BAB II

TINJAUAN LITERATUR

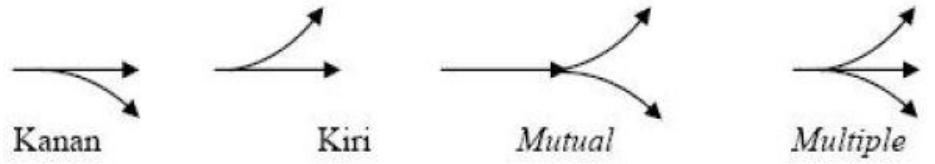
2.1 SIMPANG

Simpang adalah suatu daerah yang didalamnya terdapat dua atau lebih cabang jalan yang bertemu/bersilangan, termasuk di dalamnya fasilitas yang diperlukan untuk pergerakan lalu lintas (Morlok 1978). Persimpangan merupakan bagian penting dari suatu jaringan jalan, oleh karena itu efisien dari pengguna jaringan jalan tergantung dari pelayanan yang diberikan oleh persimpangan baik dari segi keamanan maupun kenyamanan kendaraan.

Untuk mengukur suatu kapasitas jalan diperlukan arus lalu lintas yang satuannya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Setiap jenis kendaraan memiliki angka penyetara yang berbeda-beda dengan mobil penumpang yang bisa disebut Ekivalensi Mobil Penumpang (emp). Ekivalensi mobil penumpang menyatakan tingkat gangguan yang ditimbulkan oleh mobil penumpang dalam kondisi lalu lintas yang sama. Angka emp untuk setiap jenis kendaraan secara garis besar dibagi menjadi dua bagian, yaitu angka emp pada simpang dan pada ruas jalan (DLLAJR, 1990). Pada persimpangan jalan sering terjadi alih gerak (Manuver), dari sifat dan tujuan gerakan didaerah persimpangan dikenal dengan beberapa bentuk alih gerak, yaitu :

- ✓ Diverging (memisah).

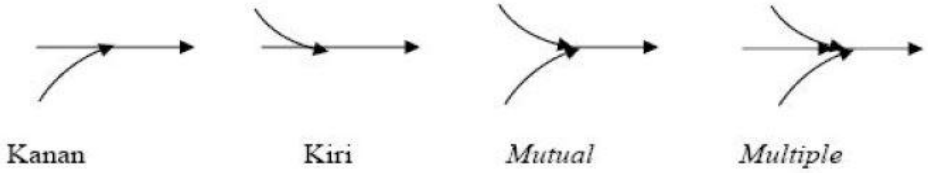
  Diverging adalah peristiwa memisahnya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain.



Gambar 2-1 Arus memisah (Diverging)

✓ Merging (menggabung).

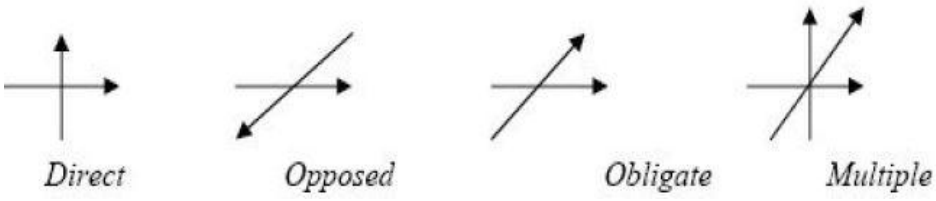
Merging adalah peristiwa menggabungnya kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang lain.



Gambar 2-2 Arus menggabung (Merging)

✓ Crossing (memotong).

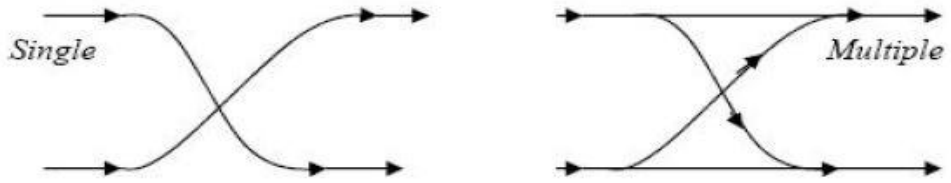
Crossing adalah peristiwa perpotongan antara arus kendaraan dari satu jalur ke jalur yang lain pada persimpangan dimana keadaan yang demikian akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut.



