



**PENGARUH ANGKUTAN UMUM PENUMPANG JENIS BUS
SEDANG PADA LALU LINTAS DI SIMPANG DENGAN
LAMPU PENGATUR LALU LINTAS
(Studi Kasus : Simpang Jalan Yos Sudarso/Jl.Veteran, Surakarta)**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah
Satu Persyaratan Program Magister Teknik Sipil

Oleh :

**AGUS WAHYUDI
NIM. L4A.098002**

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2005**

**PENGARUH ANGKUTAN UMUM PENUMPANG JENIS BUS
SEDANG PADA LALU LINTAS DI SIMPANG DENGAN
LAMPU PENGATUR LALU LINTAS
(Studi Kasus : Simpang Jalan Yos Sudarso/Jl.Veteran, Surakarta)**

Disusun oleh

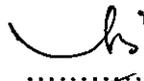
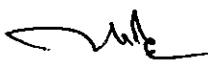
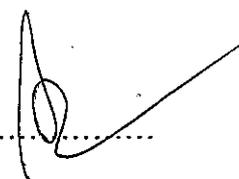
Agus Wahyudi
NIM. L4A.098002

Dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal
27 Mei 2005

Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik Sipil

Tim Penguji

Ketua : Ir. Epf. Eko Yulipriyono, MS
Sekretaris : Ir. Joko Siswanto, MSP
Anggota 1 : Ir. Bambang Hariyadi, MSc
Anggota 2 : Ir. Sumarsono, MS

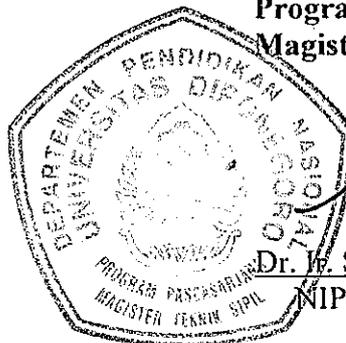

.....

.....

.....

.....

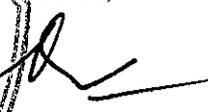
Semarang,

2005

Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil



Ketua,


Dr. W. Suripin, M.Eng
NIP. 131 668 511

ABSTRAK

Dalam perencanaan prasarana transportasi jalan raya di Indonesia berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) diperoleh dari hasil penelitian di kebanyakan kota besar di Indonesia, sehingga nilai tersebut belum mewakili karakteristik di kota-kota. Untuk itu perlu kiranya ditinjau kembali ketetapan yang ada tersebut untuk disesuaikan dengan kondisi dan karakteristik di Surakarta. Pengaruh angkutan umum bus sedang (BS) dalam arus lalu lintas di Surakarta tidak bisa diabaikan karena jumlah dan perilaku pengendaranya. Nilai emp BS merupakan salah satu hal yang penting diketahui untuk menentukan kapasitas luas dan simpang jalan. Perilaku BS khususnya di simpang jalan berlalu lintas memberikan nilai emp BS yang bervariasi untuk masing-masing pendekatan simpang dan pengaruh terhadap arus jenuh simpang.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perilaku angkutan umum bus sedang (BS) untuk masing-masing pendekatan simpang, menentukan emp BS masing-masing pendekatan, emp rata-rata untuk semua pendekatan, membandingkan emp hasil penelitian dengan emp menurut ketetapan MKJI 1997 serta mengetahui pengaruh BS yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh yang lewat simpang tersebut

Untuk memperoleh data adalah dengan pengamatan langsung di lapangan dan menggunakan kamera video untuk data jumlah dan komposisi kendaraan. Untuk menentukan nilai emp dengan pendekatan metode kapasitas dari Chang Chien (1978) modifikasi kendaraan samlor dan kendaraan niaga menjadi kendaraan berat dan BS. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh BS berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh yang terjadi adalah dengan membandingkan arus jenuh pada kondisi ada BS berhenti dan tidak ada BS berhenti di dekat simpang.

Perilaku angkutan umum bus sedang cenderung menggunakan lajur sebelah kiri, hal ini dimungkinkan karena dekat dengan calon penumpang yang menunggu di pinggir jalan di dekat simpang dan berhenti pada lokasi yang berjarak terhadap pendekatan yang aman dan nyaman untuk naik dan turun bagi pengguna jasa.

