BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Undang-Undang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan menjelaskan bahwa Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas merupakan suatu rangkaian usaha maupun kegiatan dimana didalamnya ada kegiatan seperti perencanaan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas. Dimana serangkaian usaha serta kegiatan ini akan berdampak terhadap pemeliharaan keamanan, keselamatan, ketertiban serta kelancaran lalu lintas. Jadi, dapat disimpulkan manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah suatu aktivitas dimana dilakukan infrastruktur jalan direncanakan, diatur dan dipelihara dengan tujuan menjadikan ruang lalu lintas yang aman, tertib, dan berkeselamatan.

Tujuan dari manajemen dan rekayasa lalu lintas ini adalah untuk mengatur dan mengawasi arus lalu lintas dengan cara mengendalikan jenis, kecepatan dan pengguna jalan sehingga dapat mengurangi kemacetan lalu lintas dengan meningkatkan kapasitas dan mengurangi volume lalu lintas jalan. Strategi manajemen lalu lintas dibagi menjadi tiga bagian, yaitu manajemen kapasitas, dimana semua fungsi lalu lintas dipantau, diatur dan dikelola untuk menciptakan infrastruktur jalan yang baik. Selain itu, terdapat manajemen prioritas dengan memprioritaskan lalu lintas untuk mewujudkan keselamatan dalam berlalulintas dan manajemen permintaan yang dimana mengacu pada tindakan pengelolaan lalu lintas untuk mengatur dan mengendalikan arus lalu lintas.

3.2 Jaringan Jalan

Didalam Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dijelaskan bahwa jaringan jalan merupakan ruas yang dihubungkan dengan simpul. Jaringan jalan merupakan infrastruktur

transportasi yang mendasar dan penting yang dapat memungkinkan kendaraan untuk bergerak dari satu tempat ke tempat lain dengan mudah dan efisien. Klasifikasi kelas jalan menurut UU No. 22 Tahun 2009 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel III. 1 Klasifikasi Jalan Menurut UU No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

No	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan			
			Lebar (mm)	Panjang (mm)	Tinggi (mm)	MST (ton)
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

3.3 Kinerja Lalu Lintas

Kinerja lalu lintas dapat diukur dengan menggunakan parameter lalu lintas yaitu *V/C ratio*, kecepatan, dan kepadatan untuk ruas jalan sedangkan untuk persimpangan dapat berupa tundaan dan kapasitas simpang. Data tersebut didapatkan dari pelaksanaan survei lapangan pada praktik kerja lapangan 2022 di Kabupaten Kulon Progo berupa data lapangan yang kemudian dianalisis untuk mendapatkan gambaran kinerja ruas jalan dan simpang.

Pengukuran kinerja lalu lintas yang dilakukan dalam penelitian ini mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) yang terbagi atas pengukuran kinerja ruas jalan dan kinerja pada persimpangan.

1. Kinerja Ruas Jalan

Untuk mencari tingkat pelayanan (*Level of Service*) digunakan indikator kinerja ruas jalan yaitu perbandingan antara volume dan kapasitas (*V/C ratio*), kecepatan, dan kepadatan lalu lintas.

a. *V/C ratio* adalah perbandingan antara volume dengan kapasitas.

1) Volume lalu lintas

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan dalam satu satuan waktu (hari, jam, atau menit).

2) Kapasitas jalan

Menurut Yuniarta (2006) kapasitas ruas jalan merupakan jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintasi suatu ruas jalan dalam satu arah per satu satuan waktu (jam) pada kondisi jalan dan lalu lintas yang tertentu baik untuk jalan 2/2 D (*divided*) atau 2/2 UD (*undivided*). Kondisi jalan adalah kondisi fisik jalan, sedangkan kondisi lalu lintas adalah sifat lalu lintas.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan antara lain:

