

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1 Landasan Teoritis dan Normatif

3.1.1 Aspek Legalitas

Dalam penelitian ini mempunyai landasan hukum :

1. (UU No. 22 Tahun 2009, 2009) Undang-undang No. 22 Tahun 2009, tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.

- a. Pasal 93

- 1) Manajemen dan rekayasa lalu - lintas dilaksanakan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan dan gerakan lalu - lintas dalam rangka menjamin keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu - lintas dan angkutan jalan.

- b. Pasal 94

- 1) Kegiatan perekayasaan sebagaimana dimaksud dalam pasal 93 meliputi :
 - a) Perbaikan geometrik ruas jalan dan atau persimpangan serta perlengkapan jalan yang tidak berkaitan langsung dengan pengguna jalan.
 - b) Pengadaan, pemasangan, perbaikan, dan pemeliharaan perlengkapan jalan yang berkaitan langsung dengan pengguna jalan.
 - c) Optimalisasi operasional rekayasa lalu - lintas dalam rangka meningkatkan ketertiban, kelancaran, dan efektivitas penegakan hukum.

Pasal tersebut masih tetap berlaku sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta kerja yang membahas mengenai bidang transportasi (Indonesia, 2020)

2. (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2011) PP No. 32 Tahun 2011 tentang manajemen dan rekayasa, analisis dampak, serta manajemen kebutuhan lalu lintas.

- a. Penjelasan pasal 61 huruf a :

"Mengendalikan lalu lintas di ruas jalan tertentu dan persimpangan antara lain dilakukan melalui penerapan alat pemberi isyarat lalu lintas, sistem alat pemberi isyarat lalu lintas terkoordinasi (*Area Traffic Control System*), bundaran, dan pemanfaatan teknologi untuk kepentingan lalu lintas (*Intellegent Transport System*)"

Pasal tersebut dinyatakan masih berlaku sesuai dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Bidang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan (Pemerintah, 2021).

3. Berdasarkan PM Nomor 14 (2006) Manajemen dan rekayasa lalu lintas adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan seluruh jaringan jalan, guna peningkatan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas. Manajemen dan rekayasa lalu lintas dilaksanakan dengan tujuan untuk mengoptimalkan penggunaan jaringan jalan guna meningkatkan keselamatan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas di jalan, dengan ruang lingkup seluruh jaringan jalan nasional, jalan provinsi, jalan kabupaten/kota dan jalan desa yang terintegrasi, dengan mengutamakan hirarki jalan yang lebih tinggi. Manajemen dan rekayasa lalu lintas sebagaimana dimaksud meliputi kegiatan:

- a. Perencanaan;
- b. Pengaturan;

- c. Perekayasaan;
 - d. Pemberdayaan; dan
 - e. Pengawasan.
4. Berdasarkan PM Nomor 96 (2015) Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas sebagaimana dimaksud di atas dilakukan dengan:
- a. Penetapan prioritas angkutan massal melalui penyediaan lajur atau jalur atau jalan khusus;
 - b. Pemberian prioritas keselamatan dan kenyamanan Pejalan Kaki;
 - c. Pemberian kemudahan bagi penyandang cacat;
 - d. Pemisahan atau pemilahan pergerakan arus Lalu Lintas berdasarkan peruntukan lahan, mobilitas, dan aksesibilitas;
 - e. Pemaduan berbagai moda angkutan;
 - f. Pengendalian Lalu Lintas pada persimpangan;
 - g. Pengendalian Lalu Lintas pada ruas Jalan; dan/atau
 - h. Perlindungan terhadap lingkungan.