Gambar 2-3 Arus memotong (Crossing)

✓ Weaving (menyilang).

Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan dijalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas.



Gambar 2-4 Arus menyilang (Weaving)

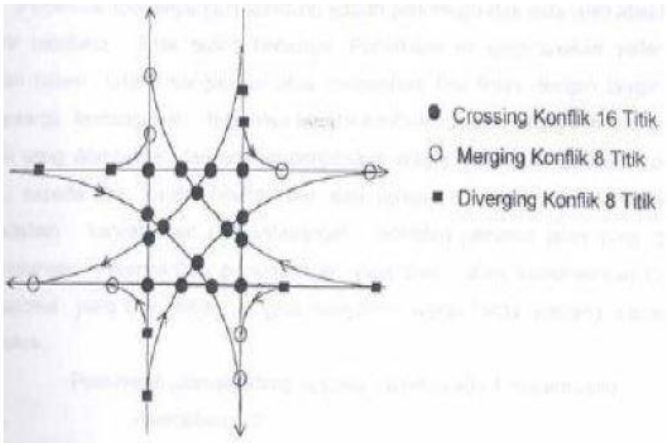
2.2 TITIK KONFLIK PADA PERSIMPANGAN

Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi di mana dua atau lebih ruas jalan bertemu, di sini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan.

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan. Dengan hal tersebut pada persimpangan akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu dengan munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari pergerakan tersebut.

Berdasarkan sifatnya konflik yang ditimnulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pejalan kaki dibedakan 2 type yaitu :

1. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.
2. Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.



Gambar 2-5 Konflik kendaraan pada persimpangan

(Sumber : MKJI 1997)

Pada dasarnya jumlah titik konflik yang terjadi di persimpangan tergantung beberapa faktor antara lain :

- ✓ Jumlah kaki persimpangan yang ada.
- ✓ Jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan.
- ✓ Jumlah arah pergerakan yang ada.
- ✓ Sistem pengaturan yang ada.

2.3 KINERJA SIMPANG

Adapun kinerja simpang yang diukur pada MKJI 1997 adalah :

1. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation/DS*)

   Derajat Kejenuhan (DS) adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas (Catatan : biasanya dihitung perjam).

2. Panjang antrian (*Que Length/QL*)

   Panjang antrian kendaraan (QL) adalah jarak antara muka kendaraan terdepan hingga ke bagian belakang kendaraan yang berada paling belakang dalam suatu antrian akibat sinyal lalu lintas.

3. Tundaan (*Delay/D*)

   Tundaan (delay) adalah waktu tertundanya kendaraan untuk bergerak secara normal. Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal, yaitu Tundan lalu lintas (DT) dan Tundaan geometri (DG).

4. Jumlah kendaraan terhenti (*Number of Stoped Vehicle/*N_{sv})

   Angka henti (NS) yaitu jumlah rata – rata berhenti per kendaraan (termasuk berhenti berulang – ulang dalam antrian) sebelum melewati simpang.

Apabila simpang yang diamati memiliki derajat kejenuhan yang mendekati angka lewat (over saturer) dari MKJI tahun 1997 sebesar 0,85 (DS > 0,85) maka diperlukan perbaikan derajat kejenuhan pada simpang tersebut. Cara yang digunakan dengan melalui perubahan waktu dan fase sinyal. Dengan waktu fase sinyal yang baru, dihitung kembali besarnya derajat kejenuhan (DS) sampai DS ≤ 0,85. Kemudian diperiksa derajat kejenuhan (DS) dengan menghitung besarnya pajang antrian dan tundaaan dipersimpangan. Adapun masalah yang akan dinanalisis meliputi hal-hal yang menyangkut aspek fisik dan non fisik jalan, yaitu:

- ✓ Kapasitas jalan.
- ✓ Derajat kejenuhan.
- ✓ Jumlah antrian.
- ✓ Kendaraan terhenti.
- ✓ Tundaan.