- a) Faktor jalan, seperti lebar jalur, kebebasan lateral, bahu jalan, ada median atau tidak, kondisi permukaan jalan, alinyemen, kelandaian jalan, trotoar dan lain-lain.
- b) Faktor lalu lintas, seperti komposisi lalu lintas, volume, distribusi lajur, dan gangguan lalu lintas, adanya kendaraan tidak bermotor, hambatan samping dan lain-lain.
- c) Faktor lingkungan, seperti misalnya pejalan kaki, pengendara sepeda, binatang yang menyeberang, dan lain-lain.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas ruas jalan adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \times FC_{cs}$$

Rumus III. 1 Kapasitas Ruas Jalan

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

Co = Kapasitas dasar (smp/jam)

FCw = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FCsp = Faktor penyesuaian pemisah arah

FCsf = Faktor penyesuaian hambatan samping

FCcs = Faktor penyesuaian ukuran kota

b. Kecepatan

Kecepatan perjalanan adalah kecepatan rata-rata kendaraan saat melalui suatu ruas jalan. Kecepatan dan waktu tempuh perjalanan dapat bervariasi tergantung pada waktu, ruang, dan antarmoda. Pada MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) kecepatan perjalanan digunakan sebagai nilai utama dalam kinerja ruas jalan karena mudah untuk diukur dan merupakan masukan yang penting dalam perhitungan biaya perjalanan untuk analisa ekonomi.

c. Kepadatan

Kepadatan dapat didefinisikan sebagai besarnya konsentrasi kendaraan di suatu ruas jalan. Kepadatan merupakan hasil perbandingan antara volume lalu lintas dengan kecepatan dan biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan per kilometer.

d. Tingkat Pelayanan

Menurut Khisty & Lall (2003) tingkat pelayanan (*Level of Service*) adalah ukuran kualitatif yang dapat mendeskripsikan kondisi arus lalu lintas serta persepsi dari pengemudinya sendiri atau penumpang terhadap kondisi tersebut. Dapat disimpulkan bahwa

tingkat pelayanan ini merupakan perbandingan beberapa kondisi yang terjadi dimana perbandingan didapatkan dari volume lalu lintas dan kapasitas jalan. Kecepatan juga menjadi tolak ukur karena berpengaruh pada tingkat pelayanan ruas jalan.

Tabel III. 2 Karakteristik Tingkat Pelayanan Menurut PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

No	Tingkat Pelayanan	Karakteristik-Karakteristik
1	A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Bebas dengan volume lalu lintas rendah 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata ≥ 80 km/jam 3. V/C Ratio 0 – 0,2 4. Kepadatan lalu lintas rendah
2	B	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas sedang 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 70 km/jam 3. V/C Ratio 0,21 – 0,45 4. Kepadatan lalu lintas rendah
3	C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Stabil dengan volume lalu lintas lebih tinggi 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 60 km/jam 3. V/C Ratio 0,46 – 0,75 4. Kepadatan lalu lintas sedang

Tabel III. 2 Karakteristik Tingkat Pelayanan Menurut PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

No	Tingkat Pelayanan	Karakteristik-Karakteristik
4	D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Mendekati Tidak Stabil dengan volume lalu lintas tinggi 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata Turun s/d ≥ 50 km/jam 3. V/C Ratio 0,76 – 0,84 4. Kepadatan lalu lintas sedang
5	E	<ol style="list-style-type: none"> 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 3. V/C Ratio 0,85 – 1 4. Kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan internal
6	F	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arus Tertahan dan terjadi antrian 2. Kecepatan Perjalanan Rata-Rata < 30 km/jam 3. V/C Ratio Melebihi 1 4. Kepadatan lalu lintas sangat tinggi dan volume rendah

Sumber: PM No. 96 Tahun 2015

Dalam MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) dijelaskan bahwa tingkat pelayanan jalan merupakan suatu cara untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari permasalahan yang terjadi.

Tabel III. 3 Karakteristik Tingkat Pelayanan Menurut MKJI 1997

No	Tingkat Pelayanan (LOS)	V/C Rasio	Karakteristik
1	A	$< 0,60$	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.
2	B	$0,60 < V/C < 0,7$	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.
3	C	$0,70 < V/C < 0,8$	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol oleh lalu lintas.
4	D	$0,80 < V/C < 0,9$	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas
5	E	$0,90 < V/C < 1$	Arus tidak stabil, kecepatan rendah, volume mendekati kapasitas
6	F	>1	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan pada waktu yang cukup lama.

