

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Menurut UU nomor 34 tahun 2006 tentang Jalan, jalan adalah prasarana transportasi, juga bangunan yang membantu bagi jalan.

Beberapa cara yang dapat digunakan dalam membagi jalan yang ada di Indonesia. Dikutip dari berbagai sumber, jenis jalan berdasarkan cara pengelompokan, yaitu :

1. Jenis Jalan Berdasarkan dari Hak pada Penggunaannya

Jenis jalan berdasarkan hak pengguna dan peruntukannya bisa dibagi lagi menjadi beberapa jenis sebagai antara lain yaitu :

a) Jalan umum

Jalan umum merupakan jalan yang dapat dipakai oleh semua orang, umumnya disediakan oleh pemerintah dengan menggunakan dana negara. sehingga jalan ini dapat digunakan oleh pengendara secara gratis..

b) Jalan Tol

Jalan Tol adalah jalan yang dapat disebut khusus, pengguna jalan Tol juga terbatas berdasarkan kelas dan peraturan yang berlaku. Jalan Tol di Indonesia umumnya berbayar bagi semua pengguna, karena biaya pembuatan Tol biasanya didapat dari pemerintah dan investor dengan pembagian keuntungan disepakati bersama.

2. Jenis-Jenis Jalan Berdasarkan Sistem Jaringan Jalan

Sistem jaringan dan operasional yang dilakukan pada sebuah bagian prasarana maka dapat dibedakan menjadi beberapa jenis berikut :

a. Jalan Primer

Jalan primer adalah jenis jalan yang menghubungkan antara pusat kegiatan satu dengan yang lainnya pada semua wilayah secara nasional.

b. Jalan Sekunder

Jalan sekunder juga merupakan jalan yang melayani pergerakan untuk area yang bukan merupakan pusat kegiatan seperti jalan di kawasan perkotaan. Jalan sekunder juga bisa disebut sebagai jalan yang melanjutkan

didistribusi jalan primer dengan skala yang lebih kecil dibanding dengan jalan primernya.

2.2 Simpang

Simpang merupakan daerah pertemuan tiga atau lebih pendekatan. Persimpangan juga dapat dikatakan sebuah temu antar tiga jalan atau lebih, baik sebidang atau tidak sebidang (Morlok, 1991, dalam Denny Alfianto, 2020).

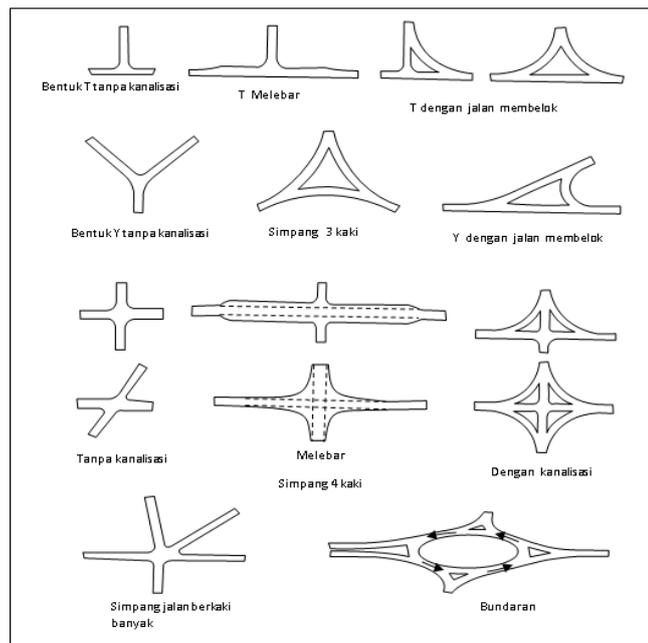
Persimpangan dapat dibagi atas dua jenis, yaitu:

1. Persimpangan sebidang

Yaitu titik temuan tiga jalur atau lebih pada jalan dalam satu bidang yang mempunyai ketinggian sama. Desain persimpangan ini seperti huruf T, huruf Y, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2.1.

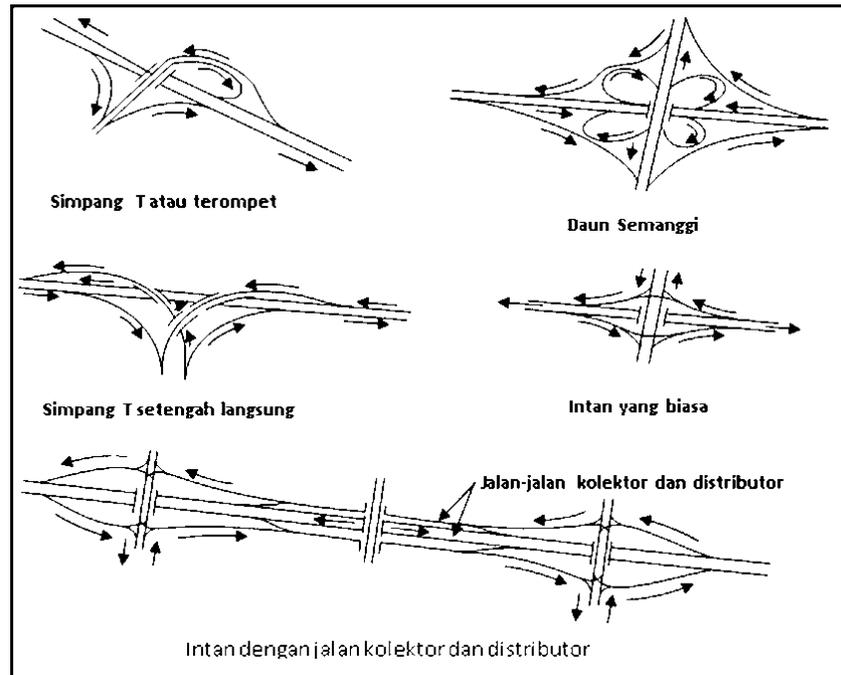
2. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah suatu simpang jalan yang tidak berada dalam satu ketinggian yang sama. Tujuannya agar menghindari konflik yang karena pergerakan arus kendaraan, dan mengurangi volume kendaraan yang terjadi pada simpang, sehingga menambah tingkat keselamatan dan kenyamanan bagi pengendara. Persimpangan sebidang dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.1 Perlintasan Sebidang

Sumber : Morlok, E.K, 1988



Gambar 2.2 Perlintasan Sebidang
Sumber : Morlok, E.K, 1988

2.2.1 Pengaturan Sim pang

Pengaturan sim pang ditinjau dari segi penglihatan dalam mengontrol kendaraan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Sim pang Tak Bersinyal

Sim pang tak bersinyal adalah sim pang yang Dimana pengemudi sendiri yang memutuskan apakah baik untuk memasuki persim pang. Pada sim pang tak bersinyal, pergerakan kendaraan yang berada pada jalan mayor harus lebih diutamakan dibanding jalan yang minor. Adanya karakteristik sim pang tak bersinyal, bertujuan sebagai berikut:

- a. Persim pang digunakan di daerah hunian perkotaan dan daerah pedalaman dimana arus dari tiap pendekat relatif rendah.
- b. Geometrik sim pang perlu adanya perbaikan agar dapat menjaga tingkat kinerja lalu lintas yang direncanakan.

2. Sim pang Bersinyal

Sim pang bersinyal diatur APILL dengan 3 bagian lampu yaitu hijau, merah, kuning. Keuntungan adanya persim pang bersinyal, yaitu:

- a. Untuk menghindari kemacetan yang terjadi akibat adanya konflik lalu lintas, sehingga tuingkat suatu kapasitas dari simpang tertentu dapat dijagakan, meski pada kondisi jam puncak.
- b. Untuk memberikan kesempatan bagi pengendara atau pejalan kaki dari jalan minor untuk memotong jalan utama.
- c. Untuk menghindari kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antar kendaraan dari titik konflik pada persimpangan sebidang.

Penggunaan sinyal pada persimpangan tidak selalu hanya dampak positif, namun juga terdapat dampak negatifnya, yaitu:

- a. Akibat dari penggunaan fase pada persinyalan lalu lintas, maka pada dasarnya kapasitas dari persimpangan tersebut akan semakin kecil.
- b. Semakin bervariasi fase yang digunakan pada persimpangan tersebut, maka kapasitas simpang tersebut juga akan semakin berkurang.
- c. Berdasarkan biaya, simpang bersinyal memerlukan lebih besar biaya dibandingkan dengan simpang tak bersinyal.

Beberapa yang dapat dilakukan dalam mengatasi masalah tundaan lalu lintas pada persimpangan bersinyal atau tidak bersinyal yaitu (Dirjen. Bina Marga, 1997):

- a. Dengan rambu lalu lintas atau marka jalan “STOP” pada jalan minor bertujuan memberikan keutamaan bagi pengguna jalan yang lebih utama.
- b. Melalui perizinan aturan hak jalan pada lajur kiri.
- c. Pengaturan kendaraan tertentu tidak boleh lewat pada jam tertentu saja, seperti pada jam sibuk.
- d. Pulau lalu lintas dan bundaran, digunakan ketika lebar jalan melebihi sepuluh m untuk memudahkan pejalan kaki nyebrang, dapat juga menghindari titik konflik kendaraan sehingga pengguna jalan dapat secara cepat mengambil opini, mengikuti arah mana yang akan digunakan.
- e. Dengan adanya lampu lalin pada persimpangan

Yang menjadi ciri bahwa suatu simpang wajib diberi alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) adalah :

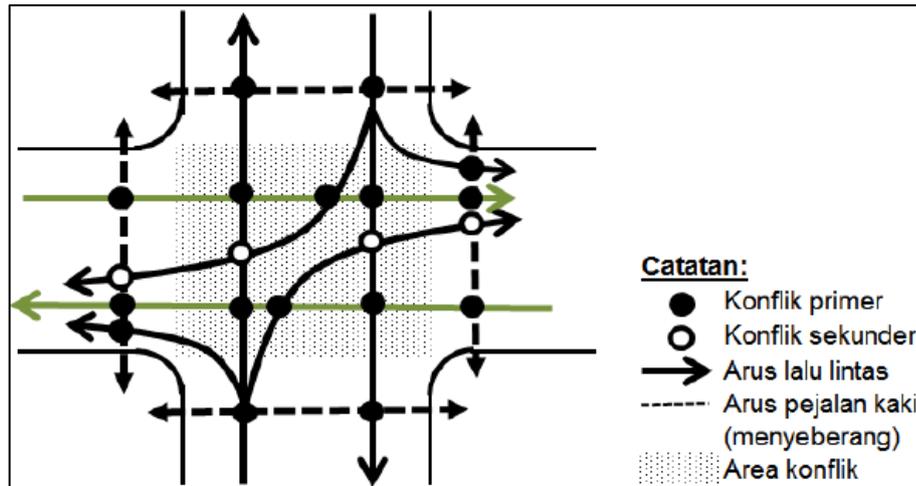
- a. Arus lalu lintas yang melewati simpang di atas 750 kend/jam, terjadi secara berturut delapan jam/hari.
- b. Waktu menunggu atau antrian kendaraan di persimpangan melebihi 30 sekon.
- c. Simpangan dilalui lebih dari 175 pejalan kaki/jam terjadi secara kotinyu 8 jam sehari.
- d. Sering terdapat kecelakaan pada simpang itu.
- e. Pada daerah tersebut dipasang suatu sistem pengendalian lalu lintas terpadu (Area Traffic Control / ATC), sehingga semua persimpangan yang berada didalam wilayah tersebut harus diatur dengan lampu lalin.
- f. Bisa terjadi dari kombinasi dari poin sebelum.

Beberapa syarat yang disebut di atas tidak pasti dan dapat mengikuti dengan situasi dan kondisi tersebut.

2.3 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Sebagian besar prasarana yang berada di jalan, kapasitas jalan dan kondisi lalu lintas yang terjadi adalah hasil dari kondisi geometrik dan keharusan lalu lintas. Dengan menggunakan lampu lalin, perancang dapat mengatur kapasitas kepada tiap pendekat melalui pembagian lampu hijau. Maka dari itu untuk mengetahui kapasitas dan perilaku lalu lintas, hal yang paling pertama adalah menemukan fase dan waktu persinyalan yang baik untuk simpang tersebut.

APILL atau alat pemberi isyarat lalu lintas terdiri dari tiga warna lampu (hijau, kuning, merah), hal itu digunakan untuk membagi ruang gerak dari kendaraan yang melintas dan saling bertentangan dalam suatu waktu yang sama. Persinyalan dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan pejalan kaki atau membelok kendaraan dari lalu lintas dan gerakan simpang.



Gambar 2.3 Konflik-Konflik Utama Dan Kedua Pada Simpang Bersinyal Dengan Empat Lengan

Sumber : PKJI 2014

2.4 Prosedur Perhitungan Simpang Bersinyal

Analisis pada simpang bersinyal dilakukan berdasarkan formulir yang didapat dari Pendoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) untuk mendapatkan hasil kinerja simpang pada simpang bersinyal adalah sebagai berikut:

1. Formulir SIS-I untuk mengetahui bentuk geometrik, pengaturan kendaraan dan kondisi lingkungan.
2. Formulir SIS-II untuk mengetahui kondisi arus kendaraan.
3. Formulir SIS-III untuk mengetahui waktu hijau dan waktu hilang antar fase.
4. Formulir SIS-IV untuk mengetahui waktu siklus dan kapasitas simpang.
5. Formulir SIS-V untuk mengetahui tundaan, panjang terhenti dan jumlah kendaraan macet.

2.4.1 Data Masukan

1. Kondisi Geometris, pengaturan kendaraan dan kondisi lingkungan.

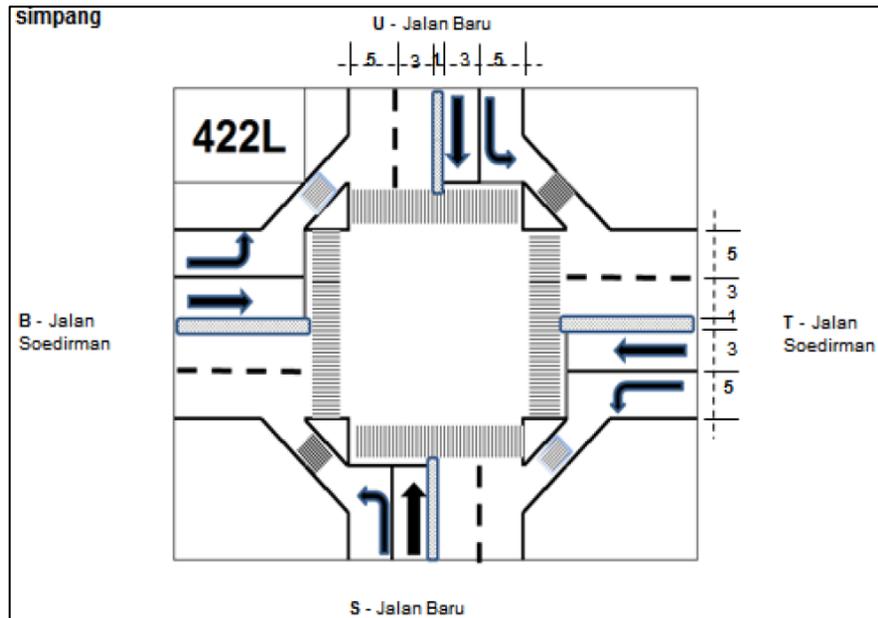
Pada Formulir SIS-I, peneliti dapat memberikan beberapa informasi yang dapat menggambarkan kondisi simpang, antara lain;

- a. Informasi umum

Beberapa informasi umum yang harus diketahui adalah waktu dan tempat pengambilan data, ukuran kota yang berisikan jumlah penduduk dengan kefokusannya 0,1 juta penghuni, fase dan siklus dan tipe pendekatan yang diizinkan untuk bisa belok kiri langsung ketika lampu merah.

b. Sketsa simpang

Sketsa simpang digunakan untuk memasukkan semua data yang menggambarkan kondisi geometris yang diperlukan seperti denah geometrik, pulau pada simpang, batas berhenti, area penyeberangan bagi pejalan kaki, marka lajur, marka arah pergerakan kendaraan dan lebar dari tiap pendekatan.



Gambar 2.4 Kondisi Geometri

Sumber : PKJI 2014

c. Kondisi lapangan

Kondisi lapangan adalah memasukkan simpang yang berhubungan dengan simpang tersebut antara lain kode pendekat yang umumnya berisikan simbol arah mata angin (utara, selatan, barat, dll), jenis lingkungan jalan (komersial, hunian dan akses tertentu), besar hambatan yang terjadi, median, elevasi, belok kiri langsung ketika lampu merah, jarak ke kendaraan parkir dan lebar pendekat.

2. Kondisi Arus Lalu Lintas

Berdasarkan kondisi geometri seperti gambar 2.4. Tujuan kendaraan yang bervariasi dari suatu pendekat menuju pendekat lainnya dicatat pada Formulir SIS-II. Perhitungan arus lalu-lintas dalam skr/jam (satuan kendaraan ringan/jam) bagi masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlindung atau terlawan (yang sesuai tergantung pada fase sinyal dan gerakan belok kanan yang diijinkan) dengan menggunakan ekr (ekivalen kendaraan ringan) berikut:

Tabel 2.1 Ekr Untuk Tipe Pendekat

Tipe Kendaraan	ekr	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
KR	1,0	1,0
KB	1,3	1,3
SM	0,15	0,20

Sumber : PKJI 2014

Dalam menghitung rasio berbelok kendaraan dari masing-masing pendekat, yaitu belok kiri RBK_i, rasio belok kanan RBK_a dan rasio kendaraan tak bermotor RKT_B. Dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut;

$$RBK_i = \frac{QBK_i \left(\frac{ekr}{jam}\right)}{Q_{Total} \left(\frac{ekr}{jam}\right)} \quad (2.2)$$

$$RBK_a = \frac{QBK_a \left(\frac{ekr}{jam}\right)}{Q_{Total} \left(\frac{ekr}{jam}\right)} \quad (2.3)$$

$$RKT_B = \frac{Q_{KT_B} \left(\frac{ekr}{jam}\right)}{Q_{KT_B} + Q_{KB_T} \left(\frac{ekr}{jam}\right)} \quad (2.4)$$

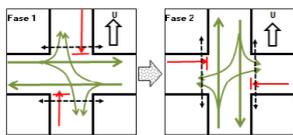
2.4.2 Menetapkan Penggunaan Isyarat

Menetapkan penggunaan isyarat membutuhkan tiga tahapan anatar lain sebagai berikut :

1. Fase sinyal

Untuk menentukan fase sinyal yang akan digambarkan pada Formulir SIS-1, maka bentuk fase persinyalan merupakan permulaan untuk keperluan alternatif. Berbagai tipe fase persinyalan dapat dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 2.2 Pengaturan Fase Simpang Bersinyal

Kasus	Karakteristik
1 	42. Pengaturan dua fase, Yaitu dengan memisahkan konflik utama.

Tabel 2.2 Lanjutan

2		43A. Pengaturan tiga fase dengan pemutusan fase hijau arah selatan lebih dahulu dari utara, agar memperpanjang rasio belok kanan kendaraan dari arah utara.
3		43B. Pengaturan tiga fase dilakukan dengan hijau masing-masing dari pendekat mayor.
4		43C. Pengaturan tiga fase dengan hijau lebih awal dari pendekat utama.
5		43D. Pengaturan tiga fase dengan pemisahan belok kanan dari pendekat utama.
6		44A. Pengaturan empat fase dengan lampu hijau lebih awal pada dua pendekat.
7		44B. Pengaturan empat fase dengan izin jalan terpisah.
8		44C. Pengaturan empat fase dengan pemisahan belok kanan pada kedua jalannya.

Sumber : PKJI 2014

2. Waktu antar lampu hijau dan waktu hilang

Dalam memprediksi keadaan simpang pada kondisi lapangan dengan yang akan direncanakan, diperlukan formulir SIS-III. Kondisi alternatif atau rancangan, waktu diantar fase hijau satu dengan yang lainnya (kuning + *all red*) dapat dianggap aman apabila dalam perencanaan adalah seperti berikut:

Tabel 2.3 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal (AH)
Kecil	6 – 9 m	4 dtk/fase
Sedang	10 – 14 m	5 dtk/fase
Besar	≥15m	≥ 6 dtk/fase

Sumber : PKJI 2014

3. Waktu merah semua

Waktu dimana keadaan lampu merah pada semua fase ini digunakan untuk penghabisan simpang pada setiap akhir fase, dimana kendaraan terakhir yang telah memasuki area simpang pada akhir lampu kuning berkesempatan menyelamatkan diri dari konflik yang terjadi, sebelum fase hijau berikutnya. Sehingga waktu merah semua adalah hasil dari kombinasi kecepatan kendaraan dan jarak dari titik henti hingga melewati titik konflik kendaraan yang akan datang selanjutnya.

Titik konflik kritis pada tiap fase(i) adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua terbesar. Berikut adalah cara menghitung waktu merah semua tiap fasenya:

$$M_{\text{semua}} = \left[\left(\frac{(L_{\text{KBR}} + P_{\text{KBR}})}{V_{\text{KBR}}} - \frac{L_{\text{KDT}}}{V_{\text{KDT}}} \right) \text{ atau } \left(\frac{L_{\text{PK}}}{V_{\text{PK}}} \right) \right]_{\text{MAX}} \quad (2.5)$$

Keterangan :

$L_{\text{KBR}}, L_{\text{KDT}}, L_{\text{PK}}$: panjang lintasan yang diukur dari garis henti ke daerah aman setelah konflik (m).

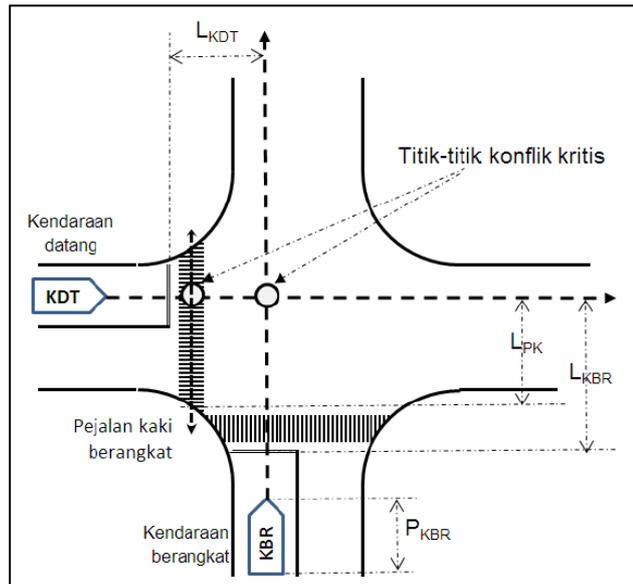
P_{KBR} : rasio kendaraan yang jalan dengan yang berhenti.

$V_{\text{KBR}}, V_{\text{KDT}}, V_{\text{PK}}$: kecepatan rata rata dari tiap jenis kendaraan (meter/det).

Hasil perhitungan yang dipilih untuk $V_{\text{KBR}}, V_{\text{KDT}}$ dan P_{KBR} tergantung dari data kendaraan dan keadaan kecepatan pada tinjauan studi kasus. Sedangkan lalu-lintas kendaraan di Indonesia untuk durasi lampu kuning ditetapkan selama 3,0 detik.

Pada tiap sisa waktu hijau terdapat waktu dimana semua simpang berada pada lampu merah, waktu hijau hilang (HH) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari durasi yang ada antar hijau:

$$HH = \sum i (M_{\text{semua}} + K) i \quad (2.6)$$



Gambar 2.5 Titik Konflik Kritis Dan Jarak Untuk Keberangkatan Dan Kedatangan

Sumber : PKJI 2014

2.4.3 Menentukan Waktu APILL

Menentukan waktu APILL membutuhkan beberapa tahapan anatar lain sebagai berikut :

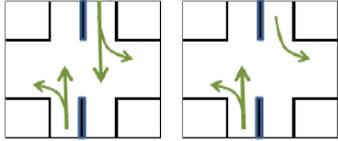
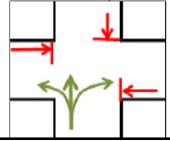
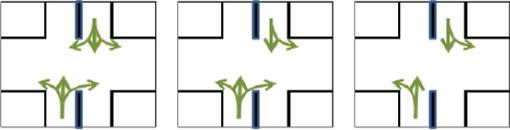
1. Tipe pendekat

Terdapat dua tipe pendekat yaitu terlindung dan terlawan. Tipe pendekat terlindung adalah tipe pendekat yang mengakibatkan kendaraan yang akan melewati simpang tidak mengalami konflik. Sedangkan tipe pendekat terlawan adalah tipe pendekat yang mengakibatkan konflik dengan lalu lintas yang berlawanan. Tabel berikut adalah penjelasan lebih rinci terhadap tipe pendekat.

Tabel 2.4 Penentuan Tipe Pendekat

Tipe Pendekat	Contoh Pola Pendekat		
Terlindung P	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang 3

Tabel 2.4 Lanjutan

	Jalan dua arah, gerak berbelok kanan yang dibatasi
	
	Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah
	
Terlawan 0	Jalan dua arah, arus kendaraan bergerak dari arah-arah berlawanan dalam satu fase. Semua belok kanan bebas berjalan.
	

Sumber : PKJI 2014

2. Penentuan lebar pendekat efektif

Dalam menentukan lebar efektif (LE) dari setiap pendekat, perhitungan dilakukan berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (L), lebar masuk (LM), lebar keluar (LK) dan rasio lalu lintas kendaraan berbelok.

- a. Jika $LB_{kiJT} \geq 2m$, dapat dikatakan kalau kendaraan masih memiliki celah sehingga dapat langsung berbelok meski keadaan sedang lampu merah. Maka untuk mendapatkan nilai LE , dapat dihitung menggunakan rumus 2.7, dan LE diambil dari hasil yang paling minimum dari dua rumus tersebut.

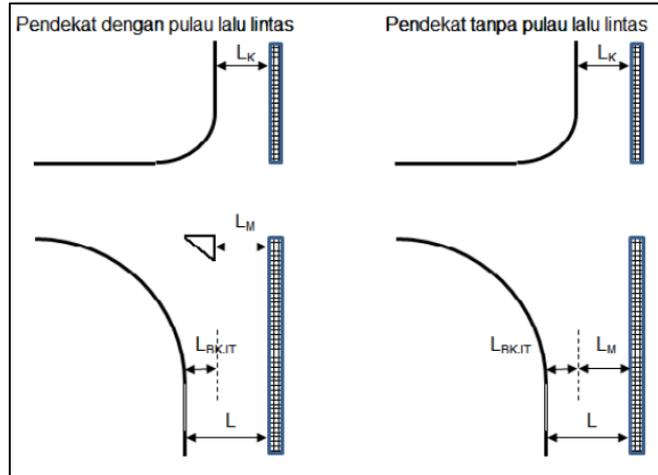
$$LE = (L - LB_{kiJT}) \text{ atau } LM \quad (2.7)$$

- b. Jika $LB_{kiJT} < 2m$, dapat dikatakan kalau kendaraan tidak memiliki celah sehingga dapat langsung berbelok meski keadaan sedang lampu merah. Maka untuk mendapatkan nilai LE , dapat dihitung menggunakan rumus 2.8, dan LE diambil dari hasil yang paling minimum dari tiga rumus tersebut.

$$L_E = L$$

$$L_E = (L_M + L_{BKJT}) \tag{2.8}$$

$$L_E = (L \times (1 + R_{BKJT}) - L_{BKJT})$$

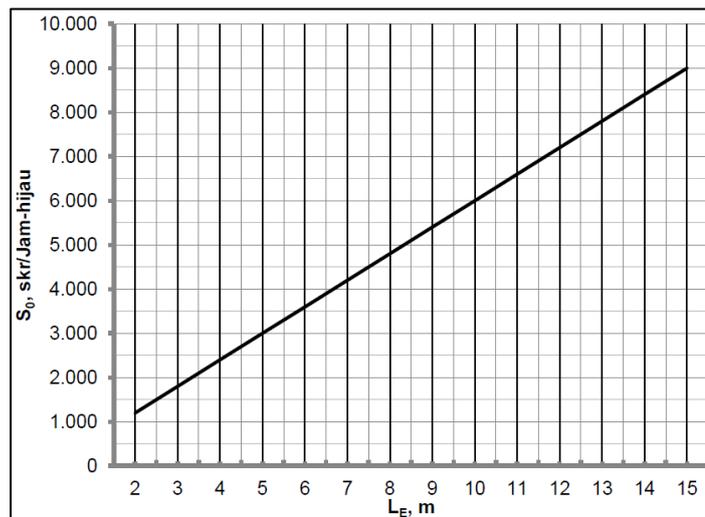


Gambar 2.6 Pendekat Dengan Dan Tanpa Pulau Lalu Lintas
Sumber : PKJI 2014

3. Arus jenuh dasar

Arus jenuh dasar lalu lintas, dinyatakan dengan notasi “So” yaitu kondisi mempengaruhi proses pelepasan arus (discharge flow) pada saat sinyal berubah ke warna hijau. PKJI 2014 memberikan model arus jenuh dasar sebagai fungsi efektif lengan simpang, menggunakan rumus 2.9.

$$S_o = 600 \times L_E \tag{2.9}$$



Gambar 2.7 Arus Jenuh Dasar Untuk Pendekat Tipe P
Sumber : PKJI 2014

4. Faktor penyesuaian

a. faktor penyesuaian kedua tipe

Untuk menentukan faktor penyesuaian nilai arus jenuh dasar pada kedua tipe pendekatan P dan O sebagai berikut:

- 1) Faktor penyesuaian ukuran kota ditentukan dari tabel dibawah ini yaitu sebagai fungsi dari ukuran jumlah penduduk kota dengan ketelitian 0,1 juta jiwa.

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FUK)

Penduduk Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FUK)
>3,0	1,050
1,0–3,0	1,000
0,5–1,0	0,940
0,1–0,5	0,830
<0,1	0,820

Sumber : PKJI 2014

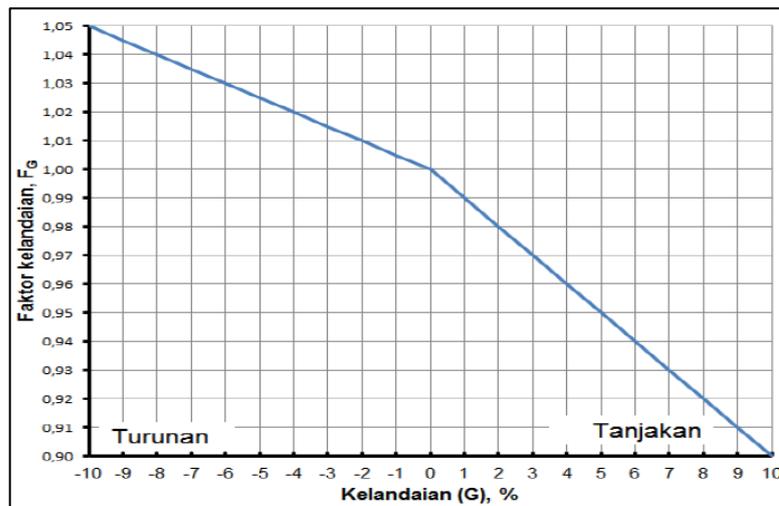
- 2) Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan dari tabel dibawah ini sebagai fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.6 Faktor penyesuaian untuk Tipe lingkungan jalan, Hambatan Samping dan Kendaraan tak bermotor (FHS)

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan tak Bermotor					
			0,00	0,050	0,100	0,150	0,200	≥0,250
Komersial (KOM)	Besar	0	0,930	0,880	0,840	0,790	0,740	0,700
		P	0,930	0,910	0,880	0,870	0,850	0,810
	Sedang	0	0,940	0,890	0,850	0,800	0,750	0,710
		P	0,940	0,920	0,890	0,880	0,860	0,820
	Kecil	0	0,950	0,900	0,860	0,810	0,760	0,720
		P	0,950	0,930	0,900	0,890	0,870	0,830
Permukiman (KIM)	Besar	0	0,960	0,910	0,860	0,810	0,780	0,720
		P	0,960	0,940	0,920	0,990	0,860	0,840
	Sedang	0	0,970	0,920	0,870	0,820	0,790	0,730
		P	0,970	0,950	0,930	0,900	0,870	0,850
	Kecil	0	0,980	0,930	0,880	0,830	0,800	0,740
		P	0,980	0,960	0,940	0,910	0,880	0,860
Akses yang Terbatas	Besar/ Sedang/ Kecil	0	1,000	0,950	0,900	0,850	0,800	0,750
		P	1,000	0,980	0,950	0,930	0,900	0,880

Sumber : PKJI 2014

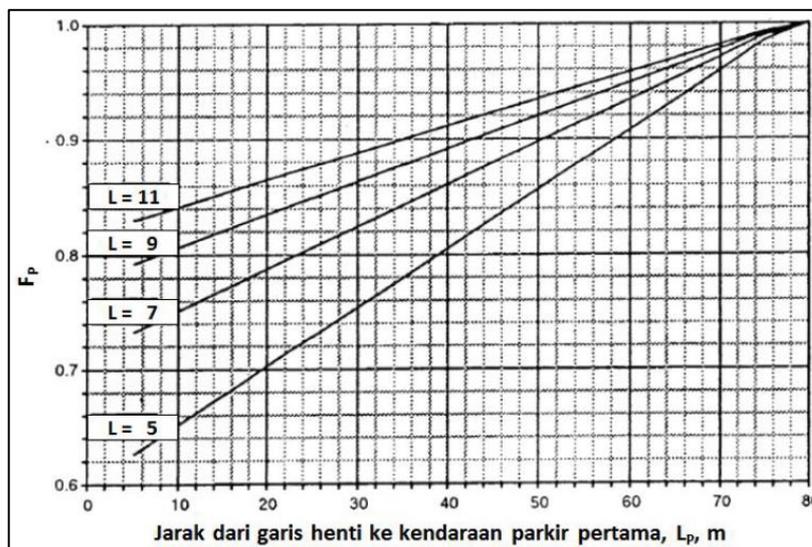
- 3) Faktor dari beda ketinggian tiap pendekat terhadap simpang dijelaskan pada Gambar 2.8 sebagai fungsi dari kerataan simpang.



Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian (F_G)

Sumber : PKJI 2014

- 4) Faktor penyesuaian parkir adalah efek dari kendaraan yang parkir pada tiap pendekat yang menyebabkan hambatan samping, sehingga mengurangi kecepatan atau arus kendaraan yang terjadi, area tinjauan kurang lebih 80 meter.



Gambar 2.9 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Parkir Dan Lajur Belok Kiri Yang Pendek (F_p)

Sumber : PKJI 2014

Cara untuk mencari F_p juga dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan rumus berikut :

$$F_p = \frac{[L_p/3-(L-2) \times (L_p/3-g)/L]}{H} \quad (2.10)$$

Keterangan :

L_p : Jarak yang diukur dari garis henti sampai ke titi awal kendaraan parkir (m).

L : Lebar dari suatu pendekat (m).

H : Durasi lampu hijau pada tiap pendekat.

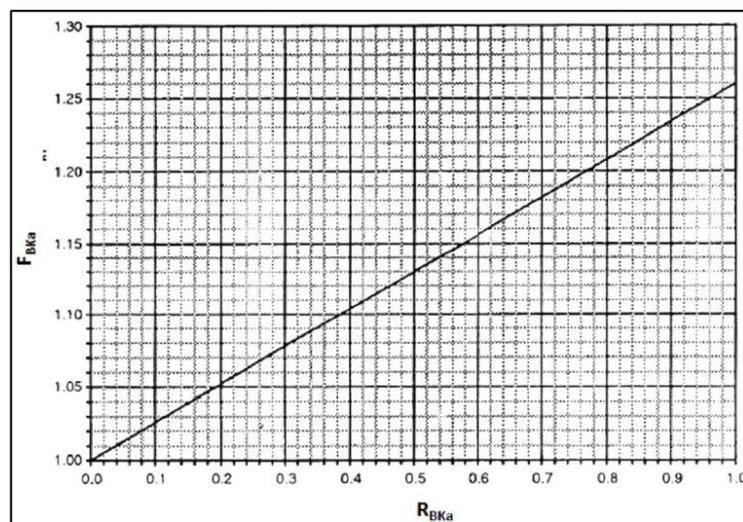
b. Faktor penyesuaian pendekat tipe P

Selanjutnya dalam menentukan faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar yang dapat dilakukan pada pendekat tipe P sebagai berikut.

- 1) Faktor penyesuaian belok kanan (FB_{Ka}), ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan RB_{Ka} . Untuk Gambar 2.10. grafik FB_{Ka} hanya digunakan pada pendekat tipe P, jalan yang memiliki arah ganda, lebar efektif ditentukan dari besarnya lebar masuk.

Sedangkan FB_{Ka} untuk pendekat tipe P, tanpa pemisah, memiliki dua arah pada jalannya, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat menggunakan rumus 2.11.

$$FB_{Ka} = 1,0 + RB_{Ka} \times 0,26 \quad (2.11)$$

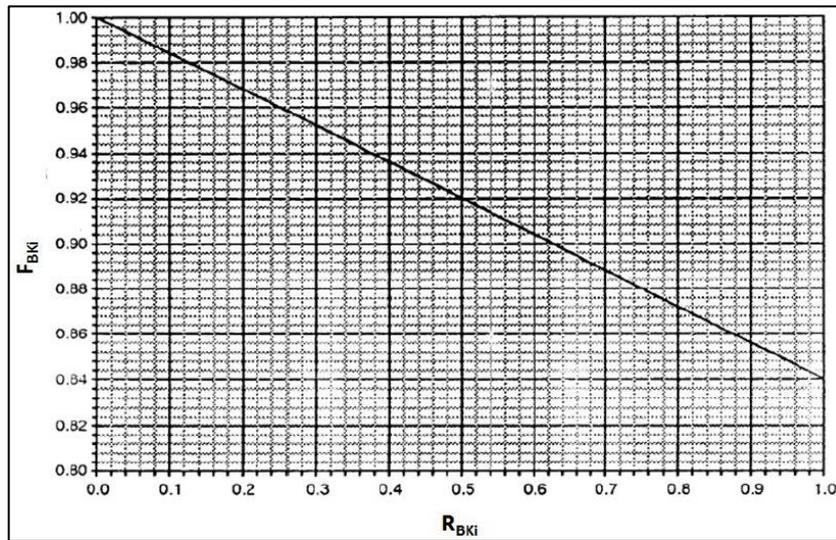


Gambar 2.10 Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kanan (FB_{Ka})

Sumber : PKJI 2014

- 2) Faktor penyesuaian belok kiri (FB_{Ki}), dicari agar dapat menghitung rasio nilai dari belok kiri RB_{Ki} . Untuk gambar 2.11. grafik FB_{Ki} hanya

berlaku untuk pendekat tipe P tanpa belok kiri langsung, dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.



Gambar 2.11 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Belok Kiri (FBKi)
Sumber : PKJI 2014

Sedangkan FB_{Ki} untuk pendekat tipe P tanpa B_{KiJT} dan lebar efektif yang ditentukan oleh lebar masuk dapat menggunakan rumus 2.12.

$$FB_{Ki} = 1 - RB_{Ki} \times 0,16 \quad (2.12)$$

c. Arus jenuh yang telah disesuaikan

Selanjutnya adalah mendapatkan penyesuaian dari nilai arus jenuh adalah seperti pada rumus 2.13.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times FB_{Ki} \times FB_{Ka} \quad (2.13)$$

Pada kondisi lain, juga terdapat dimana pendekat memiliki fase hijau lebih dari satu fase, hal ini membutuhkan perhitungan dengan menggabungkan dua fase atau lebih tersebut secara merata. Perhitungan nilai arus jenuh kombinasi dapat dilihat pada rumus 2.14.

$$S_{1+2} = \frac{S_1 \times H_1 + S_2 \times H_2}{H_1 + H_2} \quad (2.14)$$

Dalam keadaan siklus, kadang terjadi dimana kondisi lampu hijau start lebih dulu di banding arah lawahnya. Panjang hijau dahulu ini biasanya 1/3 atau 1/4 dari panjangnya lampu hijau pendekat tersebut. Kondisi ini juga bisa dilakukan pada lampu hijau akhiran, yaitu ketika arah lawan sudah

merah, namun pendekat ini masih ada sisa lampu hijau. Lama lampu hijau awal dan akhir paling tidak 10 detik atau dibawahnya.

Contoh : berikut adalah contoh sisa waktu 0,33 dari total lampu hijau dari pendekat dengan waktu hijau awal:

$$S_{1+2} = 0,33 \times S_1 + 0,67 \times S_2 \quad (2.15)$$

5. Rasio arus/rasio arus jenuh

Rasio arus dalam PKJI dinotasikan dengan sebagai “RQ/S”, dan untuk mendapatkan rasio arus (RQ/S) tiap pendekat dapat dilakukan dengan rumus 2.16. Hasil dari tiap fase tersebut, rasio arus yang tertinggi disebut Rasio Arus Kritis, atau dinotasikan sebagai “RQ/S Kritis”.

$$RQ/S = Q / S \quad (2.16)$$

Untuk menghitung rasio arus simpang (RAS) adalah jumlah dari nilai-nilai RQ/S kritis. Dalam menghitung RAS dapat dilihat pada rumus 2.17.

$$RAS = \sum_i (RQ/S \text{ Kritis})_i \quad (2.17)$$

Kemudian untuk menghitung Rasio Fase (RF) masing-masing fase, sebagai rasio antara RQ/S Kritis dan RAS. Dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$RF = RQ/S \text{ Kritis} / RAS \quad (2.18)$$

6. Waktu siklus dan waktu hijau

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

Waktu siklus sebelum penyesuaian dalam PKJI dinotasikan sebagai “Cbs”, hal ini dilakukan untuk evaluasi dari kinerja dengan kondisi lapangan.

$$Cbs = (1,5 \times HH + 5) / (1 - \sum RQ/S \text{ Kritis}) \quad (2.19)$$

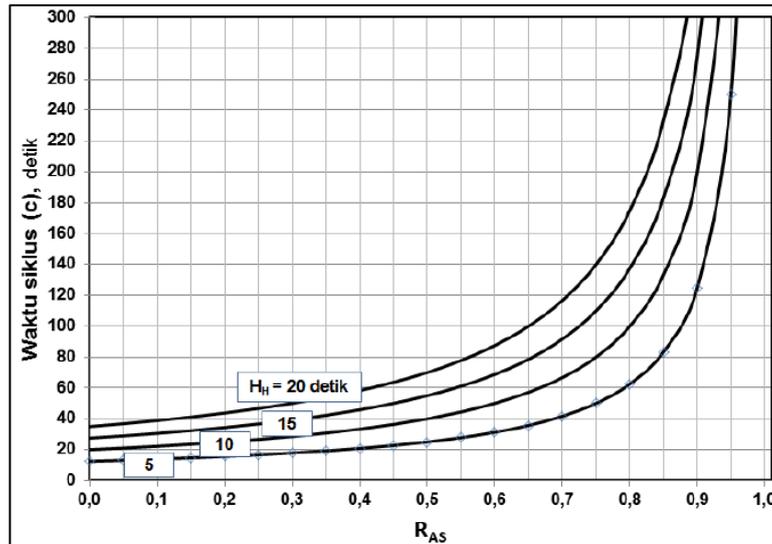
Keterangan :

Cbs : Waktu siklus sebelum adanya alternatif siklus (detik)

HH : waktu yang terbuang dari total per siklus (detik)

$\sum RQ/S \text{ Kritis}$: Rasio arus simpang (dari semua fase, diambil nilai RQ/S Kritis nya) pada siklus tersebut.

Waktu siklus pada kondisi lapangan juga dapat dilakukan dengan membaca nilai dari Gambar 2.12. dibawah.



Gambar 2.12 Penetapan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian
Sumber : PKJI 2014

Tabel dibawah merupakan saran yang baik berdasarkan jumlah fase yang ada pada simpang tersebut.

Tabel 2.7 Waktu Siklus Yang Layak

Tipe Pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua-fase	40–80
Pengaturan tiga-fase	50–100
Pengaturan empat-fase	80–130

Sumber : PKJI 2014

b. Waktu hijau

Berdasarkan kemampuan pengemudi, suatu refleksi ketika waktu hijau memiliki delay sekitar satu detik atau lebih, hal ini membuat efektifitas lampu hijau menjadi berkurang. Waktu hijau tidaklah diperbolehkan kurang dari sepuluh detik, karena hal ini dapat memicu emosi pengemudi dan berdampak pada pelanggaran lalu lintas. Berikut cara menghitung waktu hijau pada tiap fase.

$$H_i = (C_{bs} - H_H) \times \frac{RQ/S \text{ Kritis}}{\sum i(RQ/S_{Kritis})_i} \quad (2.20)$$

Keterangan :

H_i : Durasi lampu hijau dari tiap fasenya (det)

C_{bs} : Durasi siklus yang didapat pada kondisi lapangan (det)

H_H : Waktu hilang total per siklus (det)

2.4.4 Kapasitas

Berdasarkan PKJI 2104 tentang Kapasitas Simpang APILL, Kapasitas jalan adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam). Berikut adalah rumus menghitung Hitung kapasitas masing-masing pendekat.

$$C = S \times H/c \quad (2.21)$$

Keterangan :

- C : Kapasitas pada simpang bersinyal, (skr/jam)
- S : Arus jenuh, (skr/jam)
- H : Total dari durasi lampu hijau dalam satu siklus, (detik)
- c : Waktu siklus, (detik)

Sedangkan untuk menghitung derajat kejenuhan dari masing – masing pendekat menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$D_j = Q/C \quad (2.22)$$

Dari perhitungan yang dilakukan dari tiap pendekat mengenai derajat kejenuhan, apabila pembagian durasi siklus yang terjadi tidak sesuai dan tidak merata, sehingga derajat kejenuhan (D_j) dari analisis perhitungan hasilnya melebihi 0,85. Hal ini dapat disimpulkan bahwa simpang akan sampai pada kondisi lewat dari batas jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Hal yang dapat dilakukan dalam meningkatkan kapasitas pada simpang, antara lain sebagai berikut:

1. Penambahan lebar pendekat
Jika memungkinkan untuk melakukan pelebaran, hasilnya akan lebih berefek pada pendekat yang memiliki nilai RQ/S_{Kritis} tertinggi.
2. Perubahan fase sinyal
Apabila arus kendaraan pada pendekat terlawan (tipe O) dan rasio kendaraan yang berbelok ke kanan (RBK_a) tinggi menunjukkan nilai RF_{Kritis} yang tinggi ($RF > 0,8$), merencanakan suatu perubahan fase dengan memisahkan fase dari suatu pendekat yang tundaannya tinggi, pelebaran pada pendekat juga bisa menjadi bagian dari perubahan fase untuk memaksimalkan kondisi alternatif.

3. Pelarangan pergerakan belok kanan

Dengan melarang kendaraan untuk melakukan gerakan belok ke kanan, ini dapat menambah arus dan kinerja simpang, selain itu hal ini juga dapat mengurangi jumlah fase yang diperlukan dalam kondisi alternatif. Hal ini dapat dilakukan karena akan banyak lampu hijau yang dapat digabung dari pendekat yang ada.

2.4.5 Tingkat Kinerja Lalu Lintas

1. Panjang antrian

Setelah melakukan dilakukannya perhitungan derajat kejenuhan, selanjutnya hasil digunakan untuk jumlah antrian dalam skr (N_{Q1}) yang masih tersisa dari waktu hijau sebelumnya. Gunakan rumus 2.23 atau Gambar 2.13.

Untuk $D_J > 0,5$:

$$N_{Q1} = 0,25 \times C \times \left[(D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,50)}{C}} \right] \quad (2.23)$$

Untuk $D_J \leq 0,5$:

$$N_{Q1} = 0 \quad (2.24)$$

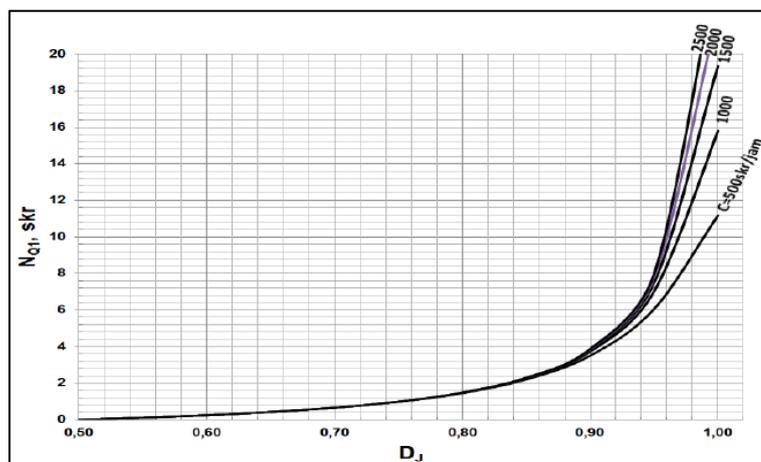
Keterangan :

N_{Q1} : jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

D_J : derajat kejenuhan

R_H : rasio hijau

C : Kapasitas



Gambar 2.13 Jumlah kendaraan yang antri (skr) dan tersisa dari fase hijau sebelumnya (N_{Q1})

Sumber : PKJI 2014

Untuk mengetahui Rasio Hijau (RH) dapat menggunakan rumus 2.25 yaitu dengan cara membagi durasi lampu hijau fase yang ditinjau dengan waktu siklus.

$$RH = H_i/c \quad (2.25)$$

Untuk mengetahui jumlah antrian skr yang menumpuk memanjang selama lampu merah (NQ2) dapat menggunakan rumus 2.26 atau gambar grafik 2.14.

$$NQ2 = c \times \frac{(1-RH)}{1 - RH \times DJ} \times \frac{Q}{3600} \quad (2.26)$$

Keterangan :

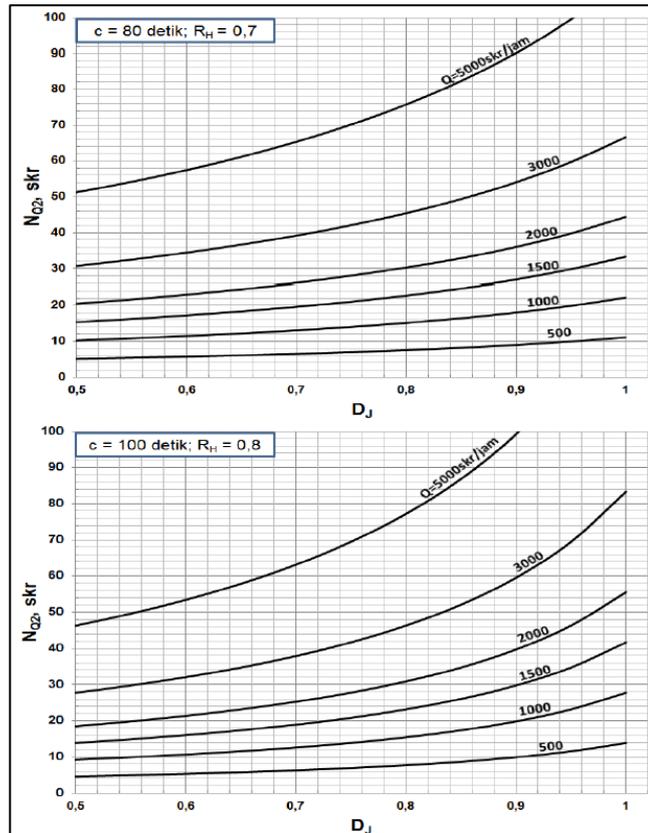
NQ2 : jumlah kendaraan dalam satuan kendaraan ringan yang bertambah selama waktu lampu merah terjadi

DJ : derajat kejenuhan

RH : rasio lampu hijau

c : waktu siklus (detik)

Q : arus kendaraan yang masuk, diluar LBKIJT (ekr/jam)



Gambar 2.14 Jumlah Kendaraan Yang Datang Kemudian Antri Pada Fase Merah (NQ2)

Sumber : PKJI 2014

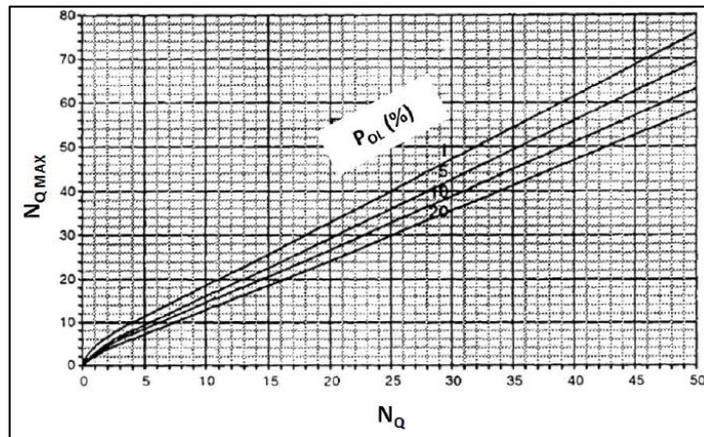
Untuk mendapatkan jumlah kendaraan antri, dapat menggunakan rumus 2.27 berikut.

$$N_Q = N_{Q1} + N_{Q2} \quad (2.27)$$

Dilihat dari Gambar 2.15 di bawah, untuk menyelaraskan N_Q pada kesempatan dalam memasukkan pembebanan lebih padasatu simpang $POL(\%)$, dan menghadirkan hasil dari besaran N_{QMAX} . Apabila dibutuhkan untuk kondisi perancangan, maka nilai yang dapat digunakan $POL \leq 5 \%$, sedangkan pada analisis pada suatu simpang besaran yang diperbolehkan untuk nilai POL adalah 5 sampai 10 %.

Dalam mencari panjang dari barisan kendaraan terhenti (PA) yaitu mengalikan hasil N_Q dengan luas dari tiap jalur yang dipergunakan per skr ($20,0 \text{ m}^2$) setelahnya hasil dapat dibagi dengan lebar dari masukkan pendekat.

$$P_A = \frac{N_Q \times 20,0}{L_M} \quad (2.28)$$



Gambar 2.15 Jumlah Antrian Maksimum (N_{QMAX}) Dalam Skr, Sesuai Dengan Peluang Dalam Beban Yang Lebih (POL) Dan N_Q

Sumber : PKJI 2014

2. Kendaraan terhenti

Jumlah rasio kendaraan terhenti (R_{KH}) dari seluruh masukkan jalan terhadap simpang yang digabungkan dan dirata-rata menjadi satuan kendaraan ringan (termasuk kendaraan yang berhenti secara terus menerus dalam antrian) dengan rumus 2.29 atau gunakan Gambar 2.16. dan R_{KH} adalah hasil yang didapat dari nilai N_Q dibagi dengan durasi siklus, dan rasio waktu hijau (R_H).

$$R_{KH} = 0,9 \times \frac{N_Q}{Q \times c} \times 3600 \quad (2.29)$$

Keterangan :

R_{KH} : Rasio kendaraan terhenti

N_Q : jumlah rata-rata antrian kendaraan (skr) yang terjadi dari tiap pendekat

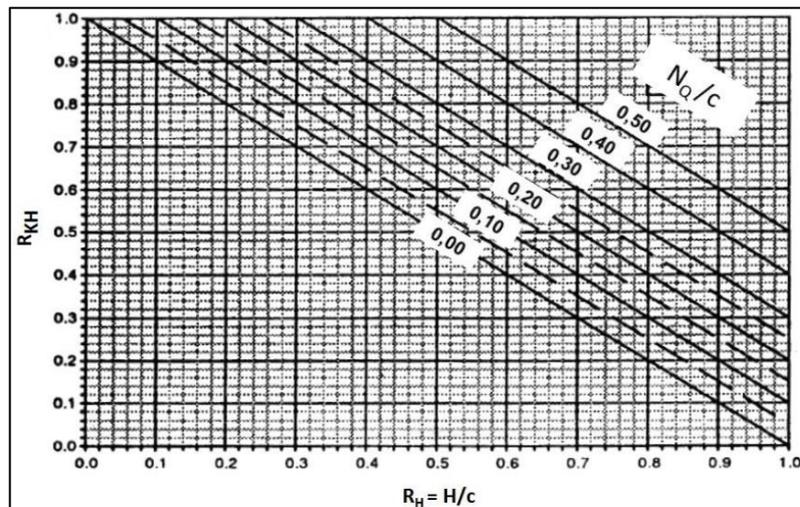
c : waktu siklus (det)

Q : arus lalu-lintas (skr/jam)

Hitung total rata-rata kendaraan yang berhenti (N_H) yaitu total masing-masing kendaraan yang berhenti sebelum garis henti suatu simpang.

$$N_H = Q \times R_{KH} \text{ (skr/jam)} \quad (2.30)$$

Hitung hasil berhentinya kendaraan dari seluruh simpang dengan melakukan perbandingan dari jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus dari simpang total Q dalam kend./jam.



Gambar 2.16 Penentuan Rasio Kendaraan Terhenti, R_{KH}

Sumber : PKJI 2014

3. Tundaan

- a. Dalam langkah untuk mengetahui tundaan lalu lintas rata-rata dari suatu pendekat (T_i), terjadi akibat dua tundaan. Tundaan lalu lintas (T_L) dan Tundaan akibat geometrik (T_G).

$$T_i = T_{Li} + T_{Gi} \quad (2.31)$$

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1-RH)^2}{1-RH \times DJ} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \quad (2.32)$$

Keterangan :

T_L : Tundaan lalu lintas rata-rata (det/skr)

c : Durasi siklus yang telah disesuaikan (det)

RH : Rasio lampu hijau terhadap siklus (g/c)

DJ : Derajat kejenuhan

$NQ1$: Jumlah skr yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C : Kapasitas (skr/jam)

- b. Dalam Menentukan tundaan yang terjadi akibat kondisi atau bentuk geometri (T_G) dari adanya lampu merah dan hijau, kendaraan mengalami percepatan dengan nilai positif atau pun negatif. Berikut adalah rumus 2.33 yang menjelaskan perhitungan mengenai tundaan dari kondisi geometri:

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (2.33)$$

Keterangan :

T_G : Tundaan yang terjadi dari tiap pendekat (det/skr)

R_{KH} : Rasio kendaraan terhenti sebelum lolos simpang pada tiap pendekat

P_B : Rasio kendaraan yang melakukan arah belok pada pendekat

- c. Menghitung nilai rasio kendaraan berbelok (P_B) dapat menggunakan rumus 2.34 seperti dibawah ini.

$$P_B = \text{Jumlah } B_{KIJT} \text{ seluruh pendekat} / Q \quad (2.34)$$

- d. Mengetahui gerakan lalu lintas yang akan belok kiri namun tertunda akibat kondisi geometri. Masukkan total dari seluruh arus berdasarkan gerakan B_{KIJT} dalam skr/jam. Kemudian input tundaan yang terjadi akibat geometrik dengan rata-rata = 6,0 sekon.

- e. Hitung tundaan rata-rata tiap pendekat (det/skr).

- f. Hitung tundaan dari keseluruhan pendekat dalam detik dengan perkalian terhadap tundaan rata-rata dengan arus seluruh pendekat.

$$\text{Tundaan Total} = T \times Q \quad (2.35)$$

- g. Menghitung tundaan rata-rata dari seluruh pendekat pada simpang tersebut (T_L) dengan membandingkan hasil tundaan dengan keseluruhan arus (Q_{TOT}) dalam skr/jam.

$$T_I = \frac{\sum(Q \times T)}{Q_{\text{Total}}} \quad (2.36)$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari tiap pendekat, demikian juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

4. *Level of service*

Tingkat pelayanan atau *Level Of Service* (LOS) adalah sebuah indeks yang menyatakan kemampuan simpang dalam menampung arus lalu lintas yang berada pada simpang. Berikut adalah indeks tingkat pelayanan simpang dengan lampu lalu lintas pada tabel dibawah ini

Tabel 2.8 Indeks Tingkat Pelayanan Simpang

Tundaan per kendaraan (detik)	Indeks Tingkat Pelayanan
≤ 10,0	A
10,10 – 20,00	B
20,10 – 35,00	C
35,10 – 55,00	D
55,10 – 80,00	E
> 80,1	F

Sumber : *Transportation Research Board. Highway Capacity Manual, 2010*

Prakoso dkk, (2019). Pada studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Pahlawan – Raden Saleh Sarif Bustaman di Bogor Jawa Barat. Tingkat pelayanan dapat berubah sesuai alternatif yang digunakan. Kondisi eksisting simpang memiliki nilai *Level of service* sebesar E, setelah diberikan alternatif simpang dengan pelebaran jalur, sehingga nilai *Level of service* menjadi B.

2.5 Pengaturan Persinyalan

Pengaturan persinyalan mengenai waktu siklus, waktu hijau dan lain sebagainya mengacu pada metode *Webster*. Tidak berbeda jauh dengan metode PKJI, metode *Webster* juga menghitung dengan menggunakan data jumlah kendaraan dan lebar tiap pendekat yang diolah sehingga mendapatkan waktu efektif, hingga tundaan.

Berikut ini adalah beberapa rumus yang akan digunakan dalam perhitungan webster, yaitu :

1. Menghitung rasio antar volume dengan arus jenuh dari tiap pendekat pada simpang tersebut dengan menggunakan rumus 2.34.

$$q/s \quad (2.34)$$

2. Rasio simpang dinotasikan sebagai Y , untuk menghitung nilai Y dapat menggunakan rumus 2.35.

$$Y = \sum y \quad (2.35)$$

3. Waktu hilang dalam siklus dinotasikan sebagai L . Mengitung nilai waktu hilang dalam siklus dapat menggunakan rumus 2.36.

$$L = n \times (I_p - a) + n \times (I_1 + I_2) \quad (2.36)$$

Keterangan :

n = jumlah fase/stage

I_p = Intergreen period, nilai I_p normal bergantung dari ukuran simpang

I_1 = waktu hilang di awal periode hijau, dimana pengendara proses bereaksi percepatan awal

I_2 = waktu hilang di akhir periode hijau, akibat masih adanya kendaraan lain yang masih melewati simpang pada saat nyala kuning, sehingga mengganggu pendekat yang baru fase hijau.

4. Menghitung waktu siklus optimal dinotasikan sebagai C_0 . Untuk menghitung nilai C_0 dapat menggunakan rumus 2.19 atau rumus 2.37.

$$C_0 = \frac{1,5 L + 5}{1 - Y} \quad (2.37)$$

5. Memilih waktu siklus dengan yang digunakan, dinotasikan sebagai C . Besar nilai C adalah 0,75 sampai 1,50 dari nilai C_0 .

6. Menghitung waktu hijau total, dinotasikan sebagai E_g . Untuk menghitung nilai E_g dapat menggunakan rumus 2.38.

$$E_g = C - L \quad (2.38)$$

7. Menghitung waktu hijau efektif untuk tiap fase yang dinotasikan sebagai g . Mencari nilai g dapat menggunakan rumus 2.39.

$$g_n = \frac{y}{Y} \times (C - L) \quad (2.39)$$

8. Menghitung waktu hijau aktual untuk tiap fase, dinotasikan sebagai k . Menghitung nilai k dapat menggunakan rumus 2.40, dimana nilai a adalah waktu kuning yang biasanya ditetapkan sebesar 3 detik.

$$k = g + I_1 + I_2 - a \quad (2.40)$$

2.6 Software PTV VISSIM

PTV VISSIM adalah salah satu *software* yang membantu dalam proses evaluasi atau simulasi perihal transportasi, baik itu dari perencanaan atau evaluasi. Software ini membantu dalam merekayasa lalu lintas, pergerakan angkutan dalam kota ataupun durasi siklus. Data dari lapangan yang di konversi menjadi visual dan membantu orang awam dalam memahaminya. VISSIM adalah simulasi yang bersifat mikro dan pada tahun 1992 pertama kali dikembangkan oleh salah satu perusahaan yang berkerja pada bidang IT di negara Jerman. (Siemens, 2012, dalam Denny Alfianto, 2019).

VISSIM berasal penafsirannya dalam jerman, memiliki artinya yaitu model simulasi lalu lintas kota. VISSIM merupakan *software* untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas yang digunakan oleh seorang professional dalam bidang lalu lintas. VISSIM mampu mensimulasikan pergerakan kendaraan dengan berbagai kebiasaan pengemudi. Berbagai jenis kendaraan dapat diinput sesuai kebutuhan baik tipe kendaraan pada situasi hari normal seperti sepeda motor, mobil, bus, dan lain sebagainya secara default ada pada *software* ataupun dapat diinput secara manual oleh pengguna VISSIM,.

VISSIM memiliki keunggulan lebih, antar lain dapat memvisualisasikan menggunakan kondisi 3D, dan dapat diputar dan diinjau dari arah sudut pandang yang diinginkan. Hal ini menyebabkan software ini sangat menguntungkan dari pada harus melaksanakan terlebih dahulu menjadi kondisi nyata, lalu diubah kembali apabila menuai ketidak baikan kinerja simpang atau ruas. Dengan adanya vitur 3D juga membuat hasil simulasi menjadi lebih nyata dan mudah dimengerti. Pengguna *software* ini bisa menampilkan dan mengatur kebiasaan pada pengendara lakukan pada kondisi lapangan, sehingga ini lah alasan mengapa VISSIM sangat berguna dalam dunia transportasi sarana dan prasarana.

Menurut Hakim (2019), dalam proses pengerjaan pada pembuatan simulasi yang dilakukan menggunakan VISSIM, beberapa hal yang perlu diperhatikan selain masukkan data, yaitu fungsi fungsi tools yang ada, agar simulasi menampilkan hal yang presentasikan kondisi lapangan:

1. *Base data*, sebuah tools yang menjadi data dasar seperti jenis kendaraan, masukan parameter kendaraan lain, kecepatan dari berbagai jenis kendaraan yang berbeda-beda, batasan batasan titik seperti titik henti dan titik konflik, dan pengaturan sinyal lalu lintas.
2. *Traffic network*, adalah tools yang menghubungkan antar pendekatan, apabila ditinjau lebih dalam, tiap pendekatan memiliki jalur, dan tiap jalur memiliki lajur, maka pada tools ini menghubungkan antar lajur dari masing-masing pendekatan. Dengan adanya tools ini, efek dari pergerakan arus kendaraan lebih halus terlihat pada simulasi.
3. *Evaluation*, adalah tools yang dibutuhkan bagi pengguna untuk mendapatkan apa sajakah hasil dari perhitungan yang diinginkan oleh pengguna dan itu akan secara otomatis di hitung oleh VISSIM berdasarkan data yang telah dimasukkan, kemudian ditampilkan kepada pengguna.
4. *Vehicle behaviour*, tools ini dapat digunakan untuk membantu pengguna dalam menyesuaikan kriteria atau kebiasaan pengemudi di daerah dan negara masing-masing. Seperti halnya pada negara Indonesia, menggunakan jalur kiri dalam mengemudi, dalam satu lajur bisa terdapat 2 atau 3 motor bersebelahan, mendahului kendaraan lain bisa dari sisi kiri atau kanan. Sehingga dapat dikatakan bahwa bagian tools ini sangatlah penting karena berpengaruh atas hasil yang kita butuhkan.
5. Kalibrasi dan Validasi, pada bagian ini, setiap software tidak luput pula bisa terjadi eror atau hasil yang tidak sesuai keinginan. Maka dari itu kalibrasi ada untuk menyesuaikan peraturan dan kebiasaan pengemudi pada daerah atau negara tertentu sesuai data masukkan dari pengguna. Sedangkan proses validasi adalah proses yang menyatakan apakah simulasi dapat mempresentasikan keadaan nyata atau di lapangan. Setiap hasil kalibrasi dari kondisi awal sebelum kalibrasi hingga selesai seluruh kalibrasi, semuanya dihitung hingga mendapat kesimpulan bahwa simulasi dapat mempresentasikan kondisi nyata di lapangan. Validasi dari simulasi dilakukan menggunakan metode perhitungan GEH (Geoffrey E. Havers) . GEH sendiri adalah hasil modifikasi perhitungan berdasarkan chi-squared yaitu dengan

menghubungkan nilai yang didapat dari perhitungan dengan hasil dari perhitungan simulasi VISSIM.



Gambar 2.17 Model Simulasi VISSIM

Sumber : Project nanjing 2009

2.6.1 Parameter Kalibrasi VISSIM

Vissim memiliki banyak sekali parameter yang dapat diubah dan di sesuaikan dengan kondisi di daerah yang akan di tinjau. Dari sekian banyak parameter yang dapat diubah, beberapa parameter yang akan digunakan untuk membuat simulasi lebih mempresentasikan kondisi nyata pada studi kasus simpang bersinyal Mall Metropolitan Bekasi antara lain sebagai berikut:

1. *Standstill Distance in Front of Obstacle*, parameter ini menggambarkan bahwa tingkat kepekaan pengendara lain terhadap halangan didepannya, seperti halnya didepan kendaraan tersebut macet akibat lampu merah, maka apabila parameter ini dihidupkan, maka kendaraan secara otomatis akan melambat atau mengurangi kecepatannya.
2. *Observed Vehicle In Front*, parameter ini berguna dalam tingkat kehati-hatian atau kepekaan pengemudi apabila akan mendahului kendaraan didepannya dengan mengamati kendaraan disekitarnya sebelum mendahului.
3. *Minimum Headway*, parameter ini dapat membuat kendaraan pada simulasi memiliki batas minimum terhadap kendaraan didepannya sebelum kendaraan tersebut mendahuluinya. Pada parameter ini, satuan jarak yang digunakan adalah meter.

4. *Additive Factor Security*, parameter ini berfungsi sebagai jarak aman minimum yang akan pengemudi berikan pada simulasi apabila kendaraan berhenti nantinya.
5. *Multiplicative Factor Security*, tidak begitu berbeda dengan *additive*, pada parameter ini adalah faktor dalam pembagian jarak aman kendaraan yang akan berhenti.
6. *Lane Change Rule*, parameter ini berfungsi sebagai aturan atau kebiasaan pengemudi dalam berpindah lajur. Apakah diperbolehkan berganti lajur, ataukah tetap default diposisi dan tidak bisa berpindah jalur.
7. *Overtake at Same Line*, parameter ini berfungsi sebagai kebiasaan pengemudi apakah diperbolehkan untuk mendahului kendaraan yang saat itu berada pada lajur yang sama. Apabila parameter ini di aktifkan, maka kendaraan dapat mendahului kendaraan yang berada didepannya baik itu dari sisi kanan atau kirinya kendaraan di depannya tersebut.
8. *Desired Lateral Position*, parameter ini memiliki fungsi apabila diaktifkan yaitu perilaku pengendara dapat dengan bebas berada pada posisi manapun pada sebuah lajur, dapat berada di kiri, di kanan, dan ditengah.
9. *Lateral Minimum Distance*, parameter ini, memiliki fungsi antara lain membuat jarak antar kendaraan ketika berada pada satu garis lurus, baik itu berada pada posisi diam kendaraan maupun kondisi kendaraan bergerak. Apabila sedang diam jarak minimum akan diberlakukan antar kendaraan, apabila sedang bergerak dan kendaraan di depan lebih lambat, maka kendaraan belakang akan otomatis melambat dan membuat jarak dengan batas minimum sesuai jarak yang pengguna masukkan pada simulasi.
10. *Safety Distance Reduction*, parameter ini berfungsi sebagai jarak aman antar pengendara, jarak aman bukan berarti jarak minimum, namun jarak yang menjadi rata-rata antar pengemudi lakukan apabila berada berdekatan pada suatu garis yang sama.

2.6.2 Konsep Kalibrasi dan Validasi Model Simulasi

Kalibrasi pada VISSIM adalah kegiatan yang digunakan untuk memasukkan data hasil survey pada bagian kebiasaan pengendara di suatu daerah sebagai bentuk simulasi melalui parameter-parameter yang disediakan oleh perangkat lunak

VISSIM. Permodelan seperti perilaku pengemudi mendekati keadaan lalu lintas *existing* atau mirip dengan keadaan yang ada di lapangan, karena pada VISSIM mengacu pada perilaku pengemudi di Eropa. Untuk lebih mudahnya dalam melakukan kalibrasi pada simulasi untuk daerah tertentu, bisa juga ditinjau dari penelitian sebelumnya perihal kalibrasi yang pernah dilakukan di daerah sekitar studi kasus atau bahkan ditempat studi kasus itu sendiri. Sedangkan validasi sendiri adalah untuk mengecek hasil dari kalibrasi berupa data yang telah dimasukkan sebagai parameter dasar dan parameter kalibrasi yang dicocokkan melalui perhitungan, apakah data tersebut masih dapat dikatakan mempresentasikan kondisi nyatanya atau tidak menggunakan metode GEH.

Metode GEH (Geoffrey E. Havers) sendiri adalah hasil modifikasi perhitungan berdasarkan chi-squared yaitu dengan menghubungkan nilai yang didapat dari perhitungan dengan hasil dari perhitungan simulasi VISSIM, atau dapat dikatakan bahwa ini adalah hasil perbandingan dari nilai mutlak dengan hasil relatif VISSIM. Berikut adalah rumus yang menggambarkan cara mengetahui nilai yang dapat diterima apakah hasil simulasi sudah atau belumnya simulasi mempresentasikan kondisi lapangan dalam kegiatan evaluasi dari kinerja simpang.

$$GEH = \sqrt{\frac{(Q_{simulasi} - Q_{observasi})^2}{0,5 \times (Q_{simulasi} + Q_{observasi})}} \quad (2.41)$$

Keterangan :

Q : Data arus lalu lintas (kend/jam)

Tabel 2.9 UJI GEH

GEH < 5,0	Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	Peringatan : Bisa dikarenakan model yang eror atau data yang dimasukkan tidak sesuai atau salah
GEH > 10,0	Ditolak

Sumber: Geoffrey E. Havers

Irawan dan putri (2015) Pada penelitiannya, kondisi default pendekat dari simulasi VISSIM dari pendekat barat sebesar 44,6, pendekat utara sebesar 50,9 dan pendekat dari timur sebesar 61,2, sehingga hasil belum mempresentasikan kondisi nyata pada lapangan. Pengujian GEH dilakukan sebanyak 7 kali untuk membuat simulasi VISSIM mempresentasikan kondisi nyata lapangan, pada trial ke 4, nilai GEH

sudah diterima dengan Pendekat barat sebesar 0,8, pendekat utara sebesar 0,7 dan pendekat timur sebesar 0,1.

2.7 Studi Literatur

Studi literatur adalah hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh peneliti lain, dan berhubungan dengan judul tugas akhir ini. digunakan sebagai acuan dan bahan perluasan konsep peneliti.

Tabel 2.10 Studi Literatur

No.	Tahun	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	2018	Aditya Putra Rahadiyan	Analisis Antrian Dan Tundaan Kendaraan Pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon	<ol style="list-style-type: none"> 1. tidak tertib berlalu lintas derajat kejenuhan melebihi 1, disebabkan oleh perilaku pengendara yang. 2. Panjang antrian pada simpang tiga Jalan Raya Pekayon selalu jauh lebih besar dari simulasi vissim, contohnya Jalan Ahmad Yani yang bergerak lurus ke Revo Town yaitu memiliki nilai 2686,75 m, dan hasil evaluasi pada simulasi vissim yaitu 110,45 m.
2	2017	Rizal Maarif	Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ahmad Yani dengan Jalan M.Hasibuan Jalan KH. Noer Ali Kota Bekasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi awal <i>level of service</i> simpang tersebut berada pada dingkat F 2. Dengan menggunakan alternatif pengoptimalan peraturan peraturan gubernur terkait jam operasional kendaraan berat dan mengurangi hambatan samping. Hasilnya meningkatkan tingkat pelayanan jalan berada pada level B
3	2018	Ferriansyah Ramanda	Optimasi Green Time Simpang Bersinyal Dengan Menggunakan Ptv Vissim Dalam Meningkatkan Kinerja Simpang	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi awal panjang antrian 916 m serta tundaan total sebesar 4381 detik. 2. Alternatif dilakukan dengan mengoptimalisasi siklus. 3. Kondisi alternatif panjang antrian menjadi 892 m dan tundaan total menjadi 3632 detik.

Tabel 2.10 Lanjutan

No	Tahun	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4	2018	Novia Wikayanti	Penggunaan Software Vissim Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Sultan Hamid Ii – Jalan Gusti Situt Mahmud – Jalan 28 Oktober – Jalan Selat Panjang)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tundaan rata-rata simpang pada kondisi existing sebesar 84,10 detik, sehingga tingkat pelayanan adalah F 2. Tundaan rata-rata simpang pada kondisi alternatif dengan melakukan pengaturan waktu siklus serta pelebaran jalan adalah sebesar 17,58 detik, sehingga indeks tingkat pelayanan simpang tersebut adalah C
5	2017	Selamet Widodo	Penggunaan Software Vissim Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Veteran, Gajahmada, Pahlawan Dan Budi Karya Pontianak, Kalimantan Barat)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tundaan rata-rata simpang pada kondisi <i>existing</i> sebesar 156,6 detik dengan menggunakan analisis MKJI 1997 2. Tundaan rata-rata simpang dengan membandingkan kondisi <i>existing</i> simpang dan hasil permodelan VISSIM yaitu sebesar 114,82 detik
6	2016	Arwanto	Analisis Kinerja Persimpangan Bersinyal Lalu-lintas Di Persimpangan Jalan Dago Kota Bandung	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kinerja simpang masih dapat melayani arus lalu lintas dengan indikator level of service B (Baik). 2. Perlu pengamatan yang lebih representatif tidak hanya arus puncak pagi, namun juga arus puncak siang dan sore 3. Hambatan samping perlu diminimalisir sehingga dapat lebih meningkatkan kinerja simpang tersebut.
7	2019	Sony Widyawan	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Untuk Meningkatkan Keselamatan Pada Simpang Depok Kota Depok	<ol style="list-style-type: none"> 1. kondisi <i>existing</i> yaitu 3 fase dengan 1 kaki simpang pada Jalan Jatijajar menggunakan warning light memiliki derajat kejenuhan simpang yaitu 0,99 (F) 2. Kondisi rencana menggunakan 3 fase memiliki derajat kejenuhan simpang 0,953 (F) 3. Diperlukan perbaikan pada simpang Depok karena simpang tersebut memiliki tundaan yang besar dan berakibat menjadi kemacetan yang berlebihan.

Tabel 2.10 Lanjutan

No	Tahun	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
8	2019	Dwi Bangkit Prakoso	Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Pahlwan - Raden Saleh Sarif Bustaman di Bogor Jawa Barat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lalu-lintas tertinggi pada akhir pekan saat jam puncak sore adalah 5087 smp/jam 2. Derajat kejenuhan keadaan existing sebesar 0,75 dan masih sesuai dengan standar MKJI 1997. 3. tingkat pelayanan yang rendah dan diklasifikasikan sebagai tingkat pelayanan E dengan tundaan simpang 45 detik / SMP.
				<ol style="list-style-type: none"> 4. skenario alternatif terbaik untuk persimpangan, dengan penambahan jalan atau pelebaran jalur, sehingga kapasitas persimpangan masing-masing pendekat sebesar 4562 SMP / jam. Penundaan persimpangan rata-rata menjadi 9 detik / SMP, dan diklasifikasikan sebagai tingkat layanan B.
9	2019	Ganang Cucu Dwiatmaja	Analisis Efektivitas Bentuk Simpang Terhadap Kinerja Simpang Dengan Bantuan Perangkat Lunak Vissim Student Version	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hasil permodelan Vissim pada kondisi <i>existing</i> memiliki tundaan sebesar 100 detik dengan panjang antrian 345 meter, sehingga indeks pelayanan simpang adalah F (sangat buruk). 2. Hasil permodelan Vissim dengan pelebaran geometri simpang dan pengalihan jalur kendaraan roda dua, didapat indeks tingkat pelayanan simpang adalah B dengan tundaan sebesar 18 detik dan panjang antrian 50 meter.
10	2015	Muhammad Zudhy Irawan	Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Permodelan Vissim pada simpang memiliki nilai GEH yang tidak mempresentasikan kondisi lapangan dengan nilai GEH untuk pendekat barat 44,6, pendekat timur 61,2 dan pendekat utara 50,9. 2. Setelah dilakukan trial sebanyak 7 kali, pada trial ke 4, nilai GEH sudah mempresentasikan kondisi lapangan yaitu dengan nilai GEH barat 0,8, timur 0,1 dan utara 0,7.