Dengan menggunakan analisa regresi berganda, penelitian ini diperoleh hasil bahwa nilai emp BS untuk pendekatan barat, selatan dan timur secara berturut-turut adalah 1,059, 1,079 dan 1,10 dengan nilai rata-rata 1,079, sehingga mendekati emp mobil penumpang menurut ketentuan MKJI 1997. Dengan menggunakan analisa kesamaan dua rata-rata, pengaruh BS berhenti di dekat simpang adalah mereduksi (mengurangi) arus jenuh yang terjadi, perbandingan antara arus jenuh pada kondisi ada BS berhenti dan tidak ada BS berhenti di dekat simpang untuk pendekatan barat, selatan dan timur secara berturut-turut adalah 0,853, 0,856 dan 0,831.

ABSTRACT

The planning of transportation facilities in Indonesia is generally based on Indonesia-Highway Capacity Manual (IHCM,1997). The value of passenger car equivalent (pce) is obtained from the studies in the big city in Indonesia therefore these value did not represent the characteristics of the cities.

This research was aimed to understand the behaviours of medium buses public transport at the junction, to determine the passenger car equivalent (pce) of medium buses at every junction approach and their average, to compare this passenger car equivalent to the passenger car unit as stated in MKJI 1997. This research studied also the effect of medium buses which are stopped close to the junction to the saturated flow passing through the junctions approach.

The data collections on the vehicle's behaviour and composition were carried out based on the direct survey using video camera recorder. The passenger car equivalent (pce) was determined using capacity method Cang Chien (1978), with some modifications (the "samlor" vehicle and the commercial vehicles are categorized as heavy and bus vehicles), meanwhile to understand the effect of medium buses stopping on the saturated flow at the junction, the saturated flow with and without medium buses stopping close to the junction were compared.

The research identified that the medium buses public transport tends to use left lane and stop near the junctions closest to the passenger waiting at the left hand site or at the convenient and safe place of passenger to get in and to the medium buses close to the junctions.

Using multiple linier regression analysis the values of passenger car unit (pcu) of medium buses public transport for west, south and east approaches are 1,059; 1,079 and 1,10 respectively, with the average of 1,079. It could be said that the value of passenger car unit for passenger cars according to the MKJI 1997. Using the similarty two means analysis the behaviours of medium buses public transport stopping near to the junctions were found to reduce the saturated flow. The comparisons of saturated flow with and without medium buses stopping close to the junction for the west, south and east approaches are 0,853; 0,856 and 0,831, respectively.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena ridho dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dalam rangka memenuhi persyaratan studi pada Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro.

Dalam penyusunan tesis ini banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Suripin M. Eng selaku Ketua Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
2. Bapak Dr. Ir. Bambang Rianto, DEA selaku Sekretaris Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.
3. Bapak Ir. Eko Yuli Priyono, MS selaku pembimbing I tesis.
4. Bapak Ir. Djoko Siswanto MSp selaku pembimbing II tesis.
5. Bapak Ir. Sumarsono, MS selaku penguji tesis.
6. Bapak Ir. Bambang Hariyadi, MSc selaku penguji tesis.
7. Istri dan anak-anakku yang telah memberikan motivasi, dukungan material dan spiritual.
8. Semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan arahannya.

Penulis menyadari dengan segala keterbatasan yang ada, maka tesis ini masih belum sempurna. Namun demikian besar sekali harapan penulis kritik dan saran yang positif dari para pembaca yang dapat menyempurnakan tesis ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat berguna bagi kita semua, Amin.