Sumber: MKJI 1997

2. Kinerja Persimpangan

Menurut Peraturan Pemerintah No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan dapat diartikan bahwa persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana bertemunya beberapa ruas jalan yang arusnya dapat mengalami konflik. Kinerja persimpangan terbagi menjadi 2 yaitu:

a. Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan persimpangan yang terdiri dari beberapa lengan dan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lampu

lalu lintas (*traffic light*). Menurut MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997) untuk mencari kinerja simpang diperlukan data:

1) Kapasitas

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

$$C = \frac{S \times g}{c}$$

Rumus III. 2 Kapasitas Simpang Bersinyal

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).

2) Arus Jenuh

Arus jenuh 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.

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

Rumus III. 3 Arus Jenuh

Dimana:

S₀ = 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

Flt = faktor koreksi prosentase belok kiri
 Frt = faktor koreksi prosentase belok kanan

3) Waktu Siklus

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

$$C = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \sum FR_{crit})$$

Rumus III. 4 Waktu Siklus

Dimana:

C = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

FRcrit = Nilai FR tertinggi dari semua pendekatan yang berangkat pada suatu fase sinyal.

E(FRcrit) = Rasio arus simpang = jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus tersebut.

4) Waktu Hijau

Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

$$g = (c - LTI) \times FR_{crit} / L(FR_{crit})$$

Rumus III. 5 Waktu Hijau

Dimana:

g = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik)

5) Derajat Kejenuhan

Menurut MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997), derajat kejenuhan adalah rasio dari arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan.

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{Q \times C}{S \times g}$$

Rumus III. 6 Derajat Kejenuhan Simpang Bersinyal

Dimana:

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

6) Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah.

$$NQ = NQ1 + NQ2$$

Rumus III. 7 Jumlah smp Pada Simpang

Dengan

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

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

$$NQ2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Rumus III. 8 Jumlah smp Selama Fase Merah

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*):

$$QL = NQ_{max} \times \frac{20}{We}$$

Rumus III. 9 Panjang Antrian

Kemudian mencari NS yaitu angka henti seluruh simpang:

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

Rumus III. 10 Angka Henti Seluruh Simpang

7) 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.

$$D_j = DT_j + DG_j$$

Rumus III. 11 Tundaan Simpang

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):

$$DT_j = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c}$$

Rumus III. 12 Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata

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 Tingkat pelayanan pada persimpangan mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas persimpangan.

b. Simpang Tak Bersinyal

Menurut MKJI (Direktorat Jenderal Bina Marga, 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:

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

Rumus III. 13 Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

Dimana:

C = Kapasitas

C₀ = 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 Prosentase Belok Kiri

F_{rt} = Faktor Koreksi Prosentase Belok Kanan

F_{mi} = Rasio Arus Jalan Minor

2) Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah perbandingan antara arus lalu lintas masuk dengan kapasitas pada ruas jalan tertentu. Derajat kejenuhan pada simpang tak bersinyal dapat dihitung dengan rumus:

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

Rumus III. 14 Derajat Kejenuhan Simpang Tak Bersinyal

Dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total sesungguhnya (smp/jam)

C = Kapasitas sesungguhnya (smp/jam)

3) Tundaan

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

4) Peluang Antrian

Peluang antrian adalah kemungkinan panjang antrian yang terjadi pada simpang tak bersinyal. Batas-batas peluang antrian QP% ditentukan dari hubungan QP% dan derajat kejenuhan serta ditentukan dengan grafik.

5) Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan pada simpang mempertimbangkan faktor tundaan dan kapasitas simpang. Menurut PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, tingkat pelayanan pada persimpangan dapat dilihat pada Tabel III.4.

