

## BAB III

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 3.1. Lampu Lalu Lintas

##### 3. 1. 1. Daya guna lampu lalu lintas

Lampu lalu lintas berfungsi untuk mengurangi konflik antara berbagai pergerakan lalu lintas dengan cara memisahkan pergerakan-pergerakan tersebut dari segi ruang maupun waktu. Kapasitas pertemuan jalan dan tingkat keselamatan pemakai jalan akan meningkat dengan adanya lampu lalu lintas. Dalam pengaturannya harus memperhatikan semua pemakai jalan termasuk pejalan kaki dan pengemudi kendaraan lambat.

Lampu lalu lintas menurut Oglesby dan Hicks ( 1982 ) adalah peralatan pengatur lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali lampu kedip, rambu, dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor, pengendara sepeda atau pejalan kaki ( semua pengguna jalan ). Daya guna lampu lalu lintas pada simpang dapat dievaluasi dari berapa jauh suatu lampu lalu lintas dapat memenuhi fungsi yang diharapkan yaitu untuk mengurangi waktu tundaan, mengontrol kecepatan, meningkatkan kapasitas, sebagai fasilitas penyebrang bagi pejalan kaki, meningkatkan keselamatan, mengurangi kecelakaan dan sedapat mungkin mempertahankan *progressive movement*.

Jumlah dan tingkat kecelakaan merupakan ukuran dari tiap kecelakaan yang mungkin terjadi untuk menentukan daya guna keselamatan pada simpang. Tundaan

dan kapasitas simpang sangat tergantung dari *lay out* geometrik simpang, konflik arus lalu lintas dan metode pengendalian simpang yang terpakai.

Ciri-ciri fisik lampu lalu lintas yang disebutkan oleh Oglesby dan Hicks (1982) adalah :

1. Sinyal modern yang dikendalikan oleh tenaga listrik.
2. Setiap unit terdiri dari lampu berwarna merah, kuning, hijau yang terpisah dengan diameter 8 –12 inchi ( 20,4 cm – 30,4 cm ).
3. Lampu lalu lintas dipasang pada tiang diluar batas jalan atau digantung diatas pertemuan jalan. tinggi lampu lalu lintas yang dipasang pada tiang adalah 8 ft –15 ft ( 2,4 m – 4,6 m ) diatas trotoar atau diatas perkerasan, bila tidak ada trotoar. Sedangkan sinyal yang digantung harus diberi kebebasan vertikal 15 – 19 ft ( 4,6 –5,8 m ).
4. Sinyal modern dilengkapi dengan sinyal pengatur untuk pejalan kaki atau penyeberang jalan.

### 3.1.2. Pengaturan waktu lampu lalu lintas

Pengaturan waktu lampu lalu lintas terbagi dalam dua jenis yaitu:

1. *Fixed Time Control*

Simpang dengan pengaturan lampu lalu lintas tetap (*Fixed Time Control*) dalam pengoperasiannya menggunakan waktu siklus dan panjang fase yang diatur terlebih dahulu dan dipertahankan untuk suatu periode tertentu. Untuk kondisi di mana terdapat lebih dari satu waktu sibuk dalam satu hari atau lebih baik jika dipakai lebih dari satu pengaturan (*multi-setting*).

Pada umumnya periode waktu yang berhubungan dengan waktu sibuk dalam satu hari terbagi empat, yaitu waktu sibuk pagi hari, siang hari, sore hari dan tengah malam. Sebuah program pengaturan dapat digunakan untuk memberikan fleksibilitas tambahan ini. Karakteristik dari pengaturan waktu tetap ini adalah fase dan waktu siklus yang tetap.

## 2. *Traffic Actuated Control*

Sistem ini mengatur waktu siklus dan panjang fase secara kontinyu disesuaikan dengan kedatangan arus lalu lintas setiap saat. Kemudian ditentukan nilai waktu hijau maksimum dan minimum. Alat detektor dipasang di setiap cabang simpang untuk mendeteksi kendaraan yang lewat, kemudian data disimpan dalam memori untuk kemudian diolah untuk mendapatkan nilai tambahan waktu di atas nilai waktu hijau minimum untuk suatu cabang simpang. Oleh karena itu sistem pengaturan ini sangat peka terhadap situasi lalu lintas dan sangat efektif jika diterapkan untuk meminimumkan tundaan pada simpang tersebut.