2.3.1 Data Masukan

1. Kondisi geometri dan lingkungan

   Berisi tentang gambar tampak atas simpang, lebar jalur, bahu, median, tingkat hambatan samping, kelandaian dan jumlah penduduk kota tempat diadakan pengamatan.

2. Kondisi arus lalu lintas

   Jenis kendaraan dibagi dalam beberapa tipe, seperti terlihat pada tabel 2.1 dan memiliki nilai konversi pada tiap pendekat seperti pada tabel 2.2.

Tabel 2-1 Tipe Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Definisi
1	Sepeda bermotor (MC)	Sepeda motor
2	Kendaraan ringan (LV)	Colt, pick up, station wagon
3	Kendaraan berat (HV)	Bus, truck

(Sumber : MKJI 1997)

Tabel 2-2 Daftar Faktor Konvensi EMP

Jenis Kendaraan	EMP untuk tipe approach	
	Pendekat Terlindung	Pendekat 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)

2.3.2 Penggunaan Sinyal

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektris untuk lalu lintas di persimpangan jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus kendaraan

berdasarkan waktu, yaitu dengan memberi kesempatan berjalan secara bergiliran kepada kendaraan dari masing–masing kaki simpang/pendekat dengan menggunakan isyarat dari lampu lalu lintas.

Fase adalah suatu rangkaian isyarat yang digunakan untuk mengatur arus yang diperbolehkan berjalan (bila dua atau lebih berjalan bersama-sama maka disebut dalam fase yang sama). Jumlah fase yang baik adalah fase yang menghasilkan kapasitas besar dan rata-rata tundaan rendah.

Jika arus belok kanan dari satu kaki atau arus belok kanan dari kiri lawan arah terjadi pada fase yang sama, arus ini dinyatakan sebagai terlawan. Arus belok kanan yan dipisahkan fasenya dengan arus lurus atau belok kanan tidak diijinkan, maka arus ini dinyatakan sebagai terlindung. Dibawah ini merupakan parameter dalam pengaturan sinyal, antara lain :

- ✓ Interval hijau
  - Periode dari fase dimana sinyal hijau menyala.
- ✓ Interval kuning
  - Bagian dari fase dimana selama waktu tersebut sinyal kuning menyala.
- ✓ Interval semua merah
  - Periode setelah interval kuning dimana semua sinyal merah menyala.
- ✓ Interval antar hijau
  - Interval antara akhir sinyal hijau untuk satu fase dan permulaan sinyal hijau untuk fase lain atau dengan kata lain merupakan jumlah interval kuning dan semua merah.

✓ Waktu hilang

- Jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang engkap (det). Waktu hilang dapat juga diperoleh dari beda antara waktu siklus dengan jumlah waktu hijau dalam semua fase yang berurutan.

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang disebut sebagai kehilangan awal dari waktu hijau efektif arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu kehilangan akhir dari waktu hijau efektif, jadi besarnya waktu hijau efektif adalah lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar arus jenuh.

Titik konflik pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua.

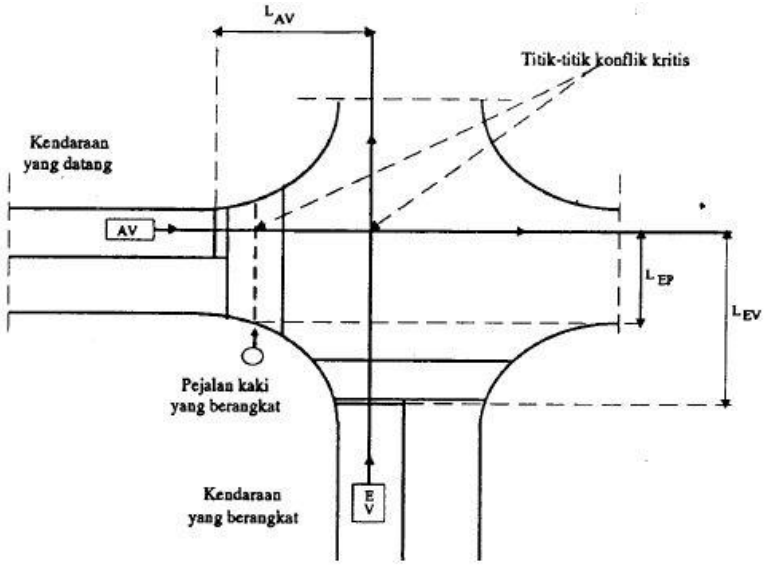
$$MERAHSEMUA = \left[\frac{(L_{EV} + l_{EV}}{V_{LV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right]_{\max} \quad \text{.....2.1}$$