Tabel III. 4 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: PM No. 96 Tahun 2015

3.4 Parkir

Parkir juga menjadi salah satu bagian dari transportasi dikarenakan kendaraan tentunya membutuhkan parkir. Karena itu penataan parkir sangat penting dengan lahan yang cukup agar efisien. Menurut Undang – Undang No. 22 tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan dijelaskan bahwa parkir adalah keadaan kendaraan berhenti atau tidak bergerak dan ada durasi waktu. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, diatur untuk fasilitas parkir yang memiliki lahan atau taman parkir bisa berbentuk gedung parkir. Sedangkan fasilitas parkir untuk umum yang berada diluar ruang milik jalan wajib memiliki izin.

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. Aspek teknis dalam manajemen parkir menurut Munawar (2004) sebagai berikut:

1. Kapasitas Statis

Kapasitas statis adalah jumlah ruang yang tersedia untuk parkir. Berikut rumus kapasitas statis:

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

Rumus III. 15 Kapasitas Statis Parkir

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 dalam satu satuan waktu. Jadi, tidak hanya didasarkan pada daya tampung dari luasan parkir tapi juga berdasarkan dari perputaran dan durasi parkir. Berikut rumus kapasitas dinamis:

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

Rumus III. 16 Kapasitas Dinamis Parkir

Dimana:

KD = kapasitas parkir dalam kendaraan/jam survei

KS = jumlah ruang parkir yang ada

P = lama survei

D = rata – rata durasi (jam)

3. Volume Parkir

Volume parkir adalah jumlah kendaraan yang menggunakan ruang parkir di wilayah kajian pada suatu lokasi parkir dalam satu satuan waktu tertentu.

4. Kebutuhan Parkir

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

Rumus III. 17 Kebutuhan Parkir

Dimana:

Z = ruang parkir yang dibutuhkan

Y = jumlah kendaraan parkir dalam satu satuan waktu

D = rata-rata durasi parkir (jam)

T = lama survei (jam)

5. Durasi Parkir

Durasi parkir merupakan rentang waktu untuk sebuah kendaraan yang parkir di suatu tempat yang dapat dinyatakan dalam satuan menit maupun jam. Nilai durasi parkir diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Durasi Parkir} = \text{Extime} - \text{Entime}$$

Rumus III. 18 Durasi Parkir

Dimana:

Extime = waktu saat kendaraan keluar dari lokasi parkir

Entime = waktu saat kendaraan masuk ke lokasi parkir

6. Akumulasi Parkir

Akumulasi parkir adalah jumlah dari kendaraan yang parkir di tempat dan waktu tertentu. Perhitungan akumulasi parkir dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Akumulasi} = Ei - Ex$$

Rumus III. 19 Akumulasi Parkir

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

$$\text{Akumulasi} = Ei - Ex + X$$

Rumus III. 20 Akumulasi Parkir Jika Sudah Ada
Kendaraan Yang Parkir

Dimana:

E_i = *Entry* (kendaraan yang masuk ke tempat parkir)

E_x = *Exit* (kendaraan yang keluar dari tempat parkir)

X = Jumlah kendaraan yang telah parkir sebelum pengamatan

7. Pergantian Parkir (*Turnover*)

Turnover adalah tingkat penggunaan ruang parkir atau berapa kali ruang parkir berganti kendaraan yang didapatkan dengan membagi volume parkir dengan jumlah ruang parkir untuk satu periode tertentu. Besarnya *turnover* parkir diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Tingkat Turnover} = \frac{\text{Volume Parkir}}{\text{Ruang Parkir Tersedia}}$$

Rumus III. 21 Pergantian Parkir

8. Indeks Parkir

Ukuran untuk menyatakan penggunaan panjang jalan dan dinyatakan dalam persentase ruang yang ditempati oleh kendaraan parkir merupakan pengertian dari indeks parkir. Besarnya indeks parkir diperoleh dengan persamaan:

$$\text{Indeks Parkir} = \frac{\text{Akumulasi Parkir}}{\text{Ruang Parkir Tersedia}} \times 100\%$$

