

BAB II

STUDI LITERATUR

2.1 Simpang

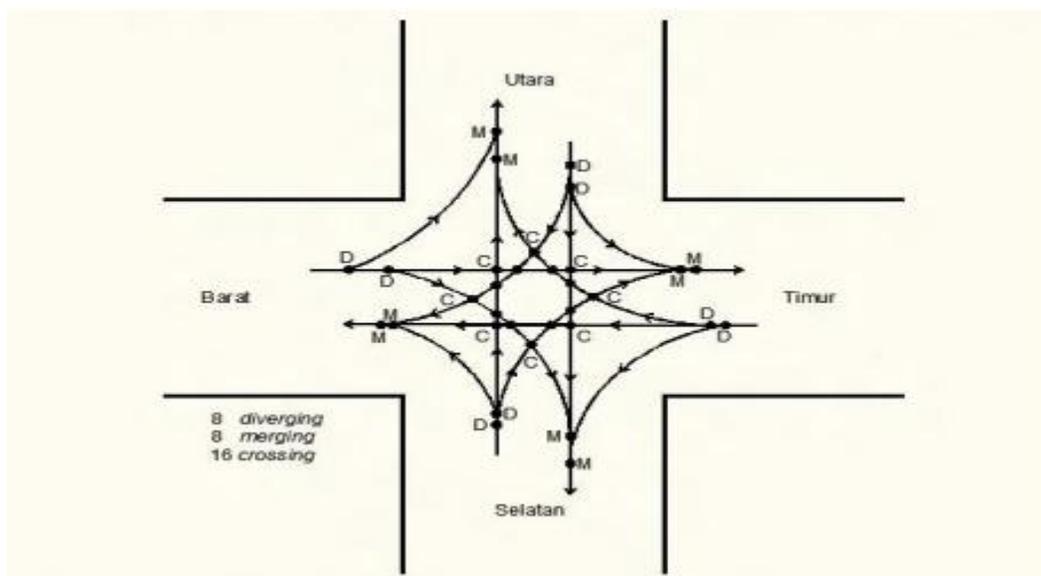
Simpang adalah pertemuan atau perpotongan jalan dimana terjadi gerakan membelok atau memotong arus lalu lintas yang tidak sama arahnya, baik pergerakan tersebut dilakukan orang dengan kendaraan atau pun tanpa kendaraan (Oglesby dan Hicks, 1982). SSS sebagai moda transportasi laut alternative karena dapat mengurangi kemacetan dan keterlambatan pada system transportasi jalan (Aulia dan Pradono, 2016) Persimpangan adalah simpul dalam jaringan transportasi dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu, disini arus lalu lintas mengalami konflik. Untuk mengendalikan konflik ini ditetapkan aturan lalu lintas untuk menetapkan siapa yang mempunyai hak terlebih dahulu untuk menggunakan persimpangan (sumber : <http://id.wikipedia.org/wiki/persimpangan>). 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 (Julianto, 2007).

Setelah dilakukannya penelitian di beberapa kota-kota besar di Indonesia dapat disimpulkan bahwa waktu keterlambatan (*delay*) di persimpangan berkontribusi sebesar hampir 60-70% dari total waktu perjalanan (*travel time*), sehingga penanganan masalah kemacetan di persimpangan merupakan masalah yang sangat krusial dalam usaha mengatasi masalah kemacetan baik pada sistem jaringan jalan perkotaan maupun antar kota (Tamin, 2008).

2.2 Alih Gerak Kendaraan dan Konflik-konflik

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditunjukkan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki, dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan. Dengan demikian pada persimpangan, akan terjadi suatu keadaan yang menjadi karakteristik yang unik dari persimpangan yaitu munculnya konflik yang berulang sebagai akibat dari pergerakan (manuver) tersebut (Harianto, 2004).