Dimana :

L_{EV}, L_{AV} = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

I_{EV} = Panjang kendaraan yang berangkat (m).

V_{EV}, V_{AV} = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).



Gambar 2-6 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

(Sumber : MKJI 1997)

2.3.3 Penetuan Waktu Sinyal

✓ Pemilihan Tipe Pendekat (*approach*)

Identifikasi tiap pendekat jika dua gerakan lalu lintas berangkat pada fase yang berada, seperti lalu lintas dan lalu lintas belok kanan dengan lajur terpisah, harus dicatat pada baris terpisah dan diperlakukan sebagai pendekat-pendekat terpisah dalam perhitungan selanjutnya.

✓ Lebar Efektif Pendekat, We = *effective width*

a. Untuk pendekat tipe O (terlawan)

Jika WLTOR ≥ 2.0 meter, maka We = WA – WLTOR

Jika WLTOR ≤ 2.0 meter, maka We = WA x (1+PLTOR) – WLTOR

Keterangan:
WA : lebar pendekat.
WLTOR : lebar pendekat dengan belok kiri langsung.

b. Untuk pendekat tipe P

Jika Wkeluar < We x (1-PRT-PLTOR),

We sebaiknya diberi nilai baru = Wkeluar

Keterangan:
PRT : rasio kendaraan belok kanan.
PLTOR : rasio kendaraan belok kiri langsng.

- ✓ Arus jenuh dasar (So)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk tipe pendekat P, yaitu :

So = 600 x We 2.2

Keterangan :
So = arus jenuh dasar
We = lebar efektif pendekat.

- ✓ Faktor penyesuaian

1. Penetapan faktor koreksi untuk nilai arus lalu lintas dasar kedua tipe pendekat pada simpang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

   - Faktor koreksi ukuran kota (Fcs)

Tabel 2-3 Faktor penyesuaian ukuran kota

Penduduk kota (juta jiwa)	Faktor penyesuaian ukuran kota
>3	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)

   - Faktor koreksi gangguan samping (Fsf)

Tabel 2-4 Faktor koreksi hambatan samping

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor								
			0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0.93	0.88	0.84	0.79	0.74	0.70	0.65	0.60	0.56
		Terlindung	0.93	0.91	0.88	0.87	0.85	0.81	0.79	0.77	0.75
	Sedang	Terlawan	0.94	0.89	0.85	0.80	0.75	0.71	0.66	0.61	0.57
		Terlindung	0.94	0.92	0.89	0.88	0.86	0.82	0.80	0.78	0.76
	Rendah	Terlawan	0.95	0.90	0.86	0.81	0.76	0.72	0.67	0.62	0.58
		Terlindung	0.95	0.93	0.90	0.89	0.87	0.83	0.81	0.79	0.77
Pemukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0.96	0.91	0.86	0.81	0.78	0.72	0.67	0.62	0.57
		Terlindung	0.96	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.81	0.79	0.76
	Sedang	Terlawan	0.97	0.92	0.87	0.82	0.79	0.73	0.68	0.63	0.58
		Terlindung	0.97	0.95	0.93	0.90	0.87	0.85	0.82	0.80	0.77
	Rendah	Terlawan	0.98	0.93	0.88	0.83	0.80	0.74	0.69	0.64	0.59
		Terlindung	0.98	0.96	0.94	0.91	0.88	0.86	0.83	0.81	0.78
Akses terbatas (RA)	Tinggi	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Sedang	Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.80
	Rendah										

(Sumber : MKJI 1997)

- Faktor penyesuaian untuk kelandaian (F_G).
- Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (F_F).
- Faktor penyesuaian untuk belok kanan (F_{RT}).
- Faktor penyesuaian untuk belok kiri (F_{LT}).