Rumus III. 22 Indeks Parkir

3.5 Pemodelan Jalan (*Software*)

Software PTV *Vissim* merupakan suatu program komputer yang mengkaji mengenai pembebanan lalu lintas berdasarkan pada informasi yang diberikan mengenai jaringan jalan (*supply*) dan permintaan lalu lintas (*demand*). PTV *Vissim* merupakan simulasi mikroskopis berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk pemodelan lalu lintas di perkotaan. Pemodelan menggunakan *software* ini bersifat detail sehingga memerlukan data yang rinci dari kondisi lalu lintas pada wilayah yang dikaji. Data yang dibutuhkan untuk membuat suatu model yaitu:

1. Data geometrik ruas dan simpang
2. Data lalu lintas
3. Data karakteristik kendaraan

Software ini dapat memodelkan arus lalu lintas pada ruas jalan per arah (*link volumes*), hambatan dan antrian pada setiap ruas dan simpang, kecepatan kendaraan pada setiap ruas jalan, serta aksesibilitas pada wilayah yang dikaji. Setelah model dibuat, maka diperlukan penyesuaian karakteristik pengendara kendaraan bermotor terhadap

1. Kalibrasi

Pada proses kalibrasi dilakukan penyesuaian perilaku pengemudi kendaraan bermotor sesuai dengan keadaan dilapangan pada saat penelitian dilakukan. Proses kalibrasi ini juga mengacu pada penelitian-penelitian sebelumnya sebagai referensi. Menurut Irawan dan Putri (2015) pada proses kalibrasi dilakukan *trial and error* dengan mempertimbangkan perilaku pengemudi kendaraan yang agresif sehingga nilai dari pemodelan yang dibuat mendekati hasil survei dilapangan.

2. Validasi Model Dengan *Chi-Square*

Validasi dengan metode *Chi-Square* dilakukan untuk mengetahui baik atau tidaknya model jaringan jalan yang dibuat pada *software* transportasi. Uji *Chi-Square* dilakukan untuk menguji data volume lalu lintas yang dihasilkan oleh model dan data hasil survei. Langkah-langkah validasi model yaitu sebagai berikut:

Menentukan hipotesis 0 (nol) dan hipotesis alternatif.

H0: hasil model = hasil survei

H1: hasil model $\neq$ hasil survei

Tingkat signifikansi yang dipakai adalah 95% atau $\alpha = 0,05$

Derajat kebebasan = jumlah data – 1

H0 diterima jika X^2 hasil hitungan $<$ X^2 hasil tabel

H1 diterima jika X^2 hasil hitungan $>$ X^2 hasil tabel

Nilai *Chi-Square* tiap link berdasarkan volume hasil model dan volume hasil survei dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X^2 = (F_o - F_h)^2 / F_h$$

Rumus III. 23 Uji *Chi-Square*

Sumber: Tamin, 2008

3.6 Keaslian Penelitian

1. Penataan lalu lintas di Kawasan Pasar Keputran Kota Surabaya (Muhammad Thoriq Arrahman, 2022)

Pada penelitian ini menganalisis kinerja lalu lintas di kawasan pasar. Pada penelitian ini didapatkan permasalahan lalu lintas yaitu penggunaan badan jalan sebagai tempat parkir, tempat berdagang oleh pedagang kaki lima, dan tempat bongkar muat barang. Rekomendasi yang diberikan yaitu pemindahan parkir on street ke off street, manajemen sistem satu arah, pengaturan jam operasi bongkar muat pada jam sibuk, pengadaan fasilitas pejalan kaki, penertiban pedagang kaki lima, dan penyertaan rambu lalu lintas.

2. Analisis Pengaruh Hambatan Samping Akibat Aktivitas Pasar Tradisional Lasi Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Kabupaten Agam (Zulkifli, 2021)

Pada penelitian ini menganalisis pengaruh hambatan samping terhadap kapasitas jalan menggunakan metode MKJI 1997. Data yang digunakan berupa data geometrik jalan, data volume lalu lintas, dan data hambatan samping. Pada penelitian ini didapatkan kemacetan pada ruas disebabkan oleh pejalan kaki, kendaraan parkir dan berhenti di sembarang tempat sehingga direkomendasikan pembuatan trotoar untuk mengurangi hambatan samping.