Semarang, Februari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3. Ruang Lingkup, Batasan dan Asumsi	4
1.4. Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Perilaku Kendaraan Angkutan Umum Penumpang.....	8
2.2. Simpang dengan Pengatur Lalu Lintas (Simpang Bersinyal)	9
2.2.1. Istilah dan Definisi	9
2.2.2. Kapasitas	11
2.2.3. Arus Hijau Jenuh.....	12
2.2.4. Waktu Hilang Awal, Waktu Tambahan Akhir dan Waktu Hijau	15
2.2.5. Waktu Hijau Efektif.....	15
2.3. Penentuan Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang	16
2.3.1. Metode Kapasitas	17
2.3.2. Metode Penyusulan	19
2.3.3. Metode Waktu Perjalanan	20
2.3.4. Metode Jam Kendaraan.....	20
2.3.5. Metode <i>Headway</i>	21
2.4. Analisa Regresi Linier Berganda	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Alur Penelitian.....	23
3.2	Persiapan	24
3.3	Studi Literatur.....	24
3.4	Survai Lapangan.....	24
	3.4.1. Survai Pendahuluan.....	24
	3.4.2. Survai Detail.....	26
3.5	Pengumpulan Data Peralatan dan Formulir.....	28
3.6	Analisa.....	28
	3.6.1. Perhitungan Nilai emp Kendaraan Penumpang Umum Bus Sedang.....	28
	3.6.2. Pengaruh Kendaraan Penumpang Umum Bus Sedang terhadap Arus Jenuh.....	29

BAB IV PENYAJIAN DATA

4.1	Pengumpulan Data	30
4.2	Karakteristik Simpang.....	31
	4.2.1. Geometrik Simpang.....	31
	4.2.2. Fase Lampu Pengatur Lalu Lintas dan Waktu Siklus	31
4.3	Perilaku Angkutan Umum Bus Sedang.....	33
	4.3.1. Lajur yang dilewati oleh Angkutan Umum Bus Sedang	33
	4.3.2. Lokasi Berhenti Angkutan Umum Bus Sedang	33
4.4	Komposisi Kendaraan Yang Lewat.....	36

BAB V ANALISIS DATA

5.1	Perilaku Angkutan Umum Bus Sedang.....	37
5.2	Penentuan Nilai emp Bus Sedang	37
	5.2.1 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Barat	37
	5.2.2 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Selatan	39
	5.2.3 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Timur.....	40

5.2.4	Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Rata-rata Simpang Untuk Semua Pendekat	41
5.3	Pengaruh Angkutan Umum Bus Sedang Berhenti di dekat Simpang terhadap Arus Jenuh.....	42
5.3.1	Arus Jenuh Simpang Pendekat Barat	42
5.3.2	Arus Jenuh Simpang Pendekat Selatan	43
5.3.3	Arus Jenuh Simpang Pendekat Timur.....	45
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan.....	48
6.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		50
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Nilai emp Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997.....	16
Tabel 2.2.	Nilai Ekvivalen Berbagai Kendaraan (F.D. Hobbs, 1995).....	17
Tabel 4.1.	Kondisi Geometrik Simpang.....	31
Tabel 4.2.	Pergerakan Kendaraan Pada Tiap-Tiap Fase Lampu Pengatur Lalu Lintas.....	32
Tabel 4.3.	Prosentase Bus Sedang Yang Lewat Lajur Kiri dan Lajur Bukan Kiri.....	33
Tabel 4.4.	Jarak Lokasi Dan Jumlah Angkutan Umum Bus Sedang Yang Berhenti Terhadap Simpang Pendekat Barat.....	35
Tabel 4.5.	Jarak Lokasi Dan Jumlah Angkutan Umum Bus Sedang Yang Berhenti Terhadap Simpang Pendekat Selatan.....	35
Tabel 4.6.	Jarak Lokasi Dan Jumlah Angkutan Umum Bus Sedang Yang Berhenti Terhadap Simpang Pendekat Timur.....	35
Tabel 5.1.	Nilai Masing-Masing Variabel Bebas Hasil Analisis Regresi Simpang Pendekat Barat.....	38
Tabel 5.2.	Nilai Masing-Masing Variabel Bebas Hasil Analisis Regresi Simpang Pendekat Selatan.....	39
Tabel 5.3.	Nilai Masing-Masing Variabel Bebas Hasil Analisis Regresi Simpang Pendekat Timur.....	40
Tabel 5.4.	Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang Rata-Rata Simpang Tanpa Adanya Bus Sedang Yang Berhenti Di Dekat Simpang.....	41
Tabel 5.5.	Perhitungan Kesamaan Dua Rata-rata Arus Jenuh Pendekat Barat.....	43
Tabel 5.6.	Perhitungan Kesamaan Dua Rata-Rata Arus Jenuh Pendekat Selatan.....	45
Tabel 5.7.	Perhitungan Kesamaan Dua Rata-Rata Arus Jenuh Pendekat Timur.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1.	Lokasi Penelitian.....	6
Gambar 1.2.	Simpang Jl. Veteran – Jl. Yos Sudarso	7
Gambar 2.1.	Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Salter, 1976).....	14
Gambar 3.1	Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.2.	Penempatan Kamera Video.....	27
Gambar 4.1.	Denah Simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran Surakarta.....	30
Gambar 4.2.	Diagram Waktu Sinyal Lampu Pengatur Lalu Lintas	32
Gambar 4.3.	Lokasi Berhenti Angkutan Umum Bus Sedang Di Simpang Jl. Yos Sudarso-Jl. Veteran	34

BAB I

P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang

Suatu jaringan jalan adalah terdiri atas ruas-ruas jalan dan simpang jalan. Di dalam kota jaringan jalan tersebut melalui ruas jalan yang pendek-pendek dan memiliki banyak simpang jalan. Dalam jaringan jalan perkotaan, kinerja jalan sangat ditentukan oleh kinerja simpang tersebut. Oleh karena itu kelancaran keseluruhan jaringan jalan ditentukan oleh kinerja simpang yang baik. Sebaliknya apabila kinerja simpang itu buruk akan dapat memberikan suatu tundaan pada keseluruhan jaringan jalan. Untuk meningkatkan kinerja simpang dapat digunakan lampu pengatur lalu lintas sebagai kontrol dan pengendali lalu lintas sehingga dapat meminimalkan kecelakaan, tundaan kendaraan dan meningkatkan kapasitas simpang.

Agar suatu simpang memiliki kinerja yang baik untuk itu perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- ♦ Disain suatu simpang yang sesuai dengan kondisi geometri dan kondisi lalu lintas yang ada.
- ♦ Operasi yaitu hal-hal yang berhubungan dengan pengoperasian simpang diantaranya adalah penyesuaian pengaturan lampu lalu lintas dan penegakan hukum.
- ♦ Pemeliharaan kondisi fisik geometri dan perangkat pengaturannya sangat penting dilakukan untuk dapat mempertahankan kinerja simpang dengan kondisi yang baik.

Karakteristik dan variasi moda transportasi yang lewat simpang jalan ikut menentukan kinerja dari simpang jalan tersebut, sehingga untuk mendapatkan disain simpang sesuai dengan kondisi lalu lintas yang ada diperlukan masukan data yang akurat.

Dalam perencanaan jalan, jenis kendaraan bermotor yang melewati jalan yang ada di Indonesia adalah kendaraan berat, kendaraan ringan dan sepeda motor. Kendaraan angkutan umum jenis bus sedang merupakan kendaraan

bermotor yang boleh dioperasikan di Indonesia, demikian juga berlaku untuk wilayah Surakarta. Kendaraan ini merupakan angkutan penumpang umum yang banyak beroperasi di Surakarta.

Menurut pengamatan di lapangan tentang perilaku angkutan umum bus sedang adalah bahwa :

- ♦ Angkutan umum jenis bus sedang cenderung berjalan lambat untuk menawari calon penumpang yang ada di dekat simpang jalan sehingga akan mengurangi laju atau kecepatan kendaraan lain di belakangnya.
- ♦ Adanya kebiasaan angkutan umum jenis bus sedang yang berhenti di dekat simpang sehingga dapat mengakibatkan tundaan kendaraan lain di belakangnya.

Dalam perencanaan prasarana transportasi jalan raya di Indonesia berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997. Namun ketentuan yang ada di MKJI merupakan hasil penelitian di daerah tertentu, sehingga ketentuan tersebut belum tentu bisa memenuhi karakteristik lalu lintas yang ada di seluruh kawasan Indonesia. Berpijak dari kondisi tersebut perlu kiranya meninjau kembali ketentuan yang ada tersebut untuk disesuaikan kondisi dan karakteristik arus di masing-masing daerah di Indonesia. Salah satu ketentuan yang ada di MKJI adalah nilai pengