

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

Menurut KBBI, kata efektif berkaitan dengan kata efek, efektif berarti menimbulkan akibat, manjur, berhasil dan berlaku. Dari kata tersebut efektif bisa dibilang sebagai suatu akibat yang mengarah positif dan berhasil. Dari pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa efektif berarti tingkat keberhasilan. Jadi yang dimaksud efektivitas lampu lalu lintas adalah keberhasilan, kesesuaian dalam melayani arus lalu lintas yang ada, tingkat pelayanan juga masih layak dalam melayani arus lalu lintas, dan arus jenuh pendekat yang terjadi pada setiap pendekatan berbeda-beda.

Tabel 2.1 Referensi Jurnal

No	Referensi Jurnal
Judul	Analisis kinerja simpang bersinyal di persimpangan kejaksan Sukoharjo
Peneliti	Hendra Muhammad Arif, 2019
Tujuan	Pengaturan kinerja simpang dan pemakaian sinyal yang optimal sangat di perlukan untuk mengatur arus lalu lintas agar tidak terjadi permasalahan pada persimpangan-persimpangan di kota Sukoharjo.
1.	
Metodologi	Data terkonversi dalam satuan mobil penumpang maka berdasarkan teori-teori transportasi dilakukan tahapan-tahapan perhitungan berdasarkan MKJI 1997

No	Referensi
Hasil	Perlu penambahan lampu flash pada pagi hari disimpang Jenderal Sudirman dari arah utara agar mengurangi panjang antrian kendaraan disimpang Jenderal Sudirman arah utara dan menerapkan sistem satu selama 24 jam disimpang Jaksa Agung Suprpto agar mengurangi konflik utama saat malam hari.
Judul	Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pingit Yogyakarta
Peneliti	Febriana Ramadhani, dkk, 2016
Tujuan	Untuk mendapatkan gambaran kondisi simpang untuk mengatasi permasalahan yang terjadi, terutama yang berkaitan dengan kondisi operasional simpang yang ditunjukkan dengan nilai kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti serta tundaan yang terjadi dan diharapkan dapat memperbaiki tingkat kinerja simpang tersebut.
Metodologi	Analisa ini dengan menggunakan metode MKJI 1997 melalui survey traffic counting
2. Hasil	Pada simpang Pingit Yogyakarta dikategorikan mempunyai tingkat pelayanan lalu lintas F (buruk sekali). Untuk memperbaiki kinerja simpang tersebut maka dilakukan beberapa perbaikan berupa alternative (skenario) perancangan ulang volume jam puncak, pengaturan ulang satu jam rata-rata dan pelebaran ruas jalan. Pada penelitian ini hasil analisa simpang dimodelkan pada software VISSIM 8.0 dengan hasil skenario terbaik berupa pelebaran ruas jalan pada lengan utara dan lengan timur sehingga tingkat tundaan rata-rata simpang yang semula 83,21 det/smp menjadi 49,78 det/smp.

No	Referensi Jurnal
Judul	Efektivitas pengaturan lampu lalu lintas pada persimpangan di Banjarmasin
Peneliti	Rosehan anwar, 2003
Tujuan	Untuk mengevaluasi perhitungan lampu lalulintas pada persimpangan akibat pengurangan volume lalu lintas pada malam hari , sehingga didapatkan pengaturan arus lalu lintas yang efektif dan efisien
3. Metodologi	Menggunakan metode IHCM,92 (MKJI).
Hasil	Hasil yang didapatkan dari jam 22:45 sampai jam 05:30 berdasarkan volume lalu lintas didapatkan nilai cycle time = < 40 detik. Sehingga disimpulkan mulai jam 22:45 sampai jam 05:30 lampu lalu lintas hanya kedip- kedip kuning

B. Karakteristik Sinyal Lalu lintas

Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalulintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntunan lalulintas. Dengan menggunakan sinyal, perancang/insinyur dapat mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekatan. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu-lintas, pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan = konflik utama. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu-lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang = konflik kedua.

C. Arus Lalu Lintas

Arus lalu lintas dalam smp/jam masing-masing jenis kendaraan untuk kondisi terlin dung dan atau terlawan dengan menggunakan emp berikut :

Table 2.2. Nilai emp yang diizinkan

Jenis kendaraan	Emp	
	Terlindung	Terlawan
(LV)	1,0	1,0
(HV)	1,3	1,3
(MC)	0,2	0,4

Sumber :MKJI,1997

Untuk menghitung arus dapat menggunakan persamaan berikut :

$$Q=Q_{LV}+Q_{HV} \times emp_{HV}+Q_{MC} \times emp_{MC} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

- Q = Arus lalu lintas (smp/jam).
- Q_{LV} = Arus kendaraan ringan (kendaraan/jam)
- Q_{HV} = Arus kendaraan berat (kendaraan/jam).
- Q_{MC} = Arus sepeda motor (kendaraan/jam).
- Emp_{HV} = Emp kendaraan berat .
- Emp_{MC} = Emp sepeda motor.

D. Arus Jenuh Dasar

Arus jenuh dasar (SO) yaitu besarnya keberangkatan antrian dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

$$S_0 = 600 \times We \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

- S_0 = Arus jenuh dasar.
- We =Lebar efektif (smp/jam hijau).

E. Arus Jenuh

Arus jenuh didefinisikan sebagai besarnya keberangkatan rata-rata antrian di dalam suatu pendekat simpang selama sinyal hijau yang besarnya dinyatakan dalam satuan smp per jam hijau (smp/ jam hijau). Adapun nilai arus jenuh suatu persimpangan bersinyal dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{LT} \times F_{RT} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

- S = Arus jenuh (smp/waktu hijau efektif).
- S₀ = Arus jenuh dasar (smp/waktu hijau efektif).
- F_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota (jumlah penduduk).
- F_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
- F_G = Faktor penyesuaian kelandaian jalan.
- F_P = Faktor penyesuaian parkir
- F_{LT} = Faktor penyesuaian belok kiri
- F_{RT} = Faktor penyesuaian kanan

F. Nilai Normal

Pedoman awal sehubungan dengan anggapan dan nilai normal untuk keperluan perancangan dan perencanaan.

- Penentuan fase dan waktu sinyal :

Untuk perancangan dan simpangan simetris nilai normal menentukan waktu antar hijau menggunakan tabel berikut :

Tabel 2.3.perancangan waktu antar hijau

Ukuran simpangan	Lebar jalan rata- rata	Nilai normal waktu antar hijau
Kecil	6 – 9 m	4 det per fase
Sedang	10 – 14 m	5 det per fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 det per fase

Sumber : MKJI,1997

$$CT = \frac{L_{ev} + l_{ev}}{V_{ev}} + \frac{L_{av}}{V_{av}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

- CT = Waktu merah semua (detik)
- L_{ev}, L_{av} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yan berangkat dan yang datang (m)
- l_{ev} = Panjang kendaraan yang berangkat (m)
- V_{ev}, V_{av} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/detik)

Nilai –nilai yang dipilih untuk V_{ev}, V_{av} dan l_{ev} tergantung dari komposisi lalu lintas dan kondisi kecepatan pada lokasi. Milai-nilai sementara berikut dapat dipilih dengan ketiadaan aturan di Indonesia akan hal ini :

1. Kecepatan kendaraan yang datang
 V_{av} 10 m/det (kendaraan bermotor)

2. Kecepatan yang berangkat (Vev)
 - a. 10 m/det (kendaraan bermotor)
 - b. 3 m/det (kendaraan tak bermotor)
 - c. 1.2 m/det (pejalan kaki)
3. Panjang kendaraan yang berangkat (lev)
 - a. 5 m (LV atau HV)
 - b. 2 m (MC atau UM)

Apabila periode merah semua untuk masing-masing akhir fase telah ditetapkan, waktu hilang untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau :

$$LTI = \sum (\text{merah semua}) + ig (\text{waktu antar hijau}) \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan :

LTI = waktu hilang total per siklus(detik)

IG = waktu antar hijau(detik)

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3.0 detik. Jika waktu siklus lebih kecil dari nilai ini maka rasio terlewat jenuh akan terjadi pada persimpangan tersebut. Sedangkan waktu siklus yang panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan.

Tabel 2.4.waktu siklus yang disarankan

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

Sumber : MKJI, 1997

Nilai yang lebih rendah dipakai pada simpang yang lebarnya > 10 m, dan nilai yang tinggi dipakai untuk jalan yang lebih besar. Waktu siklus yang lebih rendah, akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki, sedangkan waktu siklus yang lebih dari 130 detik harus dihindari kecuali untuk simpang yang sangat besar.

G. Faktor Penyesuaian

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (FCcs)

Faktor penyesuaian ukuran kota F_{cs} ditentukan dari tabel 2.5 sebagai fungsi ukuran kota.

Table 2.5.faktor penyesuaian ukutan kota F_{cs}

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})
>3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : MKJI,1997

b. Faktor penyesuaian hambatan samping

Hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas dari aktifitas simpang segmen jalan. Banyaknya aktifitas samping jalan sering mengakibatkan berbagai konflik yang sangat besar pengaruhnya terhadap kelancaran lalu lintas. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kelas hambatan samping dengan frekuensi bobot kejadian per jam per 200 meter dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan (MKJI,1997) seperti tabel berikut :

Tabel 2.6 Penentuan tipe frekuensi kejadian hambatan samping

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0.5
Kendaraan parkir	PSV	1.0
Kendaraan masuk dan keluar sisi jalan	EEV	0.7
Kendaraan lambat	SMV	0.4

Sumber : MKJI 1997

Tingkat hambatan samping telah dikelompokan dalam 5 kelas, yaitu dari yang sangat rendah sampai tinggi dan sangat tinggi.

Tabel 2.7 Nilai kelas hambatan samping

Kelas Hambatan samping (SCF)	Kode	Jumlah kejadian per 200 m perjam	Kondisi Daerah
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman; hampir tidak ada kegiatan
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman; berupa angkutan umum, dasb
Sedang	M	300-499	Daerah industri, beberapa toko di jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial; aktifitas sisi jalan yang sangat tinggi
Sabgat tinggi	VH	>900	Daerah komersial; aktifitas pasar di samping jalan

Sumber : (MKJI 1997)

Dalam menentukan nilai Kelas hambatan samping digunakan rumus (MKJI 1997) :

$$SCF = PED + PSV + EEV + SMV \dots \dots \dots (2.6)$$

Dimana :

SFC = Kelas Hambatan samping

PED = Frekuensi pejalan kaki

PSV = Frekuensi bobot kendaraan parkir

EEV = Frekuensi bobot kendaraan masuk/keluar sisi jalan.

SMV = Frekuensi bobot kendaraan lambat

1. Faktor pejalan kaki

Aktifitas pejalan kaki merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai kelas hambatan samping, terutama pada daerah-daerah yang merupakan kegiatan masyarakat seperti pusat-pusat perbelanjaan. Banyak jumlah pejalan kaki yang menyebrang atau

berjalan pada samping jalan dapat menyebabkan laju kendaraan menjadi terganggu. Hal ini semakin diperburuk oleh kurangnya kesadaran pejalan kaki untuk menggunakan fasilitas-fasilitas jalan yang tersedia, seperti trotoar dan tempat-tempat penyebrangan.

2. Faktor kendaraan parkir dan berhenti

Kurangnya tersedianya lahan parkir yang memadai bagi kendaraan dapat menyebabkan kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan. Pada daerah-daerah yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi, kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan dapat memberikan pengaruh terhadap kelancaran arus lalu lintas.

Kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan akan mempengaruhi kapasitas lebar jalan dimana kapasitas jalan akan semakin sempit karena pada samping jalan tersebut telah diisi oleh kendaraan parkir dan berhenti.

3. Faktor kendaraan masuk / keluar pada samping jalan

Banyaknya kendaraan masuk/keluar pada samping jalan sering menimbulkan berbagai konflik terhadap arus lalu lintas perkotaan. Pada daerah-daerah yang lalu lintasnya sangat padat serta disertai dengan aktifitas masyarakat yang cukup tinggi, kondisi ini sering menimbulkan masalah dalam kelancaran arus lalu lintas. Dimana arus lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut menjadi terganggu yang dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan.

4. Faktor kendaraan lambat

Yang termasuk dalam kendaraan lambat adalah becak, gerobak dan sepeda. Laju kendaraan yang berjalan lambat pada suatu ruas jalan dapat mengganggu aktifitas-aktifitas kendaraan yang melewati suatu ruas jalan. Oleh karena itu kendaraan lambat merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kelas hambatan samping.

Tabel 2.8.faktor penyesuaian untuk tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25
Komersial (Com)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Pemukiman (Res)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,82	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,83	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (Ra)	Tinggi/sedang/rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Sumber:MKJI,1997

c. Faktor penyesuaian gerak beok kanan

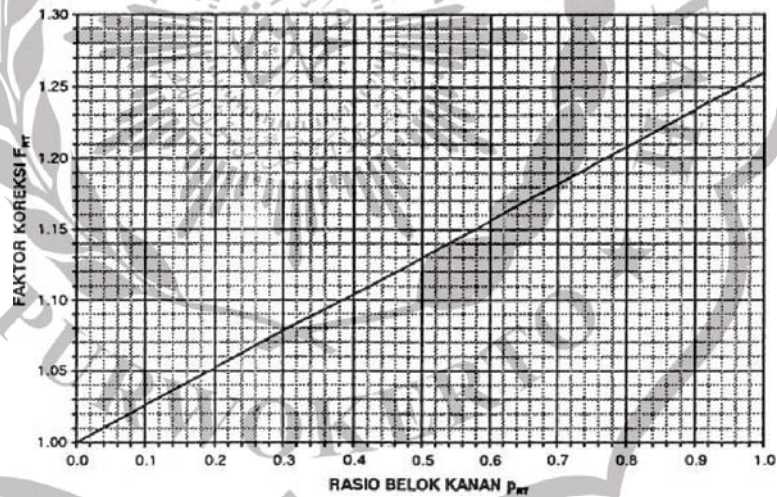
Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan P_{RT} . Faktor penyesuaian belok kanan hanya berlaku untuk kendaraan terlindung, tanpa median, jalan dua arah, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26 \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana :

F_{RT} = Faktor penyesuaian belok kanan

P_{RT} = Rasio belok kanan



Sumber : MKJI,1997

Gambar 2.1. Faktor penyesuaian untuk belok kanan F_{RT} (hanya untuk pendekat tipe P, jalan dua arah)

Penjelasan :

Pada jalan dua arah tanpa median, kendaraan belok-kanan dari arus berangkat terlindung (pendekat tipe P) mempunyai kecenderungan untuk

memotong garis tengah jalan sebelum melewati garis henti ketika menyelesaikan beloknya

d. Faktor penyesuaian belok kiri

Faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kiri P_{LT} . Faktor penyesuaian belok kiri hanya untuk pendekatan tipe tanpa L_{TOR} , lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk.

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16 \dots \dots \dots (2.8)$$

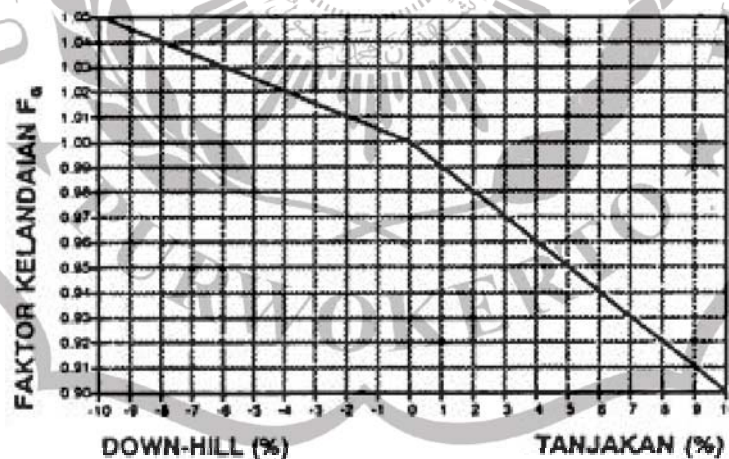
Dimana :

F_L = Faktor penyesuaian belok kiri

P_L = Rasio belok kiri

e. Faktor penyesuaian kelandaian F_G

faktor penyesuaian kelandaian F_G ditentukan dari gambar 2.2 sebagai fungsi dari kelandaian (GRAD).



Sumber : MKJI, 1997

Gambar 2.2. Faktor penyesuaian untuk kelandaian F

H. Tingkatan Pelayanan

Tingkat pelayanan didasarkan pada rata-rata tundaan per kendaraan untuk berbagai pergerakan di simpang. Meskipun kapasitas rasio mempengaruhi tundaan, tapi ada parameter lain yang lebih berpengaruh yakni : kualitas proses, panjang siklus, dan waktu hijau (arifbudiarto, amirotul MH :105:2007)

Secara umum tingkat pelayanan dibedakan sebagai berikut :

Tabel 2.9. tingkat pelayanan berdasarkan nilai kuantitatif

Tingkat Pelayanan	Klasifikasi tingkat pelayanan	Rasio (Q/C)
A	Arus bebas dengan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa tundaan	0.00-0.20
B	Arus stabil, kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan	0.20-0.44
C	Arus stabil, tetapi kecepatan gerak kendaraan dibatasi oleh kondisi jalan lalu lintas, pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan	0.45-0.74
D	Arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dikendalikan oleh kondisi arus lalu lintas, rasio Q/C masih bias ditoleransi	0.75-0.84
E	Volume lalu lintas mendekati kapasitas, arus tidak stabil, kecepatan terkadang terhenti	0.85-1.00
F	Arus lalu lintas macet, kecepatan rendah, antrian panjang serta hambatan atau tundaan besar	>1.00

Sumber : US-HCM, 1985

Tundaan di persimpangan adalah total waktu hambatan rata-rata yang dialami kendaraan sewaktu melewati persimpangan (Tamim Ofyar Z,2000). Tundaan juga dapat menentukan ITP dalam persimpangan. Tabel indeks tingkat pelayanan (ITP) lalu lintas di persimpangan berlampu lalu lintas.

Tabel 2.10. Nilai tundaan perkendaraan berdasarkan tingkat ITP

ITP	Tundaan per Kendaraan (detik)
A	≤ 5
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	>60,1

Sumber : Tamin dan Nadalina, 1998

Tingkat pelayanan dipersimpangan yang terdapat dikota dapat menggunakan metode atau langkah-langkah manual kapasitas jalan Indonesia (MKJI) pada tahun 1997. Dimana MKJI sudah sesuai dengan situasi dan topografi Indonesia.

Untuk kinerja atau tingkat suatu simpangan yang berambu (*traffic light*) ditentukan oleh penentuan waktu sinyal, kapasitas, panjang antrian, rasio kendaraan berhenti dan tundaan rata-rata.

I. Penentuan Waktu Sinyal pada masing-masing fase (i).

Penentuan wktu sinyal untuk keadaan dengan kendali waktu tetap dilakukan berdasarkan metoda webster (1996) untuk meminimumkan tundaan total pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (c), selanjutnya waktu hijau (g).

a. Waktu siklus

Waktu siklus adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk setiap pengulangan urutan tanda lampu keseluruhan.

Dimana :

$$c = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \dots\dots\dots (29)$$

C = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

$\sum(FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = jumlah FRcrit dari semua fase pada siklus tersebut.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini maka risiko serius akan terjadinya lewat jenuh pada simpang.

b. Waktu hijau

Waktu hijau (g) adalah periode waktu yang secara praktis dimanfaatkan oleh pergerakan pada fase yang bersangkutan.

Besarnya durasi waktu hijau efektif adalah waktu hijau actual ditambah waktu keuntungan akhir dikurangi waktu hilang awal.

$$g = (c - LTI) \times FR_{crit} / \sum(FR_{crit}) \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana :

g = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik).

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

$\sum(FR_{crit})$ = Rasio arus simpang = jumlah FRcrit dari semua fase

pada siklus tersebut.

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik).

Kinerja suatu simpang bersinyal pada umumnya lebih peka terhadap kesalahan-kesalahan dalam membagi waktu hijau dari pada terlalu panjang waktu siklus. Waktu hijau kurang dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi para pejalan kaki yang menyebrang jalan.

J. Kapasitas

Kapasitas (C) adalah arus lalu lintas maximum yang dapat dipertahankan (tetap) pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu.

$$C = S \times g / c \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

C Kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh, yaitu arus rata-rata dari antrian dalam pendekatan selamasinyal hijau (smp/jam hijau).

g = waktu hijau (detik)

c = waktu siklus yaitu selang waktu untuk perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua lampu hijau yang berurutan pada fase yang sama).

K. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas.

$$DS = Q/C \dots \dots \dots (2.12)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/detik)

C = Kapasitas (smp/jam).

L. Panjang Antrian

Panjang antrian (QL) adalah jumlah antrian rata-rata dalam suatu pendekatan NQ_{max} dengan luasan rata-rata yang digunakan per smp (20 m^2) kemudian dibagi dengan lebar masukan.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{Wenter} \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

NQ_{max} = jumlah antrian kendaraan

Wenter = lebar masuk

Jumlah antrian kendaraan secara keseluruhan adalah :

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana :

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah

Jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1) dihitung berdasarkan nilai derajat kejenuhan dengan menggunakan rumus berikut ;

1. Untuk $DS > 0,5$

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}} \right] \dots \dots \dots (2.15)$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

2. Untuk $DS \leq 0,5$

$NQ_1 = 0$

Jumlah antrian yang datang selama fase merah (NQ_2) dihitung dengan rumus

$$NQ_2 = \frac{c \times (1 - GR)}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana :

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah

c = Waktu siklus (det)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

GR = Rasio hijau

M. Angka Henti

Angka henti (NS) adalah jumlah berhenti ra-rata per kendaraan termasuk terhenti terulang dalam antrian sebelum melewati simpangan.

$$NS = \frac{0,9 \times NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana :

NQ = jumlah $NQ_1 + NQ_2$

C = waktu siklus (det)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

Jumlah kendaraan henti N_{sv} untuk masing-masing

$$N_{sv} = Q \times NS \dots \dots \dots (2.18)$$

Dimana :

N_{sv} = jumlah kendaraan terhenti (smp/jam)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NS = rasio kendaraan henti (stop/smp)

Laju henti rata-rata untuk seluruh simpangan dengan cara membagi jumlah kendaraan terhenti pada seluruh pendekat dengan arus simpang total

$Q(\text{kend/jam})$

$$NS_{tot} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana :

NS_{tot} = rasio kendaraan total (stop/smp)

$\sum N_{sv}$ = jumlah kendaraan terhenti total (smp/jam)

Q_{tot} = arus lalu lintas total (smp/jam)

N. Rasio Kendaraan Terhenti

Rasio kendaraan henti P_{sv} , yaitu rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati suatu simpangan.

$$P_{sv} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{tot}} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dimana :

P_{sv} = rasio kendaraan terhenti pada pendekatan

N_{sv} = rasio kendaraan henti (stop/smp)

O. Tundaan

Tundaan (D) adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpangan apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui lintasan tanpa satu persimpangan. Tundaan terdiri dari dua yaitu

1. Tundaan lalu lintas (DT) yaitu waktu tunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.
2. Tundaan geometrik (DG) yaitu disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok dipersimpangan dan atau yang terhenti oleh lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekatan

$$D = DT + DG$$

Dimana :

D = tundaan rata-rata (detik/smp)

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

DG = tundaan geometrik rata-rata (detik/smp)

Hitung tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainya pada simpang sebagai berikut (berdasarkan pada Akceklik 1988).

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \dots \dots \dots (2.22)$$

$$A = \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} \dots \dots \dots (2.23)$$

Dimana :

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

C = waktu siklus (detik)

GR = rasio hijau

DS = derajat kejenuhan

NQ1 = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)

★ Hitungan tundaan geometrik rata-rata (DG) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpangan.

$$DG = (1-Psv) \times P_T \times 6 + (Psv \times 4) \dots \dots \dots (2.24)$$

Dimana :

DG = tundaan geometrik rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Psv = rasio kendaraan terhenti pada pendekat = min(NS)

P_T = rasio kendaraan berbelok pada pendekat dari Formulir SIG-IV

Hitungan tundaan rata-rata untuk seluruh simpangan

$$D = \frac{\sum(QxD_j)}{Q_{tot}} \dots\dots\dots(2.25)$$

Dimana :

D = tundaan total (detik/smp)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

D_j = tundaan rata-rata (detik/smp)

Q_{tot} = jumlah total arus lalu lintas