Permasalahan pada persimpangan timbul disebabkan oleh pergerakan lalu lintas yang datang dari setiap lengan simpangan (belok kiri, lurus, dan belok kanan) semua akan menggunakan ruang/tempat yang sama dan pada waktu yang bersamaan pula sehingga menimbulkan titik-titik konflik pada ruang persimpangan tersebut (sumber : <http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/8471/6.BAB%20II.pdf?sequence=6&isAllowed=y>).



Gambar 2-1 Konflik kendaraan pada persimpangan

(Sumber : Tamin 2008)

Semakin banyak titik konflik yang terjadi pada ruang persimpangan akan semakin menghambat proses pergerakan arus lalu lintas dan hal ini akan menyebabkan kemungkinan terjadinya kecelakaan. Jumlah dan jenis konflik yang terjadi pada suatu persimpangan (belok kiri, lurus, dan belok kanan) masingmasing akan menghasilkan titik konflik yang berbeda setelah bertemu dengan pergerakan arus lalu lintas lainnya yang berasal dari ketiga lengan persimpangan lainnya. Terlihat pada Gambar 2.1 bahwa semua pergerakan arus lalu lintas dari setiap lengan persimpangan akan menghasilkan 16 titik konflik yang bersilang (*crossing*), 8 titik konflik bergabung (*merging*), dan 8 titik konflik memisah (*diverging*). Jumlah dan jenis konflik pada ruang persimpangan akan sangat bergantung pada :

- Jumlah lengan persimpangan.
- Jumlah setiap lengan persimpangan.
- Arah pergerakan arus lalu lintas dari setiap lengan persimpangan (belok kiri, lurus, dan belok kanan).
- Pengaturan pergerakan arus lalu lintas (*fase*).

Berdasarkan sifat konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan menjadi 2 tipe yaitu :

- Konflik primer, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang saling memotong.

- Konflik sekunder, yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas kanan dengan arus lalu lintas arah lainnya dan atau lalu lintas belok kiri dengan para pejalan kaki.

Pada dasarnya jumlah titik konflik yang terjadi di persimpangan tergantung beberapa faktor, yaitu:

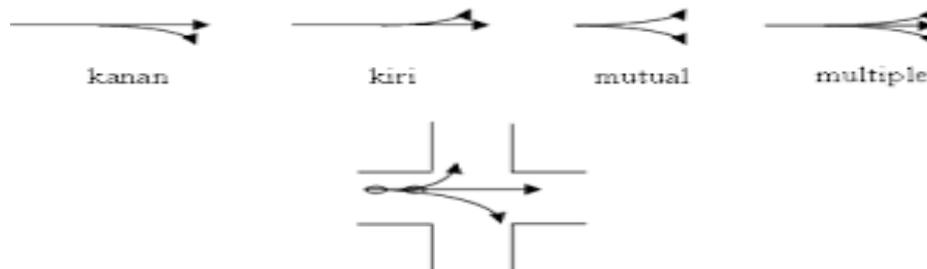
- Jumlah kaki persimpangan yang ada.
- Jumlah lajur pada setiap kaki persimpangan.
- Jumlah arah pergerakan yang ada.
- Sistem pengaturan yang ada.

(<http://repository.umy.ac.id/bitstream/handle/123456789/8471/6.BAB%20II.pdf?sequence=6&isAllowed=y>)

Pergerakan lalu lintas dilihat dari sifat dan tujuan gerakan di daerah persimpangan, dikenal beberapa bentuk alih gerak (*manuver*), di antaranya yaitu:

a) *Diverging* (memisah)

Diverging adalah peristiwa memisahkannya kendaraan dari suatu arus yang sama ke jalur yang lain. Menurut Bina Marga (1992) berpencar (*diverging*), yaitu penyebaran arus kendaraan dari satu jalur lalu-lintas ke beberapa arah.

