai :

$$DS = Q/C = (Q \times c) / (S \times g) \dots\dots\dots \text{III. 9}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

F. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ1) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ2).

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots \text{III. 10}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dengan

$$NQ1 = 0,25 \times C \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots\dots\dots \text{III. 11}$$

Sumber : MKJI, 1997

Jika, $DS > 0,5$; selain dari itu $NQ1 = 0$

$$NQ2 = \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots \text{III. 12}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

$NQ1$ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah.

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

C = waktu siklus (det)

C = kapasitas (smp/jam) = arus jenuh kali rasio hijau ($S \times GR$)

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

Kemudian mencari panjang antrian (*Queue Length*) :

$$QL = NQ_{\max} \times \frac{20}{We} \dots\dots\dots \text{III. 13}$$

Sumber : MKJI, 1997

Kemudian mencari NS yaitu angka henti seluruh simpang :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{3600} \times 3600 \dots\dots\dots \text{III. 14}$$

Sumber : MKJI, 1997

G. 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 berhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata suatu pendekat j dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots \text{III. 15}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

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

DT_j = Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu-lintas rata-rata pada suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988):

$$DT = C \times \frac{0.5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots \text{III. 16}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana:

DT_j = Tundaan lalu-lintas rata-rata pada pendekat j (det/smp)

GR = Rasio hijau (g/c)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

$NQ1$ = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

2. Simpang Tak Bersinyal

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

A. Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang tak bersinyal dihitung dengan rumus:

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \dots\dots\dots \text{III. 17}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dengan :

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

B. 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:

$$DS = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots \text{III. 18}$$

Sumber : MKJI, 1997

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

C. Peluang Antrian (*Queue Probability %*)

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

D. Tundaan

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*).

E. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan. Terkait dengan tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel III. 5 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 Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015

3.5 Pejalan Kaki

Pejalan kaki adalah orang yang melakukan aktivitas berjalan kaki dan merupakan salah satu unsur pengguna jalan (Direktur Jendral Perhubungan Darat, 1997). Jenis penyebrangan sangat berpengaruh pada kinerja lalu lintas, hal ini dikarenakan penyebrangan secara beramai-ramai (Group), jenis penyebrangan ini pula yang sangat mempengaruhi tingkat kejenuhan arus lalu lintas (Hidayat, 2018).

Fasilitas penyeberangan adalah fasilitas pejalan kaki untuk penyeberangan jalan (Direktur Jendral Perhubungan Darat, 1997). Fasilitas penyebrangan dibagi dalam 2 kelompok tingkatan yaitu : penyeberangan sebidang dan penyeberangan tidak sebidang.

1. Penyebrangan Sebidang

- a. *Zebra cross* tanpa pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.

- b. *Zebra cross* dengan pelindung, yaitu penyeberangan zebra cross yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.
- c. Pelican tanpa pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang tidak dilengkapi dengan pulau pelindung.
- d. Pelican dengan pelindung, yaitu penyeberangan pelican yang dilengkapi dengan pulau pelindung dan rambu peringatan awal bangunan pemisah untuk lalu lintas dua arah.

2. Penyebrangan Tak Sebidang

Penyeberangan Tidak Sebidang terdiri dari :

- a. Jembatan penyeberangan, yaitu fasilitas pejalan kaki untuk menyeberang jalan berupa bangunan tidak sebidang diatas jalan.
- b. 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 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 dengan kriteria sebagai berikut :

- a. 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.
- b. Tingkat kepadatan pejalan kaki ataupun jumlah konflik dengan kendaraan dan jumlah kecelakaan harus digunakan sebagai faktor dasar dalam pemilihan fasilitas pejalan kaki yang memadai.
- c. Pada lokasi-lokasi/kawasan yang terdapat sarana dan prasarana umum.

- d. 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.

Menurut (Munawar 2004) 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 disebelahnya. Kriteria penyediaan lebar trotoar berdasarkan lokasi menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.03/PRT/M/2014 dapat dilihat pada tabel III.6

Tabel III. 6 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 No. 3 Tahun 2014

Kriteria penyediaan trotoar menurut banyaknya pejalan kaki dengan menggunakan rumus:

$$Wd = \frac{P}{35} + N \dots \dots \dots \text{III. 19}$$

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2014

Keterangan :

Wd = 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, dapat dilihat pada Tabel III.7 :

Tabel III. 7 Nilai Konstanta

N (dalam meter)	Jenis Jalan
1,5	Jalan di daerah pasar
1,0	Jalan di daerah perbelanjaan bukan pasar
0,5	Jalan di daerah lain

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2014

2. Pergerakan Menyebrang Jalan

Metode yang akan digunakan untuk penyediaan fasilitas penyeberang jalan.

$$P \times V^2 \dots \dots \dots \text{III. 20}$$

Sumber : Munawar, 2004

Keterangan :

P = Jumlah pejalan kaki menyeberang (orang/jam)

V = Volume lalu lintas (kendaraan/jam)

Rekomendasi jenis penyeberangan sesuai dengan metode pendekatan yang diinginkan seperti diatas sebagai berikut :

Tabel III. 8 Rekomendasi Jenis Fasilitas Penyebrangan

PV²	P	V²	Rekomendasi Awal
> 10 ⁸	50 – 1.100	300 – 500	Zebra Cros (ZC)
> 2 x 10 ⁸	50 – 1.100	400 – 750	ZC dengan pelindung
> 10 ⁸	50 – 1.100	> 500	Pelican (P)
> 10 ⁸	> 1.100	> 500	Pelican (P)
> 2 x 10 ⁸	50 – 1.100	> 700	P dengan Pelindung
> 2 x 10 ⁸	> 1.100	> 400	P dengan Pelindung

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2014

3.6 Parkir

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. Dari hubungan ini memperjelas bahwa fasilitas parkir menjadi bagian yang sangat penting dalam sistem transportasi. 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.