Terdapat dua jenis *traffic actuated control*, yaitu *semi actuated control* dan *fully actuated control*.

*Semi actuated control* diterapkan pada simpang di mana arus lalu-lintas pada jalan utama lebih besar daripada jalan yang lebih kecil. Detector hanya ditempatkan pada jalan minor. Pada simpang dengan *semi actuated control* ini untuk jalan minor ditentukan waktu hijau maksimum dan waktu hijau

minimum, sedangkan untuk jalan utama cukup waktu hijau minimum yang ditentukan.

*Fully actuated control* ditempatkan pada simpang di mana arus lalu-lintas relatif sama di setiap cabang simpang tetapi distribusinya bervariasi dan berfluktuasi. Detector ditempatkan di setiap cabang simpang. Pada simpang dengan *fully actuated control* ini untuk tiap-tiap cabang simpang ditentukan waktu hijau maksimum dan minimumnya.

Arus lalu lintas yang memasuki suatu simpang akan bervariasi dari waktu ke waktu selama sehari, sehingga akan dibutuhkan waktu siklus yang bervariasi. Kondisi ini tidak menjadi masalah bagi sistem pengaturan *traffic actuated control*, sedangkan untuk pengaturan lampu lalu lintas waktu tetap perlu ditentukan waktu siklus yang dapat menghindari terjadinya tundaan yang berlebihan pada saat arus lalu lintas tinggi.

### 3.1.3. Waktu hijau minimum dan waktu hijau maksimum

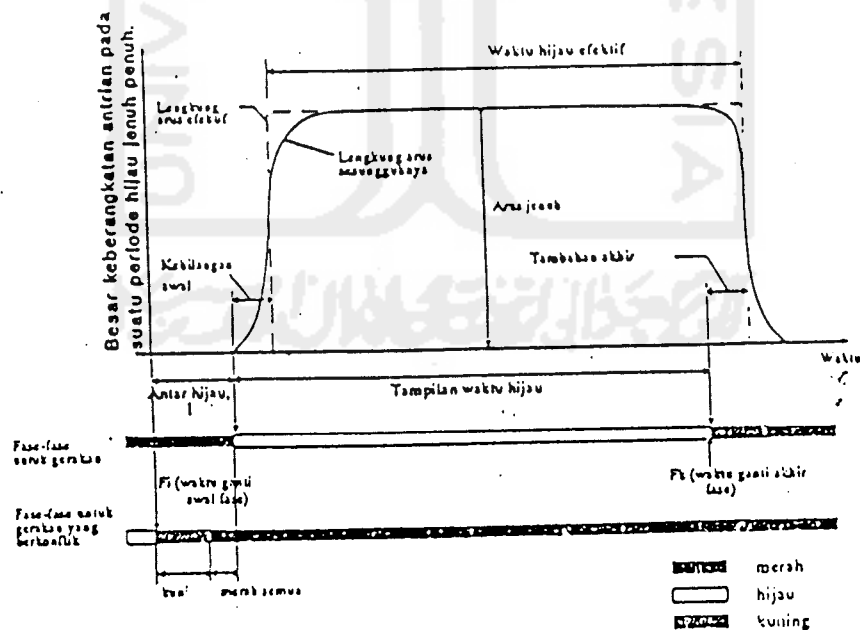
Waktu hijau minimum adalah waktu hijau minimum yang diperlukan oleh pejalan kaki untuk menyeberangi suatu ruas jalan. Lama waktu hijau minimum ini ditentukan sebesar 7 sampai 13 detik. (Sumber : R.J. Salter, 1976)

Pada sistem pengaturan *traffic actuated control* jika terjadi arus lalu lintas yang terus menerus pada suatu cabang simpang maka lampu hijau pada cabang simpang tersebut akan terus menerus menyala. Akibatnya arus lalu lintas dari cabang simpang yang lain tidak dapat lewat. Untuk menghindari hal ini maka diperlukan

batas waktu hijau maksimum. Waktu hijau maksimum ini ditentukan sebesar 8 sampai 68 detik. ( Sumber : R.J.Salter, 19976 )

### 3.1.4. Waktu hijau efektif

Waktu hijau efektif adalah waktu yang dapat digunakan untuk melewati kendaraan dalam satu fase, terdiri atas waktu hijau dan sebagian waktu kuning. Lihat gambar 3.1. berikut. Pada gambar 3.1. dapat dilihat hubungan antara arus yang dilewatkan dengan waktu periode hijau. Daerah di bawah kurva menunjukkan jumlah kendaraan yang melewati garis henti (*stop line*) selama waktu hijau. Daerah dibawah kurva tidak dapat ditentukan dengan mudah sehingga diambil suatu model penyederhanaan berupa persegi panjang dimana tinggi persegi panjang tersebut menunjukkan arus jenuh sedangkan lebar persegi panjang tersebut menunjukkan waktu hijau efektif.