3.1.2 Aspek Teknis

1. Penelitian kuantitatif

Penelitian dengan pengamatan kuantitatif melibatkan pengukuran tingkatan suatu ciri tertentu. Untuk menemukan sesuatu dalam pengamatan, pengamat harus mengetahui apa yang menjadi ciri sesuatu itu. Untuk itu pengamat mulai mencatat atau menghitung dari 1, 2, 3 dan seterusnya. Berdasarkan pertimbangan dangkal demikian, kemudian peneliti menyatakan bahwa penelitian kuantitatif mencakup jenis penelitian yang didasarkan atas perhitungan persentase, rata – rata, Chi-kuadrat dan perhitungan statistik lainnya. Dengan kata lain, penelitian kuantitatif melibatkan diri pada "perhitungan" atau "angka" atau "kuantitas" (Moleong, 1989)

2. Pengumpulan data

Menurut (*Webster's New World dictionary*, 1951) data berarti sesuatu yang diketahui atau dianggap. Dalam suatu penelitian, pengumpulan data merupakan tahapan yang sangat penting, karena keberhasilan suatu penelitian sangat ditentukan oleh kebenaran dan keakuratan data yang tersedia. Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang dikumpulkan dan diolah sendiri oleh si peneliti langsung dari objeknya sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dalam bentuk yang sudah jadi, sudah dikumpulkan dan diolah oleh pihak lain.

3. Manajemen dan rekayasa lalu lintas

Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung dan memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran Lalu Lintas ('uu_no_22_tahun_2009.pdf', no date).

4. Pengaturan Persimpangan

(Nursalam, 2009) dalam Manajemen Persimpangan, pemilihan metode pengaturan persimpangan tergantung pada besarnya arus lalu lintas dan keselamatan. Jenis pengaturan persimpangan yaitu:

a. Persimpangan Prioritas yang diatur dengan bundaran (*round about*)

Pada umumnya persimpangan yang tidak dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas atau *traffic light* dapat disebut dengan persimpangan prioritas. Pengaturan pada persimpangan prioritas mengandalkan secara utuh pengetahuan dan kepedulian pemakai jalan tentang aturan hukum pemberian prioritas di persimpangan. Jenis

persimpangan ini bersifat sederhana dan mengandalkan kepatuhan pengguna jalan terhadap aturan pemberian prioritas untuk berjalan dulu bagi suatu arus lalu lintas.

Persimpangan prioritas yang diatur dengan bundaran (*round about*) adalah salah satu bentuk persimpangan dengan menerapkan sistem prioritas. Berbeda dengan persimpangan prioritas lain, aturan prioritas pada round about adalah memberikan prioritas untuk berjalan duluan kepada arus lalu lintas yang datang dari arah kanan. Disamping untuk mengatur giliran berjalan atau prioritas kepada arus lalu lintas, bundaran juga digunakan untuk memperlambat kecepatan kendaraan pada suatu ruas jalan. Bundaran cocok digunakan untuk persimpangan yang belum cukup padat. Sebab apabila dipaksakan untuk persimpangan dengan volume yang relatif tinggi maka akan terjadi "arus menganci" pada persimpangan tersebut. Dalam beberapa kasus persimpangan yang diatur dengan bundaran juga dilengkapi dengan alat pemberi isyarat lalu lintas.

b. Persimpangan dengan sinyal

Persimpangan yang diatur dengan sinyal alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL)/traffic light adalah persimpangan yang umum digunakan di negara-negara manapun didunia. Persimpangan yang diatur dengan APILL ini digunakan untuk persimpangan yang memiliki volume lalu lintas kendaraan yang sedang dan mendekati padat atau jenuh.

Pada dasarnya pengaturan persimpangan dengan menggunakan APILL adalah membagi waktu lampu lalu lintas yang disebut dengan waktu siklus (Cycle time) kedalam kelompok-kelompok arus lalu lintas yang disebut dengan fase (phase). Waktu siklus maksimal biasanya adalah 120 detik yang dibagi-bagi menjadi waktu lampu hijau, lampu merah dan lampu kuning untuk setiap fase. Lama lampu kuning

standar berkisar antara 2-3 detik yang ditempatkan sebelum lampu merah atau sesudah lampu hijau dan sesudah lampu merah atau sebelum lampu hijau. Besaran waktu hijau untuk masing-masing fase ditentukan oleh besaran volume lalu lintas pada kelompok fase tersebut. Perhitungan besaran cycle time, waktu hijau dan waktu merah untuk masing-masing fase dilakukan dengan menggunakan rumus matematis yang relatif sederhana. Hasil perhitungan ini kemudian dimasukkan kedalam program komputer yang ada pada peralatan elektronis peralatan elektronis APILL untuk kemudian di operasionalkan menjadi lampu merah, kuning dan hijau secara bergantian.