Parkir dibedakan menjadi dua jenis, yaitu parkir di badan jalan (*on street parking*) dan parkir di luar badan jalan (*off street parking*). Berdasarkan Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas parkir, dijelaskan bahwa pengertian dari parkir di badan jalan adalah fasilitas parkir yang menggunakan tepi jalan, sedangkan parkir di luar badan jalan adalah fasilitas parkir kendaraan di luar tepi jalan umum yang dibuat khusus atau penunjang kegiatan yang dapat berupa tempat parkir dan/atau gedung parkir.

Menurut UU No 22 tahun 2009 pasal 43 ayat (3) fasilitas parkir di dalam ruang milik jalan hanya dapat diselenggarakan pada jalan kabupaten, jalan desa, atau jalan kota. Untuk penyediaan fasilitas parkir untuk umum di luar

ruang milik jalan harus sesuai izin yang diberikan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan diatur bahwa fasilitas parkir untuk umum di luar ruang milik jalan dapat berupa taman parkir dan atau gedung parkir. 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.
5. Dimensi kendaraan.
6. 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.

$$KS = L / K \dots\dots\dots \text{III. 21}$$

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

2. Volume Parkir

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

3. Kebutuhan Parkir

$$Z = \frac{Y \times D}{T} \dots\dots\dots \text{III. 22}$$

Sumber: Munawar, 2004

Keterangan :

Z = Ruang parkir yang di butuhkan

Y = Jumlah kendaraan parkir dalam satu waktu

D = Rata-rata durasi (Jam)

T = Lama survai (Jam)

4. Durasi parkir

$$\text{Durasi} = \text{Extime} - \text{Entime} \dots\dots\dots \text{III. 23}$$

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 :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} \dots\dots\dots \text{III. 24}$$

Sumber: Munawar, 2004

Dimana:

D = rata – rata durasi parkir kendaraan

d_i = durasi kendaraan ke – i (i dari kendaraan ke – 1 sampai ke – n)

7. 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 dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Akumulasi} = E_i - E_x \dots\dots\dots \text{III. 25}$$

Sumber: Munawar, 2004

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

$$\text{Akumulasi} = E_i - E_x + X \dots\dots\dots \text{III. 26}$$

Sumber: Munawar, 2004

Dimana:

E_i = *Entry* (Kendaraan yang Masuk Lokasi)

E_x = *Exit* (Kendaraan yang Keluar Lokasi)

X = jumlah kendaraan yang telah parkir sebelum pengamatan

8. 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:

$$\text{Tingkat Turnover} = \frac{\text{Volume Parkir}}{\text{Ruang Parkir Tersedia}} \dots\dots\dots \text{III. 27}$$

Sumber: Munawar, 2004

9. 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:

$$\text{Indeks Parkir} = \frac{\text{Akumulasi Parkir} \times 100\%}{\text{Ruang Parkir Tersedia}} \dots\dots\dots \text{III. 28}$$

Sumber: Munawar, 2004

3.7 Aplikasi Program Komputer (VISSIM)

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 strategi usulan rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan yang paling efektif. Tidak hanya berkaitan terhadap jaringan jalan, tetapi juga simpang, angkutan umum, serta pedestrian (PTV Group 2017).

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. Pengaplikasian program Vissim yang telah teruji dapat memberikan informasi yang dibutuhkan oleh pengguna serta hasil dengan tingkat validasi dapat digunakan dan dikembangkan untuk kebutuhan perencanaan dan pengembangan jaringan jalan (Susilawati et al., 2020).

Kebutuhan data untuk membangun suatu model menggunakan VISSIM yaitu:

1. Data *geometrik*
2. *Traffic* data
3. Karakteristik kendaraan

Secara sederhana, pembuatan model menggunakan VISSIM dibagi menjadi 5 tahap:

1. Identifikasi ruang lingkup wilayah yang akan di modelkan
2. Pengumpulan data
3. *Network coding*

4. Error checking

5. Kalibrasi dan validasi model

3.8 Validasi Model dengan *Chi-Square*

Chi Kuadrat (X^2) suatu sampel adalah teknik statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis dua data yang dihasilkan oleh model dan dari hasil observasi. Hasil dari model selanjutnya dibandingkan dengan data volume lalu lintas hasil survei. Untuk menilai baik atau tidaknya model jaringan yang telah dibuat perlu dilakukan validasi dengan uji statistik. Uji statistik yang digunakan untuk menguji apakah hasil pemodelan yang dihasilkan dapat diterima atau tidak adalah Uji Chi-kuadrat ruas jalan di wilayah studi. Berikut adalah langkah-langkah validasi model dengan hasil survei lalu lintas :

Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya yaitu:

H_0 : hasil survei (O_i) = hasil model (E_i)

H_1 : hasil survei (O_i) $\neq$ hasil model (E_i)

Tingkat signifikan yang dipakai adalah 95% atau $\alpha = 0.05$

Derajat kebebasan = Jumlah data – 1

H_0 diterima jika X^2 hasil hitungan < X^2 hasil tabel

H_1 diterima jika X^2 hasil hitungan > X^2 hasil tabel

Menghitung Chi-kuadrat tiap link berdasarkan volume hasil survei dan volume hasil model, dengan rumus :

$$X^2 = \frac{(F_o - F_h)^2}{F_h} \dots\dots\dots \text{III. 29}$$

Sumber : Tamin, 2008

Keterangan :

X^2 = Chi Kuadrat

F_o = Frekuensi hasil observasi

F_h = Frekuensi