Gambar 3.1. Model dasar untuk arus jenuh (MKJI 1997)

Arus lalu lintas dilewatkan melalui simpang pada waktu awal hijau sampai akhir waktu kuning. Sedangkan waktu antara waktu hijau dengan awal hijau efektif dan selang waktu antara akhir waktu hijau efektif dengan akhir waktu kuning disebut waktu yang hilang (*lost time*). Menurut F.V.Wrbsster (1966) dalam desain umumnya waktu yang hilang (*lost time*) ini diambil sebesar 2 detik. Jadi dapat dilihat bahwa waktu hijau efektif adalah penjumlahan antara waktu hijau dengan waktu kuning di kurangi dengan waktu yang hilang (*lost time*).

Menurut R.J.Salter (1976)

Waktu Hijau Efektif = Tampilan waktu hijau – Kehilangan awal + Tambahan akhir dalam preteknya waktu yang hilang akibat ketertundaan berangkat diambil 2 detik.

### 3.1.5. *Intergreen periode*

*Intergreen periode* adalah waktu antara hijau suatu fase dengan hijau fase berikutnya. Dihitung mulai akhir suatu fase sampai tepat akhir hijau fase berikutnya. Lama *intergreen periode* minimum adalah 4 detik. ( sumber : R.J.Salter, 1976 ). Kendaraan yang akan membelok ke kanan berhenti di tengah simpang, memberikan jalan kepada kendaraan berarah (*straight*) lurus yang datang dari arah yang berlawanan, kemudian kendaraan yang akan membelok ke kanan ini dapat bergerak atau membelok ke kanan selama *intergreen periode*. *Intergreen periode* juga merupakan penjumlahan antara waktu kuning, dalam desain umumnya diambil 3 detik, dengan waktu merah semua (*all red*), dalam desain umumnya diambil 2 detik. (sumber R.J.Salter, 1976).

### 3.2. Pengoperasian Lampu Lalu Lintas

Menurut Highway Capacity Manual ( HCM ) 1994 terdapat tiga macam pengoperasian lampu lalu lintas yaitu :

1. *Pretimed Operation* yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dalam putaran konstan dimana tiap siklus sama dan panjang tiap fase tetap.
2. *Semi Actuated Operation* pada pengoperasian lampu lalu lintas jalan utama (*major street*) selalu berisyarat (menyala) hijau sampai alat deteksi pada jalan samping (*side street*) menentukan bahwa terdapat kendaraan yang datang pada sisi jalan simpang tersebut.
3. *Full Actuated operation* pada pengoperasian lampu lalu lintas ini semua fase lampu lalu lintas di kontrol dengan alat kontrol, sehingga panjang siklus dari tiap fasenya berubah – ubah tergantung dari permintaan yang dirasakan oleh alat kontrol.

Di Indonesia untuk pengoperasian syarat lampu lalu lintas dipakai sistem *pretimed operation*. Untuk urutan nyala lampu lalu lintas yang dipakai adalah merah-hijau-kuning (amber) merah, kondisi ini sesuai dengan pendapat Morlok (1978) bahwa sinyal lampu lalu lintas terdiri atas tiga macam, yaitu hijau untuk berjalan, kuning berarti memperbolehkan kendaraan memasuki pertemuan apabila tidak terdapat kendaraan lainnya sebelum lampu merah muncul dan merah untuk berhenti.