c. Persimpangan tidak sebidang

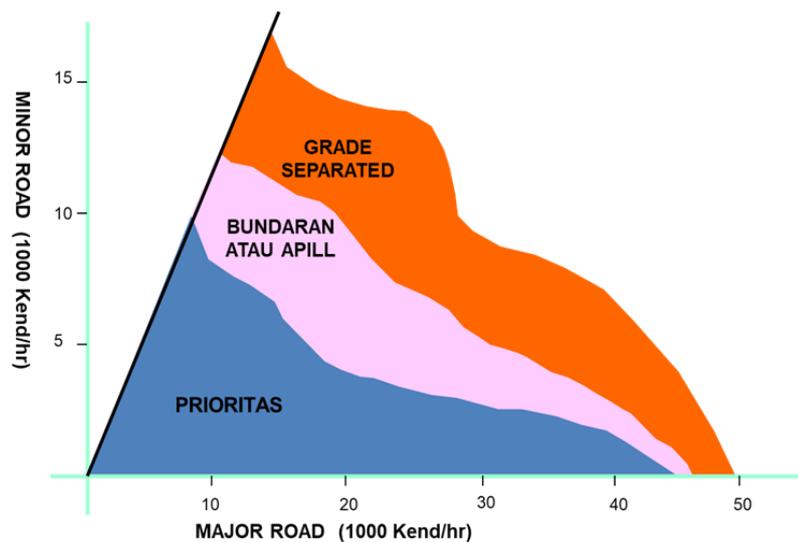
Persimpangan tidak sebidang adalah bentuk pengaturan yang ideal suatu persimpangan. Pengaturan jenis ini digunakan untuk persimpangan dengan volume lalu lintas yang tinggi atau untuk ruas jalan dengan kecepatan rencana tinggi seperti jalan bebas hambatan atau jalan toll. Prinsip pengaturan persimpangan tidak sebidang adalah mengendalikan persimpangan dengan jalan meminimalisir jumlah titik konflik sekecil mungkin khususnya untuk jenis titik konflik "berpotongan" (crossing).

i. *Fly over*

Persimpangan dengan pengaturan *fly over* adalah memisahkan bidang jalan yang satu dengan yang lainnya dengan cara mengangkat satu bidang jalan tertentu sehingga berada diatas bidang jalan yang lain. Pemisahan bidang jalan ini secara teoritis dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan titik konflik berpotongan. Namun yang menjadi masalah pada umumnya *fly over* tidak memberikan kesempatan bagi arus belok kiri maupun kanan, sehingga untuk arus yang akan berbelok kiri harus

menggunakan badan jalan bagian bawah yang masih dibantu dengan pengaturan APILL.

Dalam sistem pengendalian persimpangan dapat menggunakan pedoman pada gambar penentuan pengendalian persimpangan yang digunakan berdasarkan volume lalu lintas pada masing-masing kaki simpangannya, metode pengendalian pergerakan kendaraan pada persimpangan diperlukan agar kendaraan-kendaraan yang melakukan gerakan tidak akan saling bertabrakan. Berikut gambar penentuan pengendalian persimpangan:



Gambar II.1. Grafik Penentuan Pengendalian Simpang

5. Titik Konflik

Adalah titik pertemuan antara gerakan kendaraan dari kaki persimpangan yang satu dengan gerakan kendaraan dari persimpangan lain. Secara umum pergerakan kendaraan di persimpangan dapat dibedakan menjadi 4 jenis dasar dari alih gerak kendaraan antara lain :

- a. *Diverging* (Berpencar)
- b. *Merging* (Menggabung)
- c. *Crossing* (Berpotongan)

d. *Weaving* (Menggabung lalu berpencar)

Adapun jumlah konflik pada suatu persimpangan adalah tergantung pada :

- a. Jumlah kaki persimpangan
- b. Jumlah arah pergerakan
- c. Jumlah lajur dari setiap kaki persimpangan
- d. Sistem pengendalian persimpangan.