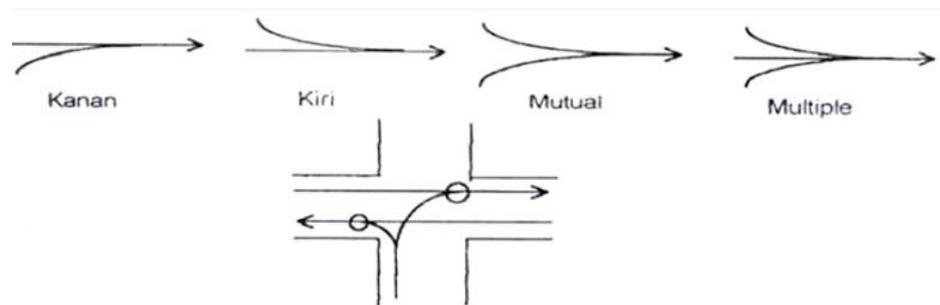


Gambar 2-2 Arus memisah (*Diverging*)

(Sumber : Harianto 2004)

b) *Merging* (menggabung)

Merging adalah peristiwa menggabungkan kendaraan dari suatu jalur ke jalur yang sama. Menurut Bina Marga bergabung (*merging*), yaitu menyatukan arus kendaraan dari beberapa jalur lalu-lintas ke satu arah.

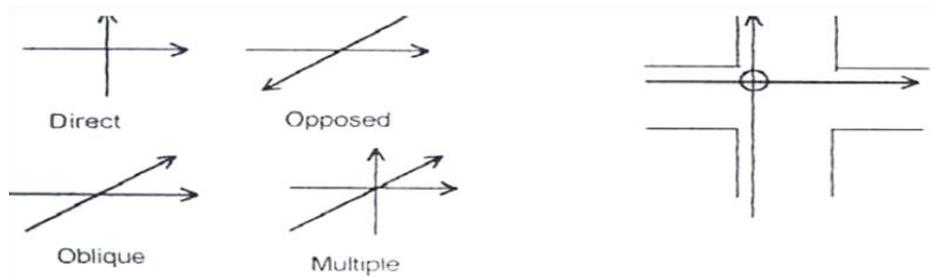


Gambar 2-3 Arus menggabung (*Merging*)

(Sumber : Harianto 2004)

c) *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. Menurut Bina Marga (1992) berpotongan (*crossing*), yaitu berpotongannya dua buah jalur lalu-lintas secara tegak lurus.

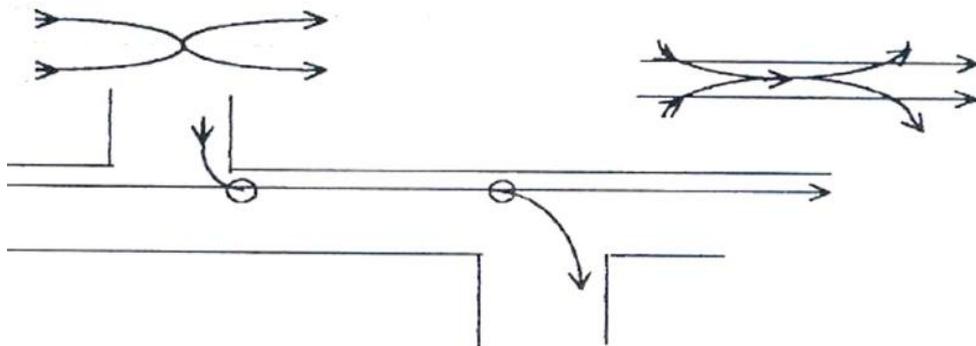


Gambar 2-3 Arus memotong (*Crossing*)

(Sumber : Harianto 2004)

d) *Weaving* (menyilang)

Weaving adalah pertemuan dua arus lalu lintas atau lebih yang berjalan menurut arah yang sama sepanjang suatu lintasan di jalan raya tanpa bantuan rambu lalu lintas. Gerakan ini sering terjadi pada suatu kendaraan yang berpindah dari suatu jalur ke jalur lain misalnya pada saat kendaraan masuk ke suatu jalan raya dari jalan masuk, kemudian bergerak ke jalur lainnya akan menimbulkan titik konflik pada persimpangan tersebut (Harianto, 2004).