2. Nilai arus jenuh

Nilai arus jenuh apabila suatu pendekat mempunyai sinyal hijau lebih dari satu fase, arus jenuhnya telah ditentukan secara terpisah maka nilai arus kombinasi harus dihitung secara proposional terhadap waktu hijau masing-masing fase.

$S = So \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$.....2.3

Dimana :
So : arus jenuh dasar
F_{CS} : faktor koreksi ukuran kota
F_{SF} : faktor koreksi hambatan samping
F_G : faktor kelandaian
F_P : faktor koreksi parkir
F_{RT} : faktor koreksi belok kanan
F_{LT} : faktor koreksi belok kiri.

2.3.4 Perbandingan Arus Lalu Lintas dengan Arus Jenuh (FR)

Perbandingan arus lalu lintas dengan arus jenuh keduanya menggunakan rumus berikut ini :

$FR = Q/S$.....2.4

Dimana :
FR : rasio arus
Q : arus lalu lintas (smp/jam)
S : arus jenuh (smp/jam)

Dan untuk arus kritis dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$PR = \frac{FRerit}{IFR}$ 2.5

Dimana :
IFR : perbandingan arus simpang ∑(Frerit)
PR : rasio fase
Frerit : nilai FR tertinggi dari semua pendekat pada suatu fase sinyal.

2.4 KAPASITAS SIMPANG

Kapasitas simpang adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu simpang secara seragam dalam satu interval waktu tertentu. Kapasitas simpang bersinyal menunjukan kemampuan pengoperasian sinyal tersebut dalam mengalirkan arus lalu lintas dari masing-masing kaki simpang. Kapasitas tiap kaki simpang dapat dihitung berdasarkan arus jenuh, waktu hijau dan waktu siklus sinyal, dengan rumus berikut ini :

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad \text{.....2.6}$$

Dimana :
C : kapasitas (smp/jam)
S : arus jenuh (smp/jam)
g : waktu hijau (detik)
c : waktu siklus yang disesuaikan (detik).

2.5 PERILAKU LALU LINTAS

Perilaku lalu lintas pada simpang dapat dipengaruhi oleh panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan. Panjang antrian adalah jumlah kendaraan yang antri dalam satu pendekat.

2.5.1 Jumalah Antrian (NQ) dan Panjang Antrian (QL)

Nilai dari jumlah antrian (NQ1) dapat dicari dengan formula :

1. Bila DS > 0.5, maka :

$$NQ_1 = 0.25\,x\,C\,x\left[(DS-1)+\sqrt{(DS-1)^2+\frac{8\,x\,(DS-0.5)}{C}}\right]$$

2.7

Dimana :
NQ1 : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
C : kapasitas (smp/jam)

DS : derajat kejenuhan.

2. Bila DS < 0.5, maka :

NQ1 = 0 .....2.8

Jumlah antrian kendaraan dihitung, kemudian dihitung jumlah antrian satuan mobil penumpang yang datang sealama fase merah (NQ2) dengan formula :

Untuk DS > 0.5 ; selain dari itu NQ1 = 0 adalah :

$$NQ_2 = c\,x\,\frac{1-GR}{1-GR\,x\,DS}\,x\,\frac{Q}{3600}$$

2.9

Dimana :
NQ2 : jumlah antrian smp yang datang selama fase merah
DS : derajat kejenuhan
Q : volume lalu lintas (smp/jam)
c : waktu siklus (detik)
GR : rasio hijau (g/c)

Untuk antrian total (NQ) dihitung dengan menjumlahkan kedua hasil tersebut yaitu NQ1 dan NQ2 :

NQ = NQ1 + NQ2 .....2.10

Dimana :
NQ : jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau
NQ1 : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya
NQ2 : jumalah antrian smp yang datang selama fase merah

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = \frac{NQ_{\max}\,x\,20}{W_{masuk}}$$ 2.11

Dimana :
QL : panjang antrian
NQmax : jumalh antrian yang disesuaikan (smp)

20 : asumsi luas rata-rata yang dipergunakan per smp
Wmasuk : lebar pendekat masuk.

2.5.2 Kendaraan Terhenti (NS)

Jumlah kendaraan terhenti merupakan jumlah kendaraan dari arus lalu lintas yang terpaksa berhenti sebelum melewati garis henti akibat pengendalian sinyal. Angka henti sebagai jumlah rata-rata per smp untuk perancangan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$NS = 0.9\,x\,\frac{NQ}{Q\,x\,c}\,x\,3600 \quad \text{.....2.12}$$

Dimana :
c : waktu siklus (det)
Q : arus lalu lintas (smp/jam)

Kendraan terhenti dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

Nsv = Q x NS (smp/jam)..... 2.13

Dimana :
Q : arus lalu lintas
NS : angka henti rata-rata

Rasio kendaraan terhenti Psv adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati simpang.

Rasio kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

Psv = min (NS,1)..... 2.14

Sedangkan untuk menghitung angka henti seluruh simpang dengan rumus :

$$NS_{tot} = \frac{\sum N_{SV}}{Q_{total}} \quad \text{.....2.15}$$

2.5.3 Tundaan (*Delay*)

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Untuk

tundaan lalu lintas rata-rata setiap pendekat (DT) akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan-gerakan lainnya pada simpang, dihitung dengan menggnakan rumus sebagai brikut :

$$DT = c\,x\,A\,x\frac{NQ_1\,x\,3600}{C} \quad \text{.....} \quad 2.16$$

Dimana :
DT : tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)
c : waktu siklus yang disesuaikan (det)
A : $\frac{0.5\,x\,(1-GR)^2}{(1-GR\,x\,DS)}$,
GR : rasio hijau
DS : derajat kejenuhan
NQ1 : jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya
C : kapasitas (smp/jam).

Untuk menentukan geometri rata-rata masing-masing pendekat (DT) akibat perlambatan dan percepatan ketika menunggu giliran pada suatu simpang atau ketika dihentikan oleh lampu merah, yaitu :

DGj = (1 – Psv) x P_T x 6 + (Psv x 4).....2.17

Dimana :
DGj : tundaam geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)
Psv : rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS, 1)
P_T : rasio kendaraan berbelok pada pendekat.

Untuk rata-rata tiap pendekat, dengan rumus :

Dj = DTj + DGj (det/smp)..... 2.16

Dimana :
DTj : tundaan lalu lintas rata-rata pendekat (det/smp)
DGj : tundaan geometri rata-rata pendekat (det/smp)

Tundan total = D x Q

Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang (D_1) diperoleh dengan membagi jumlah nilai tundaan dengan arus total (Qtot) dalam smp/jam. Tundaan rata-rata untuk seluruh simpang dapat dihitung dengan rumus :

$$D_1 = \frac{\sum(Q\,x\,D_j)}{Q_{total}} \text{ (smp/jam)} \quad \text{.....2.17}$$

Tundaan rata-rata dapat digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat dan juga dari suatu simpang secara keseluruhan.

2.5.4 Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat pelayanan simpang merupakan ukuran kualitas pelayanan suatu simpang yang dilakukan sebagai rata-rata tundaan berhenti perkendaraan untuk periode pengamatan 15 menitan. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak.

2.6 METODE HCM 2000

Arus jenuh

Untuk menghitung arus jenuh laju arus jenuh untuk setiap kelompok lajur yang dihitung dengan rumus :

$$s = so.N.f_w.f_{HV}.f_g.f_p.f_{bb}.f_{LU}.f_a.f_{LT}.f_{RT}.fL_{pb}.f_{Rpb} \quad \text{.....2.18}$$

Dimana :

so : laju arus jenuh dasar per lajur, biasanya 1900 (mobil/jam – hijau/lajur).
N : banyaknya lajur dalam kelompok lajur tersebut.
fw : faktor penyesuaian untuk lebar lajur.
f_{HV} : faktor penyesuaian kendaraan berat dalam aliran lalu lintas.
f_g : faktor penyesuaian untuk jelang masing – masing.
f_p : faktor penyesuaian untuk keberadaan lajur parkir yang berdampingan dengan kelompok lajur tersebut dan kegiatan parkir pada lajur itu.
F_{bb} : faktor penyesuaian untuk efek rintangan bus lokal yang berhenti didalam daerah persimpangan tersebut.

f_{LU} : faktor penyesuaian untuk penggunaan lajur.
F_a : faktor penyesuaian untuk jenis kawasan.
f_{LT} : faktor penyesuaian untuk belok kiri dalam kelompok lajur tersebut.
f_{RT} : faktor penyesuaian untuk belok kanan dalam kelompok lajur tersebut.
fL_{pb} : faktor penyesuaian pejalan kaki – sepeda untuk pergerakan belok kiri.
fR_{pb} : faktor penyesuaian pejalan kaki – sepeda untuk pergerakan belok kanan.

2.6.1 Analisis Rasio Arus Pelayanan

Kapasitas setiap kelompok lajur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$c_i = s_i \frac{gi}{c} \quad \text{.....2.19}$$

Dimana :

c = kapasitas kelompok lajur

s = Laju arus jenuh yang disesuaikan

gi = Lampu hijau dalam fase-i (detik)

2.6.1 Tundaan dan Tingkat Pelayanan

Tundaan untuk setiap kelompok lajur yang diperoleh dengan penjumlahan nilai tundaan seragam dan tundaan inkremental, dengan menggunakan persamaan sebagai beikut :

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3 \quad \text{.....2.20}$$

Untuk menghitung besarnya tundaan seragam, digunakan persamaan di bawah ini :

$$d1 = 0.5\ c(1-g/c)^2 / 1 - [\min (1, x)\ g/c] \quad \text{.....2.21}$$

Suatu estimasi keterlambatan inkremental yang diakibatkan kedatangan tak seragam, kegagalan siklus sementara (keterlambatan acak), dan keterlambatan yang disebabkan oleh periode terlalu jenuh yang dipertahankan dapat dihasilkan dengan persamaan berikut ini :

$d_2 = 900T\ [(X-1) = \sqrt{(X-1)^2 + \frac{8kIX^2}{cT}}$ 2.21

Tundaan persimpangan dapat dihasilkan dengan persamaan :

$d_1 = \frac{\sum dA\ x\ VA}{\sum VA}$ 2.22

Dimana :

d_2 : tundaan inkremental yang ditentukan untuk durasi pada periode analisis dan jenis kendali sinyal (s/kend).

T : durasi periode analisis (jam).

k : faktor tundaan inkremental yang bergantung pada setelan pengatur

I : faktor pengaruh filter/pengukuran kehulu.

c : kapasitas kelompok lajur.

X : rasio v/c kelompok lajur.

Tingkat pelayanan untuk persimpangan bersinyal didefinisikan dalam pengertian tundaan kendali. Tundaan kendali rata-rata dihitung untuk setiap kelompok lajur dan disatukan untuk setiap cabang dan persimpangan sebagai satu kesatuan. Tingkat pelayanan langsung dikaitkan dengan nilai keterlambatan kendali seperti tabel di bawah ini :

Tabel 2-5 Kriteria tingkat pelaynan untuk persimpangan bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan per kendaraan (det/kend)
A	≤5
B	>5.1 - 15
C	>15.2 – 25

Tingkat Pelayanan	Tundaan per kendaraan (det/kend)
D	>25.1 – 40
E	>40.1 – 60
F	≥60.0

Sumber : HCM 2000