6. Analisis Persimpangan

a. Simpang bersinyal

Kinerja suatu simpang bersinyal dinilai berdasarkan indikator – indikator yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja persimpangan tersebut. Diantaranya derajat kejenuhan, tundaan, dan antrian (PUPR, 1997). Pada analisa persimpangan menggunakan panduan dan rumus yang bersumber pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.

1) Analisis derajat kejenuhan

a) Konsep kapasitas

Kapasitas suatu simpang bersinyal dapat didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu simpang secara seragam dalam satu interval waktu tertentu.

Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(rms.1)$$

Keterangan :

C = Kapasitas kaki simpang (kend/jam)

S = Arus jenuh (kend/jam)

G = Waktu hijau (detik)

C = Waktu siklus (detik)

b) Satuan mobil penumpang

Mobilitas kendaraan di jalan raya umumnya, dengan jenis kendaraan yang bervariasi, tercampur dalam suatu pola pergerakan (*mix traffic*). Dalam menganalisis suatu lalu lintas diperlukan angka – angka untuk mengkonversi berbagai macam kendaraan ke dalam suatu nilai standar.

Tabel III. 1 Nilai Konversi Satuan Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Nilai emp untuk tiap pendekat	
	Terlindung	Terlawan
LV	1,0	1,0
HV	1,3	1,3
MC	0,2	0,4

LV = *Light Vehicle* (kendaraan ringan)

HV= *Heavy Vehicle* (kendaraan berat)

MC= *Motor Cycle* (sepeda motor)

Keterangan :

- Tipe terlindung : Keberangkatan tanpa konflik antara gerakan lalu - lintas belok kanan dan lurus (*Type P*).
- Tipe terlawan : Keberangkatan dengan konflik antara gerak belok kanan dan gerak lurus/belok kiri dari bagian pendekat dengan lampu hijau pada fase yang sama (*type O*).

c) Arus jenuh dasar (S_0)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Pendekat merupakan daerah dari lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum melewati garis henti. Dengan rumus :

$$S_0 = 600 \times W_e \dots\dots\dots (\text{rms.2})$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp)

W_e = lebar efektif pendekat (meter)

d) Nilai arus jenuh yang disesuaikan (S)

Arus jenuh (S) dapat dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_o) untuk keadaan standar dengan faktor penyesuaian (F) yang telah ditetapkan :

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \dots \dots \dots (\text{rms.3})$$

Keterangan :

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam)

F_{CS} = faktor koreksi ukuran kota

F_{SF} = faktor koreksi hambatan samping

F_G = faktor koreksi kelandaian

F_P = faktor koreksi parkir

F_{RL} = faktor koreksi belok kanan

F_{LT} = faktor koreksi belok kiri

e) Rasio arus lalu – lintas (Y)

Rasio arus lalu - lintas adalah nilai perbandingan antara arus lalu - lintas dengan arus jenuh yang dimiliki oleh simpang. Perbandingan keduanya menggunakan rumus:

$$Y = Q/S \dots \dots \dots (\text{rms.4})$$

Keterangan :

Q = Volume Lalu - lintas per jam (smp)

S = Arus jenuh yang disesuaikan (smp)

f) Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah nilai perbandingan antara arus lalu - lintas simpang dengan nilai kapasitas yang dimiliki oleh simpang suatu jalan, dengan rumus:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots(rms.5)$$

Keterangan :

Q = arus lalu - lintas (smp/jam)

C = kapasitas (smp/jam)

2) Analisis tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang, rumus:

a) Tundaan lalu lintas

$$DT = (A \times c) \frac{NQ1}{c} \dots\dots\dots(rms.8)$$

Keterangan :

DT= rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

C = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

A = $1,5 \times (1-GR)^2 / (1-GR \times DS)$

C = kapasitas (smp/jam)

b) Tundaan geometric

$$DG = (1-p_{sv}) \times P_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \dots\dots\dots (rms.9)$$

Keterangan:

DG = Tundaan Geometrik (det/smp)

p_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

c) Tundaan

$$D = DT + DG \dots\dots\dots (rms.10)$$

Keterangan:

D = Tundaan total (det/smp)

DT = Tundaan lalu lintas (det/smp)

DG = Tundaan geometric (det/smp)

3) Analisis antrian

Antrian adalah jumlah kendaraan yang mengantri dalam 1 pendekat

a) Antrian yang tertinggal pada fase hijau (NQ_1)

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

Keterangan :

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

Ds = derajat kejenuhan

b) Antrian smp yang datang pada fase merah (NQ_2)

Jumlah antrian kendaraan satuan mobil penumpang yang datang selama fase merah dihitung dengan rumus:

$$NQ2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \text{.....(rms.12)}$$

Keterangan :

NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

Q = volume lalu lintas (smp/jam)

C = waktu siklus (detik)

Jadi untuk antrian total (NQ) dapat dihitung dengan rumus:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \text{.....(rms.13)}$$

Keterangan :

NQ = jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah antrian smp yang datang selama fase merah

c) Panjang antrian (QL)

$$QL = NQ_{MAX} \times 20 / W_{MASUK} \dots\dots\dots(rms.14)$$

Keterangan:

QL = Panjang Antrian (m)

NQ = jumlah antrian

W_{Masuk} = Lebar efektif pendekat (m)

b. Simpang Bundaran (*Roundabout*)

Kinerja suatu simpang bundaran dinilai berdasarkan indikator – indikator yang digunakan untuk mengetahui unjuk kerja persimpangan tersebut. Diantaranya derajat kejenuhan di jalinan, tundaan bundaran, peluang antrian, kecepatan jalinan, dan waktu tempuh jalinan.

1) Analisis derajat kejenuhan

a) Konsep kapasitas jalinan

Kapasitas bundaran dapat didefinisikan sebagai arus masuk atau keluar maksimum pada kondisi lalu lintas dan lokasi yang ditentukan sebelumnya pada suatu jalinan.

Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$C_0 = 135 \times W_W^{1,3} \times (1+W_E/W_W)^{1,5} \times (1-P_W/3)^{0,5} \times (1+W_W/L_W)^{-1,8} \dots(rms.15)$$

Keterangan:

C_0 = Kapasitas dasar

W_W = Lebar Jalinan

W_E = Lebar masuk rata-rata

L_W = Panjang jalinan

P_W = Rasio jalinan

$$C = C_0 \times F_{CS} \times F_{RSU} \dots\dots\dots (rms.16)$$

Keterangan:

C = Kapasitas Jalinan

C_0 = Kapasitas dasar

F_{CS} = Faktor koreksi kelas ukuran kota

F_{RSU} = Faktor koreksi tipe lingkungan, hambatan samping, dan rasio kendaraan bermotor.

b) Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio perbandingan arus di jalinan dengan kapasitas jalinan dengan rumus:

$$DS = B_{Q_{smp}}/C \dots\dots\dots (rms.17)$$

Keterangan:

Q_{smp} = Arus total jalinan (smp/jam)

C = Kapasitas jalinan (smp/jam)

2) Analisa tundaan pada bagian jalinan bundaran

Tundaan pada bagian jalinan bundaran dapat terjadi karena dua sebab yaitu tundaan lalu lintas (TD) akibat interaksi lalu lintas dengan gerakan yang lain dalam persimpangan dan tundaan geometric (DG) akibat perlambatan dan percepatan lalu lintas.

a) Tundaan geometric (DG)

$$DG = (1-DS) \times 4 + DS \times 4 = 4 \dots\dots\dots (rms.18)$$

Keterangan:

DG = Tundaan Geometrik

DS = Derajat kejenuhan jalinan

b) Tundaan Lalu lintas (DT)

Untuk $DS \leq 0,6$

$$DT = 2 + 2,68982 \times DS - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots (\text{rms.19})$$

Untuk $DS > 0.6$

$$DT = 1 / (0,54186 - 0,52525 \times DS) - (1-DS) \times 2 \dots\dots\dots (\text{rms.20})$$

c) Tundaan rata-rata bundaran

$$D_R = \sum (Q_i \times DT_i) / Q_{\text{masuk}} + DG ; i=1\dots n \dots\dots (\text{rms.21})$$

Keterangan:

D_R = Tundaan bundaran rata-rata (dtk/smp)

i = Bagian jalinan I dalam bundaran

n = Jumlah bagian jalinan

Q_i = Arus total lapangan pada bagian jalinan I (smp/jam)

DT_i = Tundaan lalu lintas rata-rata pada bagian jalinan i (det/smp)

Q_{masuk} = Jumlah arus total yang masuk bundaran (smp/jam)

DG = Tundaan rata-rata geometric pada bagian jalinan (det/smp)

3) Peluang antrian pada bagian jalinan bundaran

$$QP\% = \text{Maks dari } (QP\%) ; i=1\dots n \dots\dots (\text{rms.22})$$

Keterangan :

$QP\%$ = Peluang antrian bagian jalina i

n = Jumlah bagian jalinan dalam bundaran

4) Kecepatan tempuh pada bagian jalinan tunggal

Kecepatan tempuh (km/jam) sepanjang jalinan dihitung dengan rumus berikut:

$$V_0 = 43 \times (1 - P_w/3) \dots\dots\dots (\text{rms.23})$$

Keterangan:

V_0 = Kecepatan arus bebas (km/jam)

P_w = Rasio jalinan

$$V = V_0 \times 0,5 \times (1 + (1 - DS)^{0,5}) \dots\dots\dots (\text{rms.24})$$

Keterangan:

V = Kecepatan tempuh (km/jam)

V_0 = kecepatan arus bebas (km/jam)

DS = Derajat kejenuhan

5) Waktu tempuh pada bagian jalinan

$$TT = L_w \times 3,6/V \dots\dots\dots (\text{rms.25})$$

Keterangan:

TT = Waktu tempuh (det)

L_w = Panjang jalinan (m)

V = Kecepatan tempuh (km/jam)

c. Fly Over

Persimpangan dengan pengaturan fly over adalah memisahkan bidang jalan yang satu dengan yang lainnya dengan cara mengangkat satu bidang jalan tertentu sehingga berada diatas bidang jalan yang lain. Pemisahan bidang jalan ini secara teoritis dapat mengurangi atau bahkan menghilangkan titik konflik berpotongan. Namun yang menjadi masalah pada umumnya fly over tidak memberikan kesempatan bagi arus belok kiri maupun kanan, sehingga untuk arus yang akan berbelok kiri harus menggunakan badan jalan yang sebelah bawah yang masih dibantu dengan pengaturan APILL.

7. Uji Chi-Kuadrat

Uji hipotesis chi–Kuadrat banyak digunakan untuk dua tujuan, yaitu uji keselarasan fungsi (*goodness-of-fit test*) dan uji tabel kontigensi (*contingency table test*). (Harinaldi, 2005)

a. Uji keselarasan fungsi

Bertujuan untuk mengetahui apakah distribusi dari hasil – hasil yang teramati pada suatu percobaan terhadap sampel mendukung suatu distribusi yang telah dihipotesiskan pada populasi.

b. Uji tabel kontigensi

Bertujuan untuk mengetahui apakah data terklasifikasikan silang (*cross classified*) secara independen (tidak saling terikat) atau tidak.

Rumus yang digunakan untuk validasi model menggunakan rumus Chi-Kuadrat, yaitu:

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O-E)^2}{E} \dots\dots\dots(\text{rms.26})$$

Keterangan :

O = frekuensi observasi

E = frekuensi harapan

Sumber : Prinsip – Prinsip Statistik Untuk Teknik dan Sains, 2005

8. Validasi model dengan GEH

Validasi menggunakan jumlah volume arus lalu lintas menurut Gustavsson dalam **Halim, Mustari dan Zakariah (2019)**. Metode yang digunakan adalah dengan menggunakan rumus dasar Chi- squared berupa rumus statistik *Geof rey E. Havers* (GEH). GEH merupakan rumus statistik modifikasi dari Uji Chi-Squared dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif

dan mutlak. Rumus GEH berikut ini memiliki ketentuan khusus dari nilai error.