Gambar 2-4 Arus menyilang (*Weaving*)

(Sumber : Harianto 2004)

Untuk mengukur suatu kapasitas jalan diperlukan arus lalu lintas yang satuannya dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Setiap jenis kendaraan memiliki

angka penyetera 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).

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

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 Stopped Vehicle/Nsv*)

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 $DS \leq 0,85$. Kemudian diperiksa derajat kejenuhan (DS) dengan menghitung besarnya pajang antrian dan tundaan dipersimpangan. Adapun masalah yang akan dianalisis 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 pendekatan 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

memberikan 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 yang 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.

(https://abstrak.ta.uns.ac.id/wisuda/upload/l8213027_bab1.pdf)

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.

(https://abstrak.ta.uns.ac.id/wisuda/upload/l8213027_bab1.pdf)

Waktu merah semua yang diperlukan untuk pengosongan pada akhir setiap fase harus member kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama dari fase berikutnya (melewati garis henti pada awal sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang dari garis henti sampai ke titik konflik, dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

(https://sinta.unud.ac.id/uploads/dokumen_dir/20b9edb2797c30c5ee8fea979ea8b579.pdf)

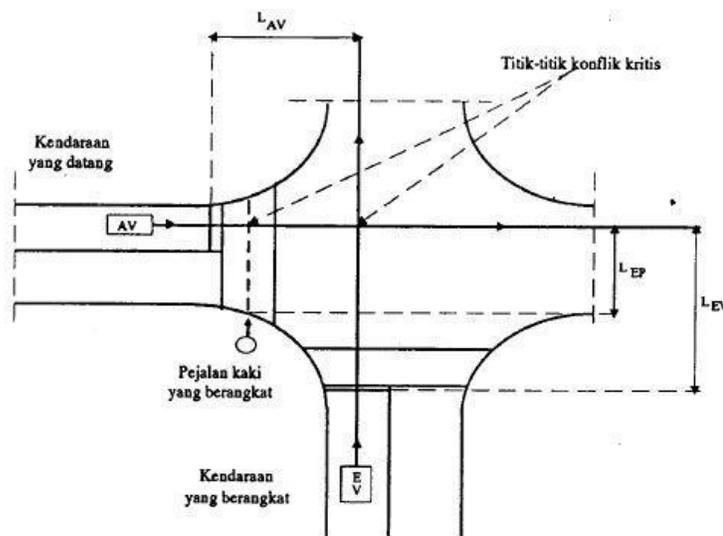
$$\text{Merah semua} = \left[\frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \right] \dots \dots \dots 2.1$$

Dimana :

LEV, LAV = Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

IEV = Panjang kendaraan yang berangkat (m).

VEV, VAV = Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/det).



Gambar 2-5 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan

(Sumber : MKJI 1997)

2.3.3 Penentuan Waktu Sinyal

2.3.3.1 Pemilihan Tipe Pendekat (*approach*)

Identifikasi tiap pendekatan 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 pendekatan-pendekatan terpisah dalam perhitungan selanjutnya.

2.3.3.2 Lebar Efektif Pendekat, W_e = effective width

a. tipe terlindung (tipe P)

pergerakan kendaraan pada persimpangannya terjadi konflik antar kaki persimpangan yang berbeda saat lampu hijau pada fase yang sama

Untuk pendekat tipe P

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - PRT - PLTOR)$,

W_e sebaiknya diberi nilai baru = W_{keluar}

Keterangan:

PRT : rasio kendaraan belok kanan.

PLTOR : rasio kendaraan belok kiri langsung.

b. tipe terlawan (tipe O)

pergerakan kendaraan pada persimpangan dimana terjadi konflik antara kendaraan berbelok kanan dengan kendaraan yang bergerak lurus atau belok kiri dari approach yang berbeda saat lampu hijau pada fase yang sama.

Untuk pendekat tipe O (terlawan)

Jika $W_{LTOR} \geq 2.0$ meter, maka $W_e = W_A - W_{LTOR}$

Jika $W_{LTOR} \leq 2.0$ meter, maka $W_e = W_A \times (1 + PLTOR) - W_{LTOR}$

Keterangan:

W_A : lebar pendekat.

W_{LTOR} : lebar pendekat dengan belok kiri langsung.

2.3.3.3 Arus jenuh dasar (So)

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

$$So = 600 \times We \dots\dots\dots 2.2$$

Keterangan :

So = arus jenuh dasar

We = lebar efektif pendekat.

2.3.3.4 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 sampung (Fsf)

Tabel 2-4 Faktor koreksi hambatan sampung

Lingkungan jalan	Hambatan sampung	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	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60

terbatas (RA)		Terlindung	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.80
------------------	--	------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(Sumber : MKJI 1997)

- Faktor penyesuaian untuk kelandaian (FG).
- Faktor penyesuaian untuk pengaruh parkir dan lajur belok kiri yang pendek (FF).
- Faktor penyesuaian untuk belok kanan (FRT).
- Faktor penyesuaian untuk belok kiri (FLT).

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.

$$S = S_o \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \dots\dots\dots 2.3$$

Dimana :

S_o : arus jenuh dasar

FCS : faktor koreksi ukuran kota

FSF : faktor koreksi hambatan samping

FG : faktor kelandaian

FP : faktor koreksi parkir

FRT : faktor koreksi belok kanan

FLT : 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 :

$$FR = \frac{Q}{S} \dots\dots\dots 2.4$$

Dimana :

FR : rasio arus

Q : arus lalu lintas (smp/jam)

S : arus jenuh (smp/jam)

Dan untuk arus kritis dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$PR = \frac{FR_{erit}}{IFR} \dots\dots\dots 2.5$$

Dimana :

IFR : perbandingan arus simpang $\Sigma(FR_{erit})$

PR : rasio fase

Frerit : nilai FR tertinggi dari semua pendekatan 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 menunjukkan 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 :

$$C = S \times \frac{g}{c} \dots\dots\dots 2.6$$

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 Jumlah Antrian (NQ) dan Panjang Antrian (QL)

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

1. Bila $DS > 0.5$, maka :

$$NQ_1 = 0.25 \times C \times \left[(DS - 1)^2 + \frac{8x(DS-0.5)}{c} \right] \dots\dots\dots 2.7$$

Dimana :

NQ1 : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

C : kapasitas (smp/jam)

DS : derajat kejenuhan.

2. Bila $DS < 0.5$, maka :

$$NQ1 = 0$$

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

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

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots 2.8$$

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 :

$$NQ = NQ1 + NQ2 \dots\dots\dots 2.9$$

Dimana :

NQ : jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau

NQ1 : jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ2 : jumlah 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.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}} \dots\dots\dots 2.10$$

Dimana :

NQmax : jumlah antrian yang disesuaikan (smp)

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 :

$$NS = 0.9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots 2.11$$

Dimana :

c : waktu siklus (det)

Q : arus lalu lintas (smp/jam)

Kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$N_{sv} = Q \times NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots 2.12$$

Dimana :

Q : arus lalu lintas

NS : angka henti rata-rata

Rasio kendaraan terhenti P_{sv} adalah rasio kendaraan yang harus berhenti akibat sinyal merah sebelum melewati simpang.

Rasio kendaraan terhenti dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P_{sv} = \min \dots\dots\dots 2.13$$

Sedangkan untuk menghitung angka henti seluruh simpang dengan rumus :

$$N_{S_{tot}} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{total}} \dots\dots\dots 2.14$$

2.5.3 Tundaan

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 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$DT = c \times A \times \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots\dots\dots 2.15$$

Dimana :

DT : tundaan lalu lintas rata-rata (det/smp)

c : waktu siklus yang disesuaikan (det)

$$A : \frac{0.5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)}$$

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 :

$$DG_j = (1 - P_{sv}) \times PT \times 6 + (P_{sv} \times 4) \dots \dots \dots 2.16$$

Dimana :

DG_j : tundaam geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

P_{sv} : rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS, 1)

PT : rasio kendaraan berbelok pada pendekat

Untuk rata-rata tiap pendekat, dengan rumus :

$$D_j = DT_j + DG_j \text{ (det/smp)} \dots \dots \dots 2.17$$

Dimana :

DT_j : tundaan lalu lintas rata-rata pendekat (det/smp)

DG_j : tundaan geometri rata-rata pendekat (det/smp)

$$\text{Tundaan total} = D \times Q$$

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

$$D_1 = \frac{\sum(Q \times D_j)}{Q_{total}} \dots\dots\dots 2.18$$

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 menit. Penilaian kenyamanan mengemudi dilakukan berdasarkan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan memilih kecepatan dan kebebasan bergerak.

2.6 Metode HCM 2000

2.6.1 Arus jenuh

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

$$s = s_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_{LU} \cdot f_a \cdot f_{LT} \cdot f_{RT} \cdot f_{Lpb} \cdot f_{Rpb} \dots\dots\dots 2.17$$

Dimana :

s_o : laju arus jenuh dasar per lajur, biasanya 1900 (mobil/jam – hijau/lajur).

N : banyaknya lajur dalam kelompok lajur tersebut.

- f_w : 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.
- f_{Lpb} : faktor penyesuaian pejalan kaki – sepeda untuk pergerakan belok kiri.
- f_{Rpb} : faktor penyesuaian pejalan kaki – sepeda untuk pergerakan belok kanan.

2.6.2 Analisis Rasio Arus Pelayanan

Kapasitas setiap kelompok lajur dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$C_i = S_i \frac{g_i}{c} \dots\dots\dots 2.18$$

Dimana :

- c : kapasitas kelompok lajur
- s : Laju arus jenuh yang disesuaikan
- g_i : Lampu hijau dalam fase-i (detik)

2.6.3 Tundaan dan Tingkat Pelayanan

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

$$d = d_1 (PF) + d_2 + d_3 \dots \dots \dots 2.19$$

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

$$d_1 = 0.5 c(1-g/c)^2 / 1 - [\min (1, x) g/c] \dots \dots \dots 2.20$$

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 :

$$d_2 = 900T (X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + \frac{8kIX^2}{cT}} \dots \dots \dots 2.20$$

Tundaan persimpangan dapat dihasilkan dengan persamaan :

$$d_1 = \frac{\sum dA x VA}{\sum VA} \dots \dots \dots 2.21$$

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 pelayanan untuk persimpangan bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan per Kendaraan (det/kend)
A	≤ 10
B	$>10 - 20$
C	$>20 - 35$
D	$>35 - 55$
E	$>55 - 80$
F	≥ 80.0

(Sumber : HCM 2000)

2.7 Referensi Jurnal

No	Nama	Judul	Masalah	Metode	Cara Penyelesaian
1	Untoro Nugroho, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang (UNNES). Nomor 1 Volume 13 Januari 2011, hal 71-80.	Evaluasi Simpang Utama Koridor Selatan Kota Semarang Studi Kasus Simpang Banyumanik	Kemacetan dan antrian semakin panjang semakin kelihatan pada simpang banyumanik, karena banyaknya kendaraan yang menuju ke arah solo dan DIY, kendaraan dari Jl. Perintis Kemerdekaan, Jl. Setiabudhi dan Jl. Karang Rejo dan Sekitarnya yang merupakan pemukiman padat penduduk pertokoan, sehingga kendaraan yang keluar masuk kadang mengganggu lalu lintas di simpang	Metode penelitian yang digunakan adalah metode survey. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer bertujuan untuk mendapatkan data lapangan yang diperlukan untuk analisis selanjutnya dan dilakukan pada hari yang dianggap arus lalu lintas mengalami saat-saat puncak. Data hasil survey kemudian digunakan untuk melakukan evaluasi simpang. Apabila kinerja simpang tidak sesuai, maka dilanjutkan dengan melakukan optimalisasi kinerja simpang berdasarkan pendekatan MKJI.	Pengelolaan simpang secara terpadu dengan dilakukannya setting ulang traffic signal yang ada sehingga dapat bekerja secara optimal dan sesuai dengan kondisi saat ini. Dengan adanya desain baru simpang ini tingkat pelayanan simpang dapat dipertahankan sampai tahun ini, dengan nilai derajat kejenuhan masih dibawah titik jenuh yaitu <0,85.

			Banyumanik.		
2	Muhamad Fikri Tamam, Teknik Sipil Universitas Pakuan (2016).	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor)	Meningkatnya kemacetan pada Jalan Raya Bogor sampai persimpangan Jalan Tegar Beriman yang disebabkan oleh kurangnya waktu siklus pada simpang bersinyal dan banyaknya angkutan umum yang berhenti pada tepi jalan sehingga dapat mengganggu aktivitas penduduk.	Metode yang digunakan adalah metode survei. Data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data primernya diantaranya : 1. Data Survei 2. Volume Lalu Lintas 3. Hambatan Simpang 4. Data Survei Waze. Data Sekunder diantaranya : 1. Site Plan 2. Buku-buku Literatur 3. Pertumbuhan Kendaraan 5 Tahun Terakhir	Perlu segera dibuat sistem pengaturan lalu lintas yang lebih baik pada persimpangan,. Hal ini dianggap perlu dilakukan segera oleh pihak yang terkait demi meningkatkan pelayanan dan mengantisipasi kemacetan di persimpangan tersebut.
3	Joni Harianto, Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil ,Universitas Sumatera Utara.	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan K.H Wahid Hasyim – Jalan Gajah Mada)	Didalam jaringan transportasi, persimpangan merupakan titik rawan akan terjadinya kemacetan lalu lintas oleh adanya konflik – konflik	Metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah study kasus yaitu dengan melakukan survai dilapangan dan mengumpulkan keterangan dari buku atau jurnal. Adapun teknik pembahasan yang dilakukan adalah	1. Perlu dilakukukan penelitian pada persimpangan lainnya yang memiliki karakteristik lalu lintas yang berbeda. 2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh adanya early start pada lengan Barat, dan Timur yang akhirnya malah menimbulkan panjang antrian yang lebih parah.

			<p>pergerakan arus, sehingga perlu dilakukan berbagai upaya untuk memaksimalkan kapasitas dan kinerjanya dengan tetap memperhatikan keselamatan para pengendara dan pejalan kaki.</p>	<p>sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Studi pustaka yaitu mengumpulkan literatur yang berhubungan dengan tugas akhir ini yang bersumber dari buku serta jurnal sebagai pendekatan teori. 2. Melakukan survei pendahuluan untuk mengetahui situasi dilapangan dan menetapkan waktu survei yang sesuai. 3. Melakukan survei dilapangan guna mendapatkan data primer, antara lain: survei volume lalu lintas, yaitu dengan melakukan perhitungan kendaraan secara manual (dengan hand counter) dan survei kecepatan kendaraan. 4. Menganalisis dan mengolah data hasil survei dilapangan. 5. Kesimpulan dan saran. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Melihat besarnya volume lalu lintas pada lengan persimpangan perlu dilakukan perencanaan ulang waktu siklus sehingga tidak terjadi tundaan yang begitu besar lagi. 4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui ada tidaknya pengaruh hambatan samping akibat aktivitas menaikkan atau menurunkan penumpang oleh angkutan umum pada lokasi yang diamati.
4	A.A.N.A. Jaya Wikrama,	Analisis Kinerja Simpang	Permasalahan pada simpang berupa tundaan	Metode Penelitian yang digunakan adalah Metode Survei. Sesuai tujuan yang	Saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini adalah direkomendasikan alternatif-2 untuk

<p>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar (2011). Nomor 1 Volume 15 Januari 2011, hal 58-71.</p>	<p>Bersinyal (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)</p>	<p>yang tinggi dan seringnya terjadi kecelakaan. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk (peak hour). Kondisi eksisting pada simpang belum mampu menampung volume lalu lintas yang tergolong padat. Terlebih lagi dengan adanya simpang terdekat dengan jarak 114 meter tanpa sinyal lalu lintas. Dengan kondisi seperti ini, kendaraan yang sudah</p>	<p>hendak dicapai, maka konsep rancangan penelitian adalah sebagai berikut : Data yang digunakan adalah Data Primer antara lain; data volume lalu lintas, geometrik simpang dan waktu sinyal. Data sekunder berupa kelas jalan dan jumlah penduduk. Data kemudian dianalisis untuk memperoleh kinerja kondisi eksisting yang parameternya adalah; (a) kapasitas (b) derajat kejenuhan (c) panjang antrian (d) kendaraan terhenti dan (e) tundaan. Bilamana diperoleh tundaan > 40 det/smp maka simpang akan diatur dengan sinyal/ APILL dengan mensimulasikan 3 alternatif yaitu: (a) Resetting APILL multi program, (b) Resetting APILL multi program dengan kombinasi pelebaran geometric dan (c) Resetting APILL multi program dengan kombinasi perubahan arah lalu lintas.</p>	<p>memecahkan masalah yang ada serta perlu untuk melakukan suatu perubahan sirkulasi arus lalu lintas kawasan sehingga tidak terjadi penumpukan arus di satu titik.</p>
--	--	--	---	---

			melewati simpang sering kali tertahan akibat konflik di simpang terdekat, sehingga pada fase hijau berikutnya masih terjadi antrian kendaraan.		
5	Hetty Fadriani dan Pebriana Ekawati, Jurusan Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Mandala.	Analisa Tundaan Pada Simpang Bersinyal JL. Soekarno – Hatta – Ibrahim Adjie Bandung	Tundaan yang terjadi di kaki Simpang Samsat tepatnya depan Kantor Samsat Bandung Timur dari arah Cibiru ini cukup tinggi terutama pada jam sibuk pagi, siang dan sore. Tundaan terbesar terjadi pada saat jam sibuk pagi yaitu pada saat jam masuk kantor dan jam masuk sekolah yaitu antara pukul	Metode Penelitian yang digunakan adalah metode survey. Tahapan penelitian dimulai dengan tahapan persiapan yang dilanjutkan dengan survey pendahuluan dan identifikasi masalah. Tahapan selanjutnya adalah survey dan pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder yang kemudian dianalisis menggunakan metoda MKJI 1997 untuk mendapatkan nilai tundaan dan tingkat pelayanan simpang.	Untuk penelitian selanjutnya dapat diketahui juga pengaruh simpang bersinyal yang difasilitasi Ruang Henti Khusus (RHK) sepeda motor terhadap kapasitas simpang bersinyal tersebut.

			<p>06.30 WIB sampai dengan pukul 09.00 WIB. Pada saat jam sibuk pagi sekitar pukul 06.30 WIB kendaraan sudah mulai mengantri dari depan Metro Indah Mall bahkan antrian kendaraan bisa sampai 1 kilometer.</p>		
--	--	--	--	--	--