### 3. 3. Kapasitas Persimpangan

Menurut Highway Capacity Manual ( HCM ) 1994, kapasitas persimpangan adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati persimpangan menurut

kontrol yang berlaku, kondisi lalu lintas, kondisi jalan dan kondisi isyarat lampu lalu lintas, dalam satu satuan waktu tertentu. Interval waktu yang digunakan untuk analisis kapasitas adalah 15 menit dengan pertimbangan sebagai interval waktu terpendek selama arus stabil. Anggapan yang dipakai dalam definisi ini adalah bahwa kondisi perkerasan jalan dan cuaca sangat baik.

Atas dasar pengertian tersebut kapasitas dibedakan menjadi beberapa jenis menurut keperluan penggunaannya, yaitu :

a. Kapasitas dasar ( *Basic Capacity* )

Jumlah kendaraan maksimal yang dapat melewati suatu titik (penampang) pada suatu jalur atau jalan selama satu jam, dalam keadaan jalan dan lalu lintas yang paling mendekati ideal yang bisa dicapai.

b. Kapasitas yang mungkin ( *Ideal Capacity* )

Jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu titik (penampang) pada suatu jalur atau jalan selama satu jam, dalam keadaan lalu lintas yang sedang berlaku pada jalan tersebut.

c. Kapasitas praktis ( *Practical Capacity* )

Jumlah kendaraan maksimal yang dapat melewati suatu titik (penampang) pada suatu jalur atau jalan selama satu jam dalam keadaan jalan dan lalu lintas sedang berlaku sedemikian sehingga kepadatan lalu lintas yang bersangkutan mengakibatkan kelambatan, bahaya dan gangguan – gangguan pada kelancaran lalu lintas yang masih dalam batas yang ditetapkan.



### 3.4. Arus Jenuh

Kapasitas suatu simpang ditentukan oleh kapasitas tiap-tiap cabang simpang pada suatu simpang. Dua faktor yang menentukan kapasitas cabang simpang yaitu kondisi fisik cabang simpang, seperti lebar jalan, jari-jari belok dan kelandaian cabang simpang serta jenis kendaraan yang akan melalui simpang tersebut. Kapasitas suatu cabang simpang yang ditentukan berdasarkan pada kondisi fisik cabang simpang suatu simpang ditunjukkan oleh suatu parameter yang disebut arus jenuh (*saturation flow*).

Arus jenuh adalah arus lalu lintas dalam satuan smp yang dapat dilewatkan selama waktu hijau. Besarnya arus jenuh juga dipengaruhi oleh kelandaian cabang simpang. Menurut R.J.Salter (1976) yang dimaksud dengan kelandaian cabang simpang adalah kelandaian rata-rata antara garis henti (*stop line*) dengan suatu titik sejarak 61 meter sebelum garis henti.

### 3.5. Waktu Siklus Optimum Suatu Simpang

Waktu siklus (*Cycle time*) harus mampu melewati arus lalu lintas sedemikian rupa sehingga dapat meminimumkan tundaan yang terjadi. Waktu siklus yang terlalu singkat menimbulkan banyak terjadi lost time sehingga pengaturan dengan lampu lalu lintas menjadi tidak efisien dan menimbulkan tundaan yang besar. Jika waktu siklus terlalu besar maka arus lalu lintas akan dilewatkan pada sebagian waktu hijau dan tidak ada kendaraan yang tertahan di garis henti. Kendaraan yang dilewatkan pada sebagian waktu hijau berikutnya merupakan kendaraan yang datang

kemudian. Pada kondisi dimana arus lalu lintas yang ada bertambah besar sehingga terjadi antrian pada cabang simpang maka waktu siklus ini juga tidak efisien.

### 3.6. Tundaan

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas ( DT ) dan tundaan geometri ( DG )

Tundaan lalu lintas adalah waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan geometri disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpang dan atau yang terhenti oleh lampu merah.

### 3.7. Faktor Ekuivalen Jenis Kendaraan

Jenis kendaraan yang melewati suatu simpang diekivalenkan dalam satuan mobil penumpang (smp) yang besarnya tergantung dari efek yang diakibatkannya terhadap kapasitas simpang relatif terhadap mobil penumpang. Faktor ekivalensi berikut ini diambil dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan dapat dilihat pada tabel 3.1. berikut.

Table 3.1. Faktor emp beberapa tipe kendaraan.

Jenis Kendaraan	Emp Untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan ( LV )	1,0	1,0
Kendaraan Berat ( HV )	1,3	1,3
Sepeda Motor ( MC )	0,2	0,4

Sumber MKJI 1997