$$GEH = \sqrt{\frac{2(q \text{ simulated} - q \text{ observed})^2}{(q \text{ simulated} + q \text{ observed})}}$$

Sumber: (Halim, Mustari and Zakariah, 2019)

Tabel III. 2 Perhitungan GEH

Nilai	Standar Perhitungan
< 5,0	Diterima
5,0 – 10,0	Peringatan: kemungkinan model eror atau data buruk
> 10,0	Ditolak

9. Sistematika VISSIM

a. Pengertian VISSIM

VISSIM adalah sebuah mikroskopis, langkah waktu dan perilaku model simulasi yang berbasis dan dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan dan operasi angkutan umum. Program ini dapat menganalisis lalu lintas dan operasi perjalanan, yang masih menjadi kendala seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas, transit, dll, sehingga membuatnya menjadi alat yang berguna untuk evaluasi berbagai alternatif berdasarkan pada rekayasa transportasi dan langkah-langkah perencanaan efektivitas.

VISSIM dapat diterapkan sebagai alat yang berguna dalam berbagai pengaturan masalah transportasi. Daftar berikut memberikan gambaran selektif aplikasi selanjutnya dari VISSIM:

- 1) Pengembangan, evaluasi dan melaksanakan dari logika sinyal prioritas transit: VISSIM dapat digunakan berbagai jenis logika sinyal kontrol. Selain pembangunan dengan waktu yang tetap secara fungsional ada beberapa

kendaraan yang digerakkan dengan mengontrol identik dengan sinyal paket perangkat lunak yang diinstal di lapangan. Dalam VISSIM beberapa dari mereka yang disebut built-in, beberapa dapat juga menggunakan metode menambahkan dan lain-lain dapat disimulasikan melalui generator negara sinyal eksternal (VAP) yang memungkinkan desain yang ditetapkan pengguna logika sinyal kontrol. Sehingga hampir setiap kontrol sinyal (termasuk SCATS, SCOOT) dapat dimodelkan dan disimulasikan dalam VISSIM jika salah satu rincian kontroler yang tersedia atau ada antarmuka VISSIM langsung tersedia (misalnya VS-PLUS).

- 2) Evaluasi dan optimasi (antarmuka ke Signal 97) operasi lalu lintas dalam jaringan gabungan dari sinyal lalu lintas yang terkoordinasi dan digerakkan.
- 3) Kelayakan dan studi dampak lalu lintas mengintegrasikan rel cahaya menjadi jaringan jalan perkotaan.
- 4) Analisis kecepatan lambat kendaraan dan penggabungan daerah.
- 5) Mudah membandingkan berbagai alternatif desain termasuk ditonjolkan dan menghentikan untuk menandai persimpangan yang dikendalikan, putaran dan simpang susun dengan dipisahkan kelas.
- 6) Kapasitas dan operasi analisis layout stasiun kompleks untuk lightrail dan sistem bus telah dianalisis dengan VISSIM.
- 7) Solusi perlakuan istimewa untuk bus (melompat antrian misalnya, ekstensi pinggir jalan, bus-satunya jalur) telah dievaluasi dengan VISSIM.

- 8) Dengan pembangunan dalam model Tugas Dinamis, VISSIM dapat menjawab pertanyaan pilihan rute tergantung seperti dampak dari tanda-tanda pesan variabel atau potensi untuk pengalihan lalu lintas ke lingkungan untuk jaringan jalan hingga ukuran kota-kota berukuran sedang.

3.2 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan, beberapa dugaan sementara yang dapat diperoleh yaitu :

1. Dengan dilakukannya Manajemen dan Rekayasa Simpang Artos Kota Magelang dapat meningkatkan kinerja lalu lintas Simpang Artos.
2. Dengan adanya alternatif skenario, dapat mengetahui kekurangan serta kelebihan masing-masing alternatif apabila diterapkan pada Simpang Artos.
3. Mengetahui skenario mana yang tepat dan dapat diterapkan dalam meningkatkan kinerja lalu lintas simpang.