3. Analisis Faktor Penyebab Kemacetan Lalu Lintas Jalan Lintas Tengah di Pasar Bandar Jaya Lampung Tengah (Imam Abiyyu Hamid, 2019)

Pada penelitian ini menganalisis faktor-faktor penyebab kemacetan lalu lintas di Jalan Lintas Tengah menggunakan metode deskriptif kualitatif. Dari hasil penelitian ini didapatkan beberapa faktor yaitu volume lalu

lintas yang tinggi, kapasitas jalan yang tidak mencukupi, penyempitan jalan akibat aktivitas pasar, kondisi jalan yang rusak sehingga kecepatan menjadi rendah, tundaan akibat persimpangan, parkir sembarangan, angkutan umum menaik turunkan penumpang sembarangan, dan pedagang kaki lima yang berdagang di bahu jalan.

4. Analisis Penataan Ruang Parkir Pasar Central Kota Gorontalo (Lydia Surijani Tatura)

Pada penelitian ini menganalisis perilaku kendaraan yang berkunjung ke Pasar Sentral dan memerlukan parkir. Selanjutnya menganalisis masalah parkir dan menentukan konsep penataan ruang parkir yang aman dan nyaman. Rekomendasi yang diberikan konsep pola parkir dan penataannya yaitu parkir harus mudah dicapai dan dekat dengan jalan, parkir pengelola dipisahkan dengan parkir pengunjung, dan parkir sebaiknya dipisahkan berdasarkan jenis kendaraan.

5. Analisis *Off Street Parking* dan *On Street Parking* di Obyek Wisata Goa Gong (Sulistiani dan Ahmad Munawar, 2018)

Pada penelitian ini menganalisis kinerja parkir pada kondisi eksisting dan menganalisis kebutuhan ruang parkir. Pada penelitian ini didapatkan ketersediaan fasilitas parkir di Obyek Wisata Goa Gong masih belum memadai. Rekomendasi penanganan masalah yang diberikan yaitu penambahan penambahan kapasitas parkir atau manajemen parkir dengan pembatasan durasi dan tarif parkir.

6. *Spatial Analysis of the Implications of Traffic and Parking Activities in the Mubi Cattle Market Area, Adamawa State, Nigeria* (Phanuel B. Joshua dan John Odihi, 2018)

Pada penelitian ini menganalisis situasi lalu lintas dan parkir di kawasan pasar. Pada penelitian ini didapatkan peningkatan volume lalu lintas di kawasan pasar pada malam hari dikarenakan pemuatan hewan ternak bersamaan dengan waktu pulang kerja. Rekomendasi yang diberikan pada penelitian ini yaitu memperbaiki sirkulasi kendaraan disekitar pasar dengan menambah akses keluar masuk kendaraan, pembangunan jalan by pass sehingga mengurangi volume kendaraan

yang hanya lewat pada kawasan pasar, dan pemindahan pasar ke daerah pinggiran kota.

7. *Managing Traffic Congestion in the Accra Central Market*, Ghana (Frances Agyapong dan Thomas Kolawole Ojo, 2018)

Pada penelitian ini menganalisis manajemen lalu lintas di kawasan Pasar Accra. Pada penelitian ini didapatkan bahwa penyebab terjadinya kemacetan adalah sikap buruk pengemudi, pedagang dan pejalan kaki, kecelakaan lalu lintas, serta desain jalan yang kurang baik. Hal ini menyebabkan menurunnya penjualan dan produktivitas masyarakat serta menimbulkan stres. Rekomendasi yang diberikan yaitu penyediaan tempat parkir yang memadai dan penegakan peraturan lalu lintas yang ketat dengan hukuman denda atau barang dagangan disita oleh petugas berwenang.