

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Permasalahan transportasi perkotaan di Indonesia khususnya Provinsi Bali semakin meningkat seiring dengan kemajuan ekonomi dan peningkatan sarana transportasi, akan tetapi prasarana transportasi tidak bertambah sehingga menimbulkan masalah penurunan kinerja ruas jalan dan persimpangan di daerah perkotaan. Kabupaten Badung merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Bali dengan besaran jumlah penduduk 0.683 juta jiwa, seiring dengan meningkatnya perkembangan kendaraan bermotor dan laju pertumbuhan ekonomi menimbulkan permasalahan transportasi pada ruas-ruas jalan seperti kemacetan yang sering terjadi salah satu contohnya.

Simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi merupakan salah satu simpang tak bersinyal yang terletak di kawasan Br. Tegeh Kesambi, Kecamatan Kuta Utara Kabupaten Badung. Simpang ini merupakan simpang dengan tiga lengan, yang terdiri dari ruas jalan ke arah Barat menuju Jl. Raya Cangu, arah timur menuju Denpasar, dan arah selatan menuju Jl. Raya Kesambi.

Dilihat dari masa pandemi Covid-19 sekarang ini, masyarakat lebih menghabiskan waktu di rumah dikarenakan pada masa PPKM para karyawan kantor atau suatu instansi, mahasiswa, hingga para pelajar masih banyak yang dirumahkan sesuai anjuran pemerintah untuk masih membatasi kegiatan masyarakat. Dalam hal ini, tentu saja berpengaruh terhadap kondisi lalu lintas di Simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi, oleh karena itu pada masa pandemi

Covid -19 ini peneliti tertarik untuk menganalisa perbandingan perencanaan simpang bersinyal di jln. Gunung Sanghyang – jln. Kesambi, Kabupaten Badung untuk mengetahui kondisi jalan tersebut pada masa pandemi Covid-19 ini dikarenakan pada masa sebelum Covid-19 di lokasi jalan tersebut biasanya sangat padat dan ramai yang menyebabkan terjadinya antrian yang panjang.



(Gambar 1.1 Lokasi penelitian)
(Sumber : google maps)

Permasalahan yang terjadi pada ruas-ruas jalan tersebut adalah antrian panjang kendaraan yang disebabkan oleh konflik arus lalu lintas pada saat melewati simpang ini pada jam – jam tertentu, misalnya pada pagi dan sore hari pada waktu jam-jam puncak, hal ini dikarenakan kurangnya toleransi para pengendara yang melewati simpang, dengan perilaku pengguna jalan saling mendahului untuk memotong lajur arah tujuan mereka yang mengakibatkan kemacetan pada lengan-lengan simpang.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebelum terjadinya pandemi Covid-19, pemilihan alternatif perencanaan sinyal yang paling ideal di lokasi simpang tiga lengan adalah 3 fase dengan gerakan belok kanan terpisah yang

diterapkan pada lengan sebelah barat. Alternatif tersebut menghasilkan waktu siklus 52 detik, derajat kejenuhan 0,70 dan tundaan rata-rata 39,67 detik dengan tingkat pelayanan simpang pada level C. Perencanaan sinyal pada simpang tiga lengan Jalan Gunung Sanghyang - Jalan Kesambi tentunya berbeda bila melihat situasi lalu lintas sebelum terjadinya pandemi Covid-19 dengan pada saat terjadinya pandemi Covid-19.



(Gambar 1.2 Situasi antrian pada simpang)
Sumber: google maps

Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis akan merencanakan pengaturan sistem lalu lintas simpang bersinyal dengan acuan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang ditulis dalam Tugas Akhir dengan judul ***“Analisis Perbandingan Perencanaan Simpang Bersinyal pada Simpang Jalan Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi di Kabupaten Badung Sebelum Dan Pada Saat Covid-19”***.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah pengaturan fase sinyal lalu lintas yang sesuai dengan kondisi simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi Sebelum dan pada saat covid-19 ?
2. Bagaimana kinerja simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi setelah direncanakan menggunakan pengaturan dengan sinyal lalu lintas Sebelum dan pada saat covid-19 ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Merencanakan pengaturan fase sinyal lalu lintas yang sesuai dengan kondisi simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi Sebelum dan pada saat covid-19.
2. Untuk mengetahui kinerja simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl. Kesambi setelah direncanakan menggunakan pengaturan dengan sinyal lalu lintas Sebelum dan pada saat covid-19.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi akademisi, diharapkan menjadi pengetahuan tambahan dan sekaligus menjadi referensi karya ilmiah lainnya dalam rangka tugas maupun bukan.
2. Bagi masyarakat, menciptakan situasi lalu lintas yang tertib dan memberikan tingkat pelayanan simpang yang aman dan nyaman
3. Bagi penulis, bermanfaat dalam memenuhi kebutuhan pengetahuan penulis sekaligus untuk memenuhi syarat kelulusan.

4. Bagi intansi , diharpkan menjadi acuan bilamana akan diadakanya perencanaan simpang bersinya di kawasan simpang Jl. Gunung Sanghyang – Jl Kesambi di Kabupaten Badung.

1.5 Batasan Perencanaan

Batasan masalah pada perencanaan ini adalah :

1. Perencanaan simpang bersinyal berdasarkan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997.
2. Data perencanaan meliputi data lalu lintas dan data geometrik yang berdasar pada kondisi lokasi perencanaan.
3. Hanya merencanakan pengaturan sinyal dan kinerja simpang Jl. Gunung Sanghyang-Jl. Kesambi Sebelum dan pada saat covid-19
4. Tidak melakukan perhitungan pengkoordinasian sinyal dengan simpang Jl. Raya Kerobokan yang lokasinya berdekatan dengan simpang Jl. Gunung Sanghyang-Jl. Kesambi.
5. Kinerja yang dibahas dalam perencanaan ini adalah kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, serta tingkat pelayanan simpang sebelum dan pada saat pandemi.
6. Waktu untuk pelaksanaa survey dilaksanakan selama 3 hari yang terdiri dari 2 hari, Senin dan Jumat sebagai perwakilan hari kerja dan hari Minggu sebagai perwakilan hari libur. Periode perekaman data dilakukan mulai pukul 07.00 wita – 18.00 wita dengan pembagian waktu survei pagi, siang dan sore sebagai berikut ;

- a. Pagi (07.00-10.00) Wita
- b. Siang (11.00-14.00) Wita
- c. Sore (15.00-18.00) Wita



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persimpangan

2.1.1 Pengertian Persimpangan

Persimpangan jalan adalah simpul pada jaringan jalan dimana ruas jalan bertemu dan lintasan arus kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Oleh sebab itu persimpangan merupakan faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Persimpangan merupakan tempat sumber konflik lalu lintas yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadi konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya ataupun antara kendaraan dengan pejalan kaki.

Menurut Pignataro (1973), simpang adalah suatu area yang kritis pada suatu jalan raya yang merupakan tempat titik konflik dan tempat kemacetan karena bertemunya dua ruas jalan atau lebih. Persimpangan merupakan pertemuan dari ruas-ruas jalan yang berfungsi untuk melakukan perubahan arah arus lalu lintas. Persimpangan dapat bervariasi dari persimpangan sederhana yang terdiri dari pertemuan dua ruas jalan sampai persimpangan kompleks yang terdiri dari pertemuan beberapa ruas jalan. Persimpangan sebagai bagian dari suatu jaringan jalan merupakan daerah yang penting/kritis dalam melayani arus lalu lintas. (Transportasi Perkotaan, Rekayasa Lalu Lintas).

2.1.2 Jenis – Jenis Persimpangan.

Secara garis besarnya persimpangan terbagi dalam dua jenis diantaranya adalah :

1. Persimpangan sebidang
2. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan masuk persimpangan mengarahkan lalu lintas masuk ke jalan yang dapat berlawanan dengan lalu lintas lainnya secara sebidang (tidak saling bersusun). Sedangkan persimpangan tak sebidang yaitu memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa sehingga persimpangan jalur dari kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan-kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur gerak yang sama. (contoh jalan layang), karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta membutuhkan biaya yang mahal. Pertemuan jalan tak sebidang juga membutuhkan daerah yang luas serta penempatan dan tata letaknya sangat dipengaruhi oleh topografi.

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), pemilihan jenis simpang untuk suatu daerah sebaiknya berdasarkan pertimbangan ekonomi, pertimbangan keselamatan lalu lintas, dan pertimbangan lingkungan.

2.1.3 Tujuan Pengaturan Simpang

Tujuan utama pengaturan persimpangan adalah untuk mengurangi konflik antara kendaraan bermotor serta tidak bermotor (gerobak, sepeda) dan penyediaan fasilitas yang memberikan kemudahan, kenyamanan, dan keselamatan terhadap

pemakai jalan yang melalui persimpangan. Menurut Direktorat Jendral Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), terdapat empat jenis dasar dari alih gerak kendaraan yang berbahaya diantaranya sebagai berikut :

1. Berpencar (*diverging*)



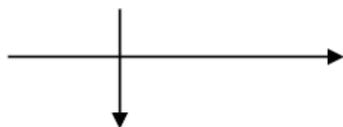
2. Bergabung (*merging*)



3. Bersilang (*weaving*)



4. Berpotongan (*crossing*)



(Gambar 2.1 Pergerakan lalu lintas pada persimpangan)
(Sumber: MKJI 1997)

2.1.4 Jenis-Jenis Pengaturan Simpang

Menurut Morlok (1988), jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) jenis, yaitu :

1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memiliki sinyal pengaturan lalu lintas, sehingga pengemudi kendaraan sendiri yang harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau harus berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu persimpangan yang beroperasi dengan pengaturan lampu lalu lintas. Dimana pengemudi hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya, sehingga tabrakan kendaraan akibat gerakan-gerakan yang berlawanan dapat dihindarkan.

2.1.5 Karakteristik Simpang

Menurut Hariyanto (2004), dalam perencanaan suatu simpang, kekurangan dan kelebihan dari simpang bersinyal dan simpang tak bersinyal harus dijadikan suatu pertimbangan. Adapun karakteristik simpang bersinyal dibandingkan simpang tak bersinyal adalah sebagai berikut :

1. Kemungkinan terjadinya kecelakaan dapat ditekan apabila tidak terjadi pelanggaran lalu lintas.
2. Lampu lalu lintas lebih memberi aturan yang jelas pada saat melalui simpang.
3. Simpang bersinyal dapat mengurangi konflik yang terjadi pada simpang, terutama pada jam sibuk, pada saat lalu lintas sepi.

4. Simpang bersinyal menyebabkan adanya tundaan yang seharusnya tidak terjadi.

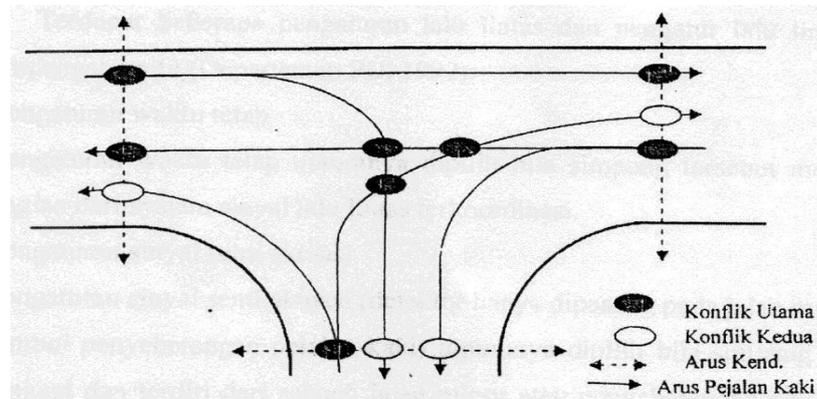
2.2 Sinyal Lalu Lintas (*Traffic signal*)

Sinyal lalu lintas adalah suatu alat pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik berfungsi untuk mengontrol arus lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki pada persimpangan ataupun tempat lain yang dianggap perlu untuk dipasang. Untuk sebagian besar fasilitas jalan, kapasitas dan perilaku lalu lintas terutama adalah fungsi dari keadaan geometrik dan tuntutan lalu-lintas. Dengan penerapan sinyal pada suatu persimpangan maka pengaturan gerak kendaraan menjadi lebih tertib dengan mendistribusikan kapasitas kepada berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekatan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu-lintas yang saling bertentangan dalam kondisi dan waktu yang sama. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu-lintas yang datang dari jalan jalan yang saling berpotongan (konflik-konflik utama). Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik-konflik kedua). Menurut MKJI (1997), setiap pemasangan sinyal lalu lintas bertujuan untuk :

1. Menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas yang berlawanan, sehingga kapasitas persimpangan dapat dipertahankan selama keadaan lalu lintas puncak.
2. Menurunkan tingkat frekwensi kecelakaan

3. Mempermudah menyeberangi jalan utama bagi kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan minor



(Gambar 2.2 Konflik utama dan kedua pada simpang dengan tiga lengan)
(Sumber :MKJI 1997)

Jika hanya konflik – konflik utama yang dipisahkan maka kemungkinan untuk mengatur sinyal lampu lalu lintas dengan dua fase. Masing – masing sebuah fase untuk jalan yang berpotongan, metode ini selalu dapat diterapkan jika gerak belok kanan dalam suatu persimpangan telah dilarang. Karena pengaturan dua fase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa lampu lalu lintas.

Jika pertimbangan keselamatan lalu lintas atau pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya fase harus ditambah. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antar fase. Walaupun hal ini memberikan suatu keuntungan dari sisi keselamatan lalu lintas pada umumnya, berarti bahwa setiap kapasitas seluruh dari simpang tersebut akan berkurang.

2.3 Prosedur Perhitungan Simpang Metode MKJI 1997

2.3.1 Konsep Dasar

Prinsip-prinsip utama dalam perhitungan MKJI adalah perhitungan yang terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi 2 atau lebih sub-pendekat. Untuk masing-masing pendekat, lebar efektif (W_e) ditetapkan dengan mempertimbangkan denah masuk dan keluar simpang dan distribusi gerakan membelok.

2.3.2 Data Masukan

Pada tahap ini akan diuraikan secara rinci tentang kondisi-kondisi yang diperlukan untuk mendapatkan data masukan dalam perencanaan simpang bersinyal di antaranya adalah :

2.3.2.1 Kondisi Geometrik

Sketsa pola geometrik jalan yang dimasukkan ke dalam formulir USIG-I. Harus dibedakan antara jalan utama dan jalan minor dengan pemberian nama untuk simpang lengan tiga, jalan yang menerus selalu dikatakan jalan utama. Pada sketsa jalan harus diterangkan dengan jelas kondisi geometrik jalan yang dimaksud seperti lebar jalan, lebar bahu, dan lain – lain.

2.3.2.2 Kondisi Lalu Lintas

Kondisi lalu lintas yang dianalisa ditentukan menurut Arus Jam Rencana atau Lalu Lintas Harian Rata – Rata Tahunan dengan faktor yang sesuai untuk konversi LHRT menjadi arus per jam. Pada survei tentang kondisi lalu lintas ini, sketsa mengenai arus lalu lintas sangat diperlukan terutama jika akan merencanakan

perubahan sistem pengaturan simpang dari tak bersinyal ke simpang bersinyal maupun sistem satu arah.

2.3.2.3 Kondisi Lingkungan

Berikut data kondisi lingkungan yang dibutuhkan dalam perhitungan :

a. Kelas ukuran kota

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan seperti pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Kelas ukuran kota

Ukuran Kota	Jumlah Penduduk (Juta)
Sangat Kecil	$< 0,1$
Kecil	$0,1 \leq X < 0,5$
Sedang	$0,5 \leq X < 1,0$
Besar	$1,0 \leq X < 3,0$
Sangat Besar	$\geq 3,0$

(sumber : MKJI 1997)

b. Tipe Lingkungan Jalan

Lingkungan jalan diklasifikasikan dalam kelas menurut tata guna lahan dan aksesibilitas jalan tersebut dari aktivitas sekitarnya hal ini ditetapkan secara kualitatif dari pertimbangan teknik lalu lintas dengan bantuan Tabel 2.2

Tabel 2.2 Tipe lingkungan jalan

Komersial	Tata guna lahan komersial (misalnya pertokoan, rumah makan, perkantoran) dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.
Pemukiman	Tata guna lahan tempat tinggal dengan jalan masuk langsung bagi pejalan kaki dan kendaraan.

Akses Terbatas	Tanpa jalan masuk atau jalan masuk langsung terbatas (misalnya karena adanya penghalang fisik, jalan samping dsb.
----------------	---

(sumber : MKJI 1997)

2.3.3 Penggunaan Sinyal Lalu Lintas

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) ditetapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu.

2.3.3.1 Fase Sinyal

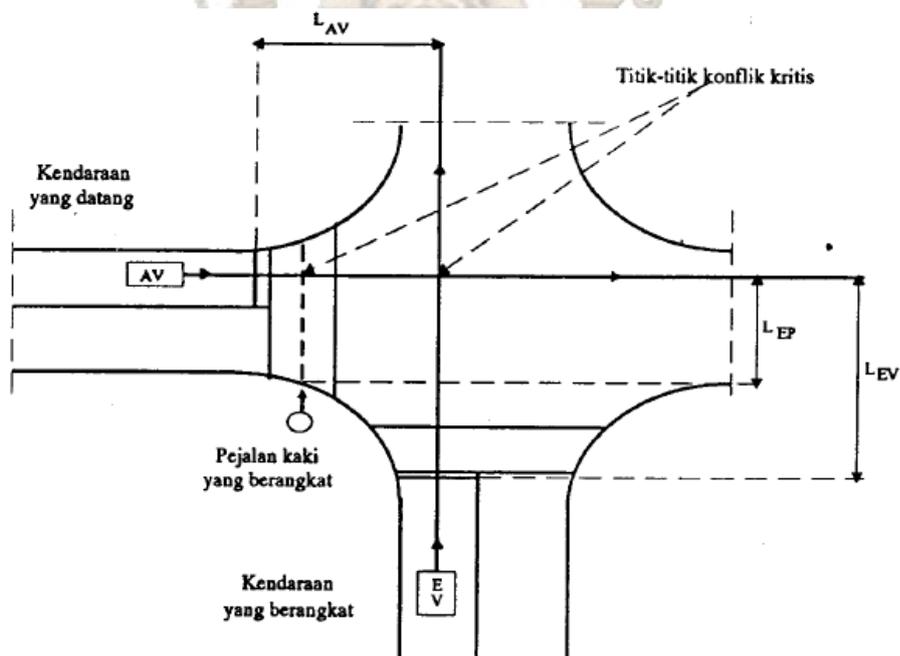
Pemilihan fase pergerakan tergantung dari banyaknya konflik utama, yaitu konflik yang terjadi pada volume kendaraan yang cukup besar. Menurut MKJI (1997), jika fase sinyal tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua fase sebaiknya digunakan sebagai kasus dasar, karena berpotensi menghasilkan kapasitas yang lebih besar dan tundaan rata-rata lebih rendah daripada tipe fase sinyal yang lain. Pemisahan gerakan-gerakan belok kanan biasanya hanya dilakukan berdasarkan pertimbangan kapasitas apabila gerakan membelok melebihi angka 200 smp/jam.

2.3.3.2 Waktu Antar Hijau (*intergreen*) dan Waktu Hilang

3. Waktu antar hijau adalah jumlah periode kuning dan merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan, menurut MKJI 1997 periode kuning dan merah semua ditetapkan sebagai berikut :

- Periode/panjang waktu kuning pada sinyal lalu-lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

- Waktu merah semua (*all red*) adalah waktu dimana sinyal merah menyala bersamaan dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan. Fungsi dari waktu merah semua adalah memberi kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan pertama dari fase berikutnya. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat, terlihat pada gambar di bawah ini :



(Gambar 2.3 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan)

(Sumber : MKJI 1997)

4. Waktu hilang (*lose time*) adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap. Waktu hilang dapat diperoleh dari beda antara waktu

siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan. Waktu hilang (LTI) untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau :

$$LTI = \Sigma (MERAH SEMUA + KUNING)_i = \Sigma IG_i$$

Dengan :

LTI : (*Lost Time Intersection*) Waktu hilang

Dalam MKJI 1997 disebutkan bahwa untuk analisa yang dilakukan bagi keperluan perancangan, waktu antar hijau berikut (periode kuning + merah semua) dapat dianggap sebagai nilai normal dilihat pada Tabel 2.3 :

Tabel 2.3 Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar jalan rata-rata	Nilai normal waktu antar-hijau
Kecil	6-9 m	4 detik/fase
Sedang	10-14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/fase

(sumber : MKJI 1997)

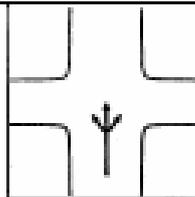
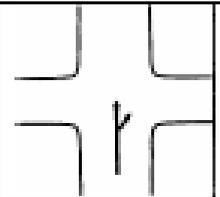
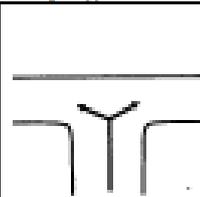
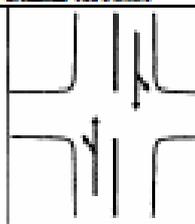
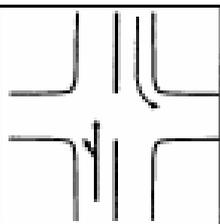
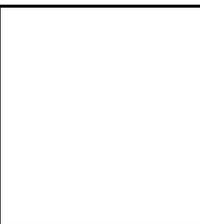
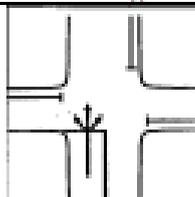
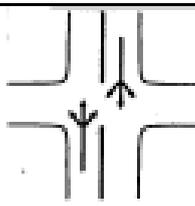
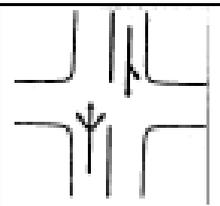
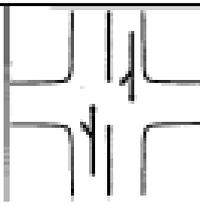
2.3.4 Penentuan Waktu Sinyal

2.3.4.1 Tipe Pendekat

Dalam penentuan waktu sinyal dipersimpangan terdapat dua macam tipe pendekat, yaitu sebagai berikut :

- a. Tipe pendekat terlindung (P), yaitu arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah terlawan.

- b. Tipe pendekat terlawan (O), yaitu arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan.

Tipe pendekat	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan		
Terlindung P	Arus berangkat tanpa konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan satu arah	Jalan satu arah	Simpang T
				
		Jalan dua arah, gerakan belok kanan terbatas		
				
Jalan dua arah, fase sinyal terpisah untuk masing-masing arah.				
				
Terlawan O	Arus berangkat dengan konflik dengan lalu lintas dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus berangkat dari arah-arah berlawanan dalam fase yang sama. Semua belok kanan tidak terbatas.		
				

(Gambar 2.4 Tipe Pendekat Persimpangan)

(Sumber : MKJI 1997)

2.3.4.2 Arus Lalu – Lintas (Q)

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (belok kiri QLT, lurus QST dan belok kanan QRT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per-jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan. Nilai faktor smp pada persimpangan adalah seperti tabel berikut :

Tabel 2.4 Nilai Faktor Emp Pada Persimpangan

No.	Jenis kendaraan	Emp untuk tipe pendekatan	
		Terlindung	Terlawan
1	Kendaraan ringan (LV)	1,0	1,0
2	Kendaraan berat (HV)	1,3	1,3
3	Sepeda motor (MC)	0,2	0,4

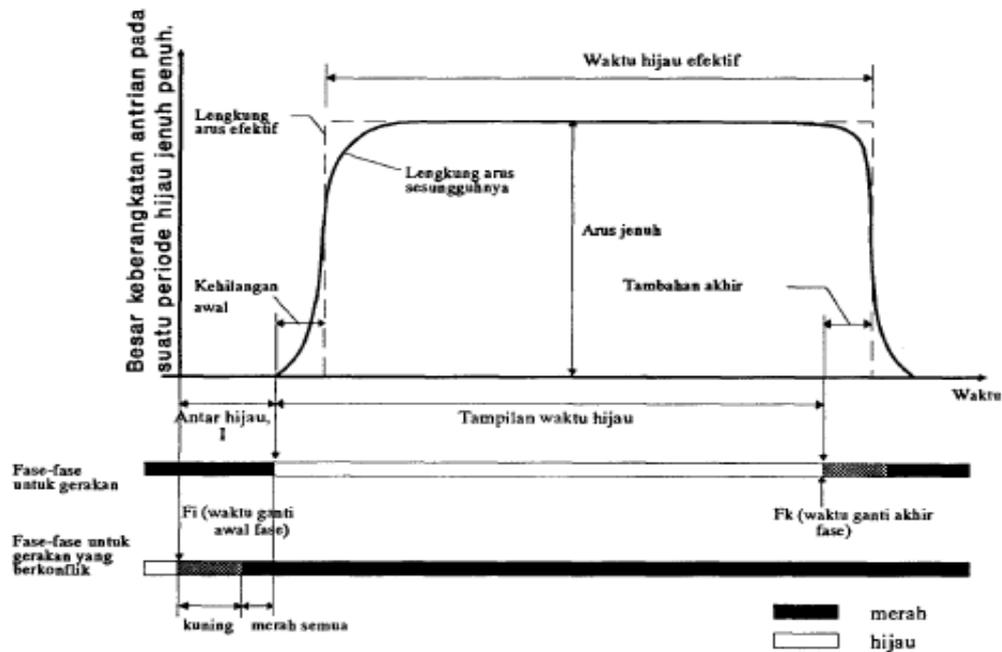
(Sumber : MKJI 1997)

Rasio belok kanan dan belok kiri, dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$pLT = \frac{\text{Left turn (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \quad pRT = \frac{\text{Right turn (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}}$$

2.3.4.3 Arus Jenuh (S)

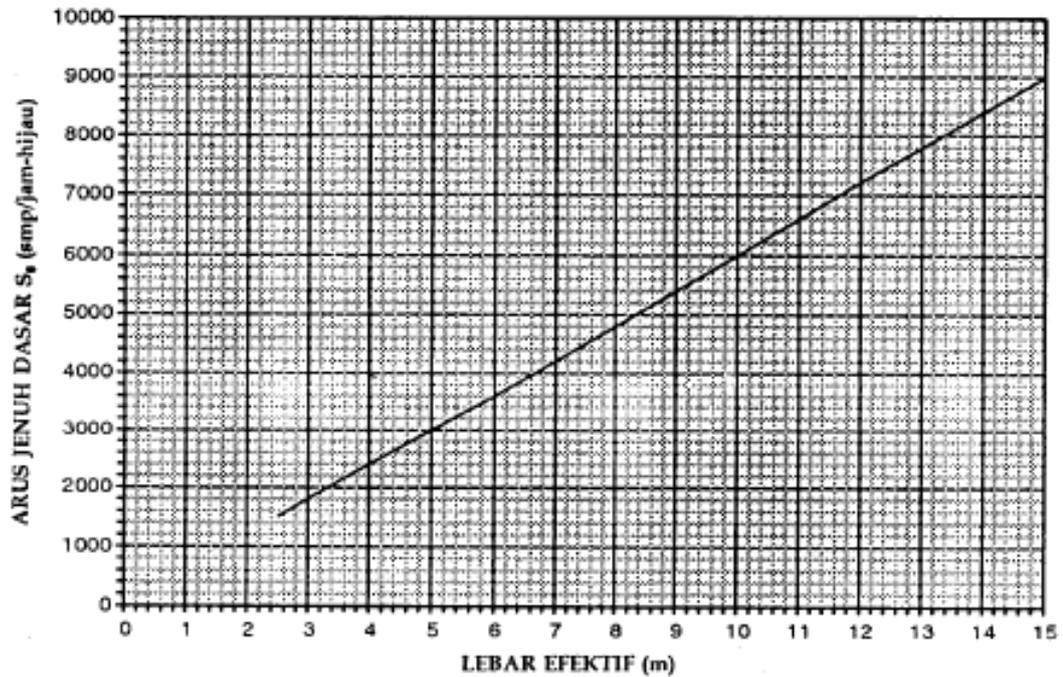
Pada saat awal hijau, kendaraan membutuhkan beberapa waktu untuk memulai pergerakan dan kemudian sesaat setelah bergerak sudah mulai terjadi antrian pada kecepatan normal. Keadaan ini disebut arus jenuh. Waktu hijau tiap fase adalah waktu untuk melewati arus jenuh menerus. Sebagai ilustrasi mengenai arus jenuh menurut MKJI adalah sebagai berikut :



(Gambar 2.5 Model dasar untuk arus jenuh)
(Sumber : MKJI 1997)

Arus jenuh mempunyai apa yang disebut arus jenuh dasar seperti halnya Webster, arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal. Arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) dan arus lalu lintas belok kanan pada pendekat tersebut dan juga pada pendekat yang berlawanan, karena pengaruh dari faktor – faktor tersebut tidak linier. Untuk pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (W_e) tetapi besarnya sangat tergantung pada tipe pendekat.

- a. Tipe P (arus terlindung), maka $S_o = 600 W_e$ (smp/jam)



(Gambar 2.6 Arus Jenuh Untuk Tipe P)
(Sumber : MKJI 1997)

- b. Tipe O (arus terlawan), besarnya S_0 dipengaruhi oleh adanya pendekat yang mempunyai lajur belok kanan atau tanpa lajur belok kanan terpisah. Untuk nilai S_0 pendekat tipe O sebagai berikut dengan kombinasi faktor penyesuaian grafik dibawah ini :

Lajur belok kanan tidak terpisah

1. Jika $Q_{rto} > 250$ smp/jam :

$Q_{rt} < 250$: - tentukan S prov pada $Q_{rto} = 250$

- tentukan S sesungguhnya sebagai $S = S_{prov} - ((Q_{rto} - 250) \times 8)$ smp/jam.

$Q_{rt} > 250$: - tentukan S prov pada Q_{rto} dan $Q_{rt} = 250$

- tentukan S sesungguhnya sebagai $S = S_{prov} - ((Q_{rto} + Q_{rt} - 500) \times 2)$ smp/jam.

2. Jika $Q_{rto} < 250$ dan $Q_{rt} > 250$ smp/jam: Tentukan S seperti pada $Q_{rt}=250$

Lajur belok kanan terpisah

1. Jika $Q_{rto} > 250$ smp/jam:

- $Q_{rt} < 250$: tentukan S dari gambar 2.7 dengan extrapolasi.
- $Q_{rt} > 250$: tentukan S prov pada Q_{rto} dan $Q_{rt} = 250$

2. Jika $Q_{rto} < 250$ dan $Q_{rt} > 250$ smp/jam: tentukan S dari gambar 2.7 dengan extrapolasi.

Selanjutnya untuk mendapatkan besarnya arus jenuh, menggunakan rumus sebagai berikut :

$$= S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \quad (2.1)$$

Dengan :

S_o = Arus jenuh dasar = $600 \times W_e$

F_{cs} = Faktor penyesuaian ukuran kota

F_{sf} = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor

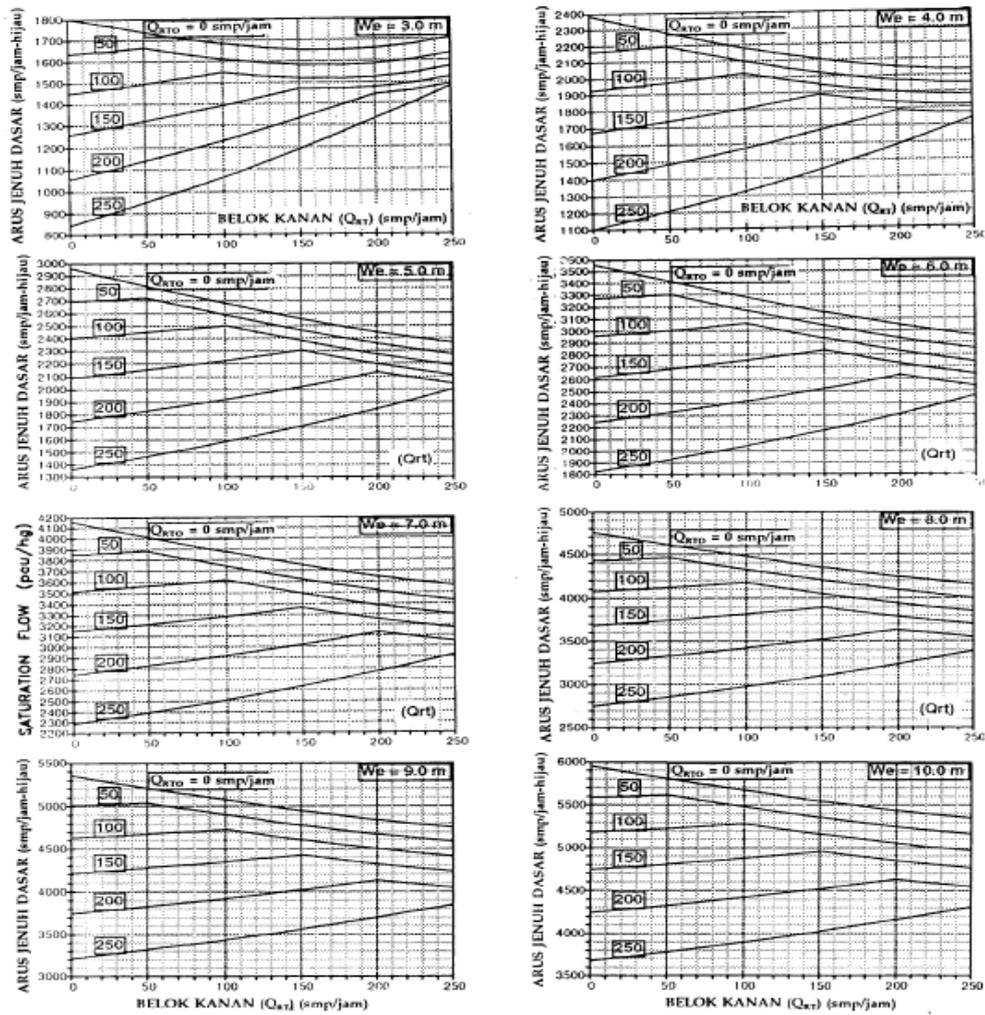
F_g = Faktor penyesuaian untuk kelandaian

F_p = Faktor penyesuaian

3. F_{rt} = Faktor penyesuaian belok kanan

4. F_{lt} = Faktor penyesuaian belok kiri

5. W_e = Lebar efektif.



(Gambar 2.7 Arus Jenuh Dasar Untuk pendekat Tipe O)
(Sumber : MKJI 1997)

2.3.4.4 Pengaruh Ukuran Kota (Fcs)

Faktor ini mengikuti jumlah penduduk kota, seperti pada tabel 2.5 berikut, untuk tipe O maupun tipe P.

Tabel 2.5 Pengaruh Ukuran Kota

Jumlah penduduk (juta)	Faktor ukuran kota (Fcs)	Ukuran kota (cs)
> 3,0	1,05	Sangat besar
1,0-3,0	1,00	Besar
0,5-1,0	0,94	Sedang
0,1-0,5	0,83	Kecil
< 0,1	0,82	Sangat kecil

(sumber : MKJI 1997)

2.3.4.5 Pengaruh Hambatan Samping (Fsp)

Pengaruh ini merupakan fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan, samping dan rasio kendaraan tidak bermotor. Jika hambatan samping tidak diketahui, maka dianggap tinggi. Untuk faktor hambatan samping ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

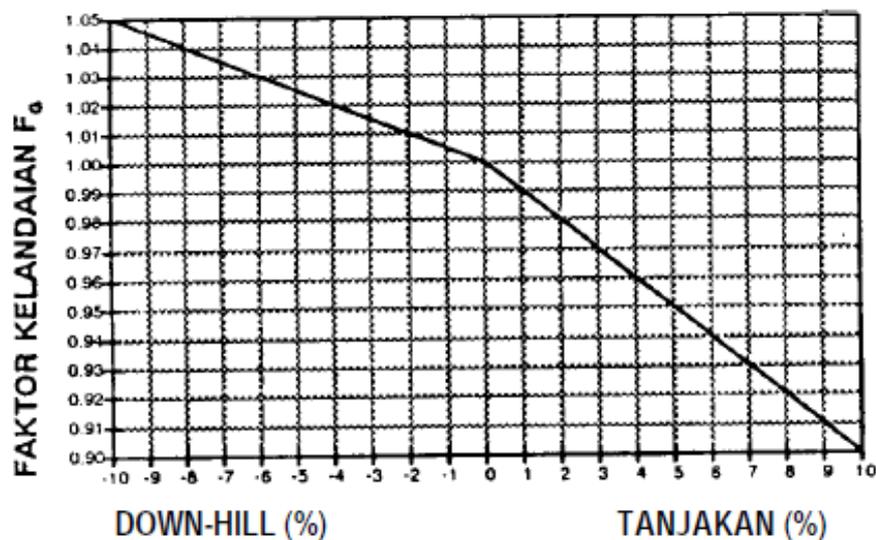
Tabel 2.6 Tabel Pengaruh Hambatan Samping

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	0,98	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
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,99	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	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)

2.3.4.6 Pengaruh Kelandaian (F_g)

Merupakan fungsi dari kelandaian jalan seperti tercatat dalam data geometrik jalan. Simbol (+) adalah tanjakan dan (-) adalah turunan. Faktor ini didapat dari gambar berikut ini :



(Gambar 2.8 Pengaruh Faktor Kelandaian)
(Sumber :MKJI 1997)

2.3.4.7 Akibat Pengaruh Belok Kanan (F_{rt})

Faktor penyesuaian ini dipakai apabila pendekat bertipe P/terlindung, tanpa median jalan 2 arah lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, dengan ketentuan :

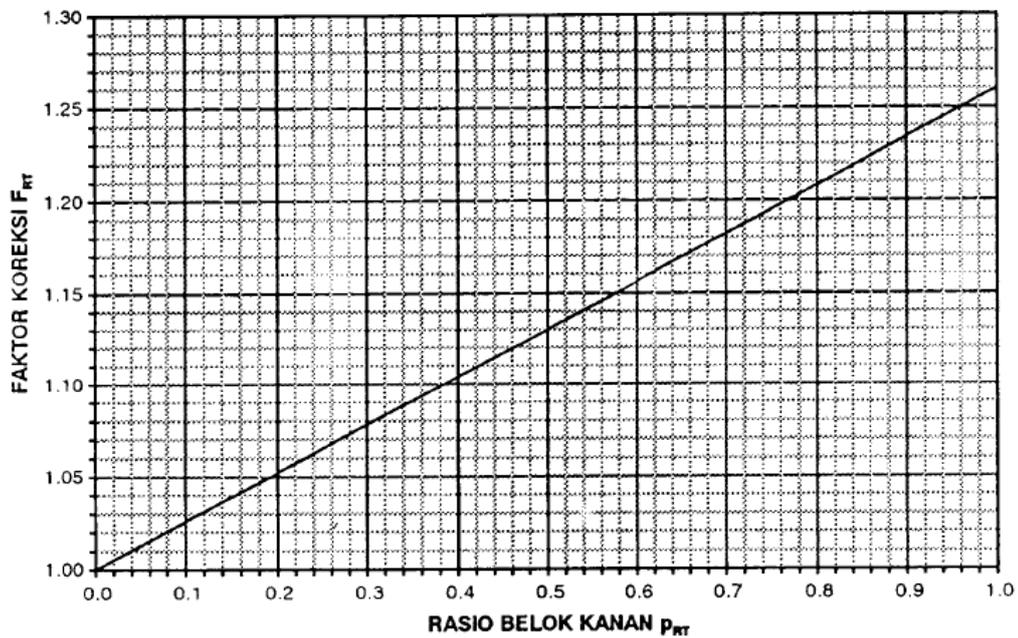
$$F_{rt} = 1,0 + P_{rt} \times 0,26 \quad (2.2)$$

Atau faktor penyesuaian belok kanan didapat dari grafik pada gambar 2.9.

2.3.4.8 Pengaruh Belok Kiri (F_{lt})

Faktor ini hanya berlaku pada pendekat tipe P, tanpa LTOR, lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk, dengan ketentuan :

$$F_{lt} = 1,0 - P_{lt} \times 0,16 \quad (2.3)$$



(Gambar 2.9 Pengaruh Rasio Belok Kanan)
(Sumber : MKJI 1997)

2.3.4.9 Pengaruh Kendaraan Parkir (F_p)

Pengaruh parkir merupakan fungsi jarak dari garis henti sampai kendaraan yang diparkir pertama dan lebar pendekat. Faktor ini tidak perlu diperhitungkan apabila lebar efektif ditentukan oleh lebar keluar. Parkir dapat dihitung dengan rumus :

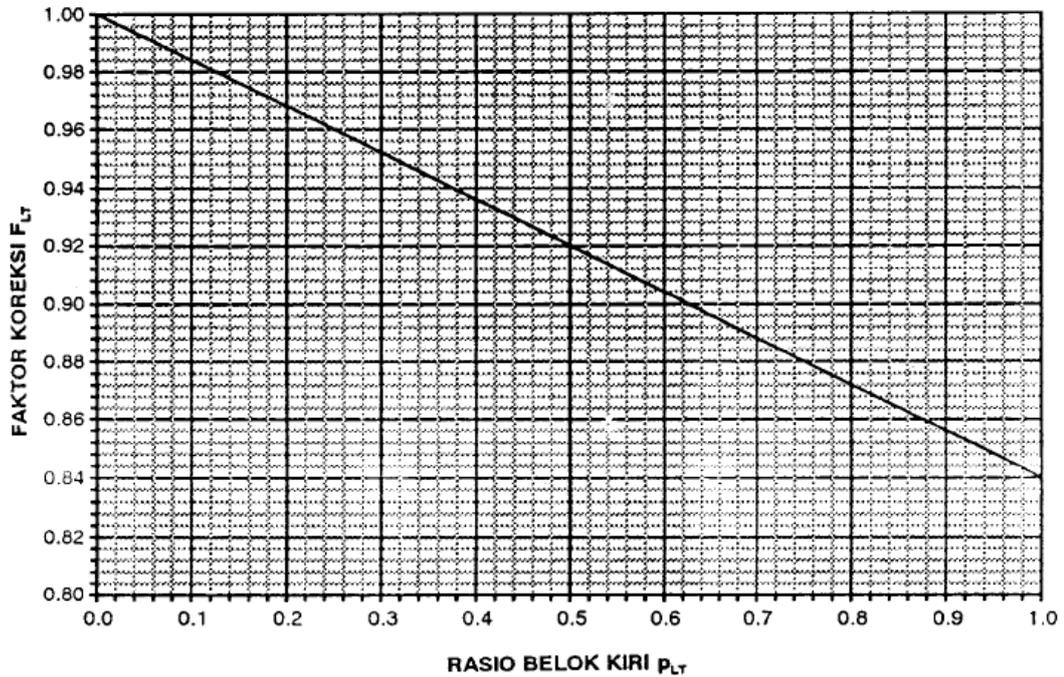
$$F_p = \{ Lp/3 - (W_A - 2) \times (Lp/3 - g) / W_A \} / g \quad (2.4)$$

Dengan :

L_p = Jarak garis henti dan kendaraan parkir pertama

W_A = lebar pendekat

g = waktu hijau pendekat



(Gambar 2.10 Pengaruh Rasio Belok Kiri)
(Sumber: MKJI 1997)

2.3.4.10 Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus adalah urutan lengkap dari indikasi sinyal (antara dua saat permulaan hijau yang berurutan di dalam pendekatan yang sama. Waktu siklus yang paling rendah akan menyebabkan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan, sedangkan waktu siklus yang melebihi 130 detik harus dihindari kecuali pada kasus sangat khusus (simpang sangat besar), karena hal ini menyebabkan memanjangnya antrian kendaraan dan bertambahnya tundaan, sehingga akan mengurangi kapasitas keseluruhan simpang. Adapun waktu siklus yang disarankan dalam MKJI 1997 dapat dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 2.7 Waktu Siklus Lampu Lalulintas

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)

a. Waktu siklus sebelum penyesuaian

$$c = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \quad (2.5)$$

Dengan :

c = Waktu siklus sinyal (detik)

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

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

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

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

Selain menggunakan persamaan tersebut penentuan waktu siklus sebelum penyesuaian juga dapat diperoleh dari gambar 2.11.

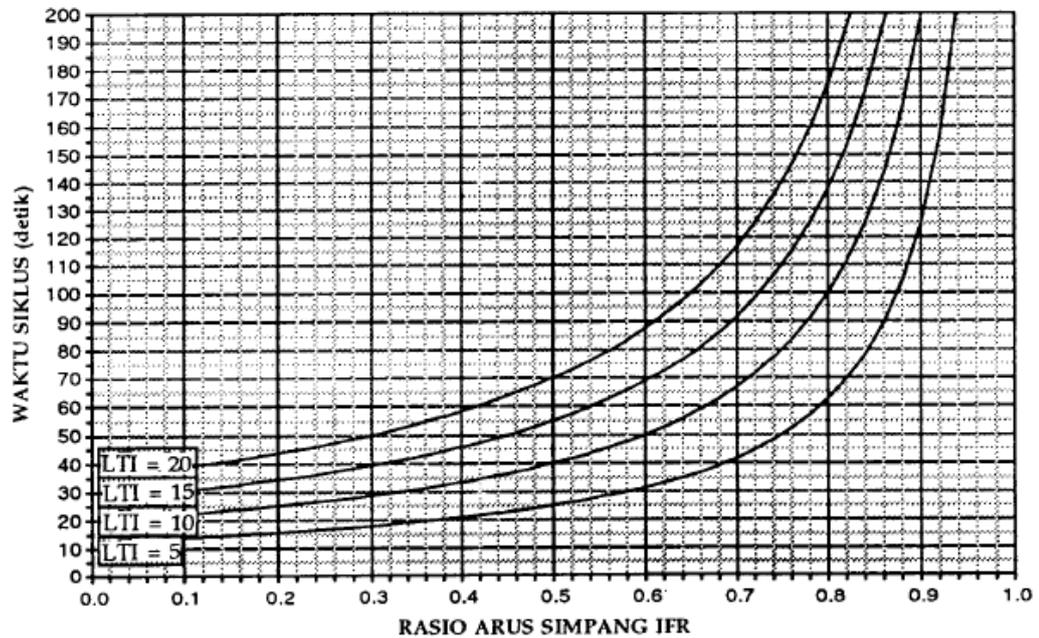
b. Waktu hijau (g_i)

Waktu hijau untuk masing-masing fase :

$$g_i = (c - LTI) \times PR_i \text{ (detik)} \quad (2.6)$$

Dengan :

g_i = tampilan waktu hijau pada fase i



(Gambar 2.11 Penetapan waktu siklus sebelum penyesuaian)
(Sumber: MKJI 1997)

c = waktu siklus sebelum penyesuaian

LTI = waktu hilang total per siklus

PR_i = Rasio fase $FR_{crit} / \sum FR_{crit}$

c = Waktu siklus yang disesuaikan (c)

Tentukan waktu siklus yang disesuaikan (c) berdasarkan waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang (LTI) :

$$c = \Sigma g + LTI \text{ (detik)} \quad (2.7)$$

Dengan :

c = Waktu siklus yang disesuaikan

Σg = Total Waktu Hijau

LTI = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

2.3.5 Kapasitas Simpang

Kapasitas simpang adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati kaki persimpangan tersebut. Biasanya dipengaruhi oleh arus jenuh yang tergantung kepada jumlah yang lepas pada saat hijau dan waktu hijau serta waktu siklus yang telah ditentukan. Secara matematik dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$C = S \times g/c \quad (2.8)$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

c = Waktu siklus (detik)

g = Waktu Hijau (detik)

2.3.5.1 Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio perbandingan antara arus lalu lintas pada pendekat dengan kapasitas yang bisa dilewatkan oleh pendekat tersebut, dalam MKJI nilai derajat kejenuhan

$$DS = Q/C \quad (2.9)$$

Dengan :

DS = derajat kejenuhan

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

C = kapasitas

2.3.5.2 Keperluan Untuk Perubahan

Apabila waktu siklus yang yang diperoleh lebih besar dari batas atas yang disarankan pada bagian yang sama, derajat kejenuhan (DS) umumnya juga lebih

tinggi dari 0,85. Ini berarti bahwa simpang tersebut mendekati lewat jenuh, yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu lintas puncak. Berikut langkah yang harus dipertimbangkan untuk kemungkinan menambah kapasitas simpang :

a. Perubahan Fase Sinyal

Jika pendekatan dengan arus berangkat terlawan (tipe O) dan rasio belok kanan (P_{RT}) tinggi dan menunjukkan nilai FR kritis yang tinggi ($FR > 0,8$), suatu rencana fase alternatif dengan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin akan sesuai. Penerapan fase terpisah untuk lalu lintas belok kanan mungkin harus disertai dengan tindakan pelebaran pendekat.

Jika simpang dioperasikan dalam empat fase dengan arus berangkat terpisah dari masing – masing pendekat, karena rencana fase yang hanya dengan dua fase mungkin memberikan kapasitas lebih tinggi, asalkan gerakan-gerakan belok kanan tidak terlalu tinggi (< 200 smp/jam).

b. Pelarangan Gerakan (gerakan belok kanan)

Pelarangan bagi satu atau lebih gerakan belok kanan biasanya menaikkan kapasitas, terutama jika hal itu menyebabkan pengurangan jumlah fase yang diperlukan. Walaupun demikian perancangan manajemen lalu lintas yang tepat, perlu memastikan agar perjalanan oleh gerakan belok kanan yang akan dilarang tersebut dapat diselesaikan tanpa jalan pengalih yang terlalu panjang dan mengganggu simpang yang berdekatan.

c. Penambahan Lebar Pendekat

Jika mungkin untuk menambah lebar pendekat, pengaruh terbaik dari tindakan seperti ini akan diperoleh jika pelebaran dilakukan pada pendekat-pendekat dengan nilai FR kritis tertinggi.

2.3.6 Analisis Prilaku Lalu Lintas

2.3.6.1. Panjang Antrian

Panjang antrian adalah panjang antrian kendaraan dalam suatu pendekat dan antrian dalam jumlah kendaraan yang antri dalam suatu pendekat. Untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya :

- a. Untuk $DS > 0,5$ maka :

$$NQ1 = 0,25xCx[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS-0,5)}{c}}] \quad (2.10)$$

- b. Untuk $DS \leq 0,5$ maka $NQ1 = 0$

Dimana :

$NQ1$ = Jumlah SMP yang tersisa dari phase hijau sebelumnya

DS = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

Untuk menghitung antrian smp yang datang selama fase merah (NQ2) :

$$NQ2 = c x \frac{1-GR}{1-GR x DS} x \frac{Q}{3600}$$

(2.11)

Dengan :

$NQ2$ = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus

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

Penyesuaian arus :

$$Q_{peny} = \Sigma(Q_{masuk} - Q_{keluar}) \text{ (smp/jam)} \quad (2.12)$$

a. Jumlah Kendaraan Antri

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \text{ (smp)} \quad (2.13)$$

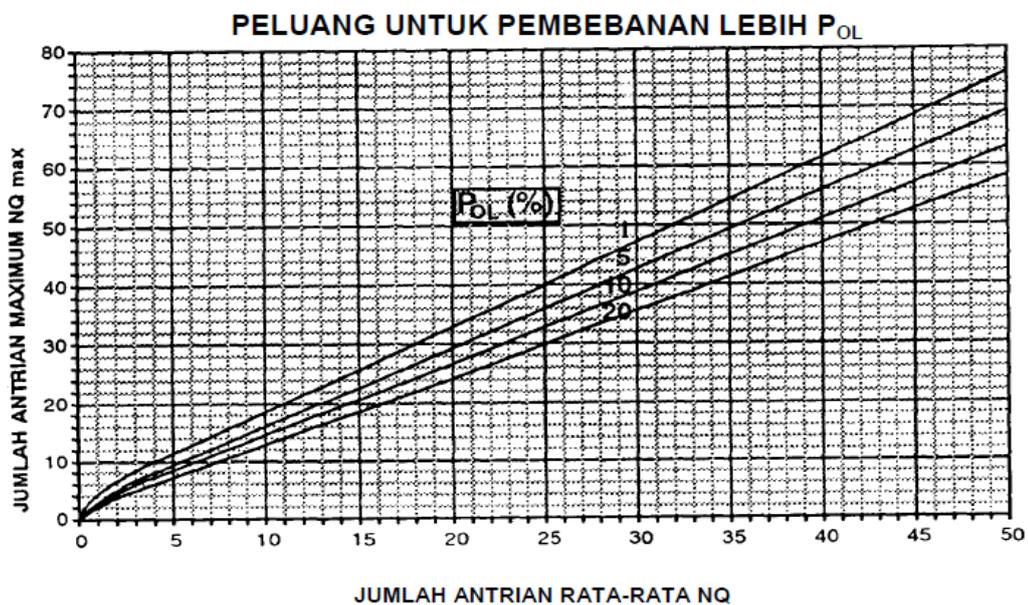
b. Panjang Antrian

$$QL = NQ_{max} \times 20 / W_{masuk} \quad (2.14)$$

Dengan :

W_{masuk} = Lebar Pendekat Masuk

NQ_{max} = Nilai NQ_{Max} di dapat pada grafik di bawah ini



(Gambar 2.12 Perhitungan jumlah antrian (NQ_{MAX}) dalam smp)

(Sumber : MKJI 1997)

2.3.6.2 Angka Henti

a. Kendaraan Terhenti

Nilai angka henti (NS) masing-masing pendekat yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata berhenti per smp (termasuk berhenti berulang dalam antrian) dengan rumus dibawah :

$$NS = 0,9x \frac{NQ}{Qxc} x 3600 \quad (2.15)$$

Dengan :

NS = nilai angka henti

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NQ = total jumlah kendaraan antri

b. Jumlah kendaraan terhenti (Nsv) masing-masing pendekat

$$Nsv = Q x NS \text{ (smp/jam)} \quad (2.16)$$

Dengan :

Q = arus lalu lintas (smp/jam)

NS = Angka Henti

c. Angka henti seluruh simpang

$$Ns \text{ total} = \frac{\Sigma Nsv}{Q_{total}} \quad (2.17)$$

ΣNsv = total jumlah kendaraan terhenti

Q total = jumlah arus lalu lintas keseluruhan

2.3.6.3. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati simpang bila dibandingkan dengan situasi tanpa simpang. Tundaan pada simpang dapat terjadi karena 2 hal yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometri (DG), sehingga tundaan rata-rata untuk suatu pendekat adalah :

$$D_j = DT_j + DG_j \quad (2,18)$$

a. Tundaan lalu lintas rata-rata pada suatu pendekat j adalah :

$$DT = (cxA) + \left(\frac{NQ_1 \times 3600}{c} \right) (det\ per - smp)$$

Dengan :

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata

c = waktu siklus yang disesuaikan (det)

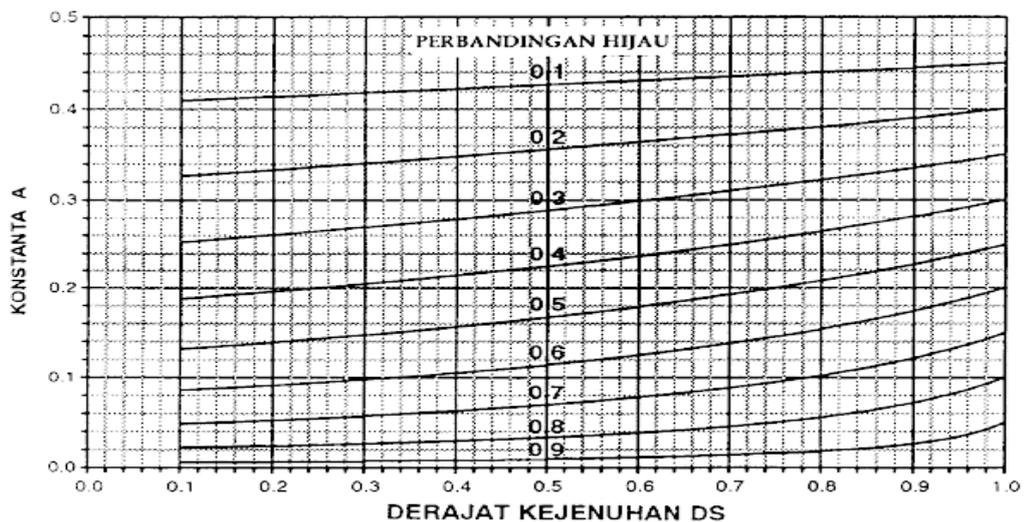
$$A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)}$$

GR = rasio hijau (g/c)

DS = derajat kejenuhan

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

C = kapasitas (smp/jam)



(Gambar 2.13 Penetapan tundaan lalu lintas rata-rata (DT))

(Sumber : MKJI 1997)

b. Tundaan geometri rata-rata pada suatu pendekat adalah :

$$DG_j = (1 - p_{sv}) \times P_T \times 6 + (P_{sv} \times 4) \quad (2,19)$$

Dimana :

DG_j = Tundaan geometri rata-rata pada pendekat (dt)

P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

c. Tundaan geometri gerakan belok kiri langsung (LTOR)

Tundaan lalu-lintas dengan belok kiri langsung (LTOR) diasumsikan tundaan geometri rata-rata = 6 detik

d. Tundaan rata-rata (det/jam)

Tundaan rata-rata dihitung dengan menjumlahkan tundaan lalu-lintas (DT) dan tundaan geometri rata-rata (DG_j)

e. Tundaan total

Tundaan total dalam detik dengan mengalikan tundaan rata-rata dengan arus lalu-lintas.

f. Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_1)

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_1) dihitung dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan jumlah arus total (Q_{tot}) dalam smp/jam.

$$D_1 = \frac{\sum (Q \times D)}{Q_{tot}} \text{ (detik/smp)} \quad (2,20)$$

Dimana :

D_1 = tundaan rata-rata untuk seluruh simpang

Q = arus lalu lintas

D = tundaan

Q_{tot} = nilai tundaan dengan jumlah arus total

2.4. Tingkat Pelayanan Simpang (*Level Of Service*)

Tingkat pelayanan simpang adalah suatu ukuran kualitatif yang memberikan gambaran dari pengguna jalan mengenai kondisi lalu-lintas, aspek dari tingkat pelayanan dapat berupa kecepatan dan waktu tempuh, kepadatan, tundaan kenyamanan, keamanan, dan lain-lain. Pada analisis kapasitas didefinisikan enam tingkat pelayanan terburuk adalah F. Hubungan tundaan (delay) dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.8 Tingkat Pelayanan Simpang

No.	Derajat Kejenuhan (DS)	Tingkat Pelayanan
1	0,00 - 0,20	A
2	0,20 - 0,44	B
3	0,45 - 0,74	C
4	0,75 - 0,84	D
5	0,85 - 1,00	E
6	> 1,00	F

(sumber : US-HCM 1994)

Tingkat Pelayanan A

Keadaan arus bebas (*Freeflow*) dengan kecepatan tinggi, volume lalu lintas rendah. Pengemudi dapat memilih kecepatan yang diinginkan tanpa hambatan.

Tingkat Pelayanan B

Dalam zona arus stabil. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup dalam memilih kecepatan.

Tingkat Pelayanan C

Dalam zona arus stabil. Pengemudi dibatasi dalam memilih kecepatan.

Tingkat Pelayanan D

Mendekati arus yang tidak stabil. Dimana hampir seluruh pengemudi akan dibatasi (terganggu). Volume pelayanan berkaitan dengan kapasitas yang ditolerir.

Tingkat Pelayanan E

Volume lalu lintas mendekati atau berada pada kapasitasnya. Arus tidak stabil dengan kondisi yang sering terhenti.

Tingkat Pelayanan F

Arus yang dipaksakan atau macet pada kecepatan yang rendah. Antrean yang panjang dan terjadi hambatan-hambatan yang besar.

2.5. Covid-19

Coronavirus merupakan keluarga besar virus yang menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan. Pada manusia biasanya menyebabkan penyakit infeksi saluran pernapasan, mulai flu biasa hingga penyakit yang serius seperti Middle East Respiratory Syndrome (MERS) dan Sindrom Pernafasan Akut Berat/ Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS). Coronavirus jenis baru yang ditemukan pada manusia sejak kejadian luar biasa muncul di Wuhan Cina, pada Desember 2019, kemudian diberi nama Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-COV2); kemudian menjadi 2019-nCoV, dan menyebabkan penyakit yang oleh WHO diistilahkan Coronavirus Disease-2019 (COVID-19).

Pada 2 Maret 2020, untuk pertama kalinya pemerintah mengumumkan dua kasus pasien positif Covid-19 di Indonesia. Dan sampai saat ini Covid-19 di Indonesia terus bertambah dengan kasus covid-19 yaitu, 1,22 juta kasus, sembuh 1,03 juta, dan meninggal dunia 33.183 ribu orang.

Gejala umum berupa demam $\geq 38^{\circ}\text{C}$, batuk kering, dan sesak napas. Jika ada orang yang dalam 14 hari sebelum muncul gejala tersebut pernah melakukan perjalanan ke negara terjangkit, atau pernah merawat/kontak erat dengan penderita COVID-19, maka terhadap orang tersebut akan dilakukan pemeriksaan laboratorium lebih lanjut untuk memastikan diagnosis.

Virus corona bisa menimbulkan beragam gejala pada pengidapnya. Gejala yang muncul ini bergantung pada jenis virus corona yang menyerang, dan seberapa serius infeksi yang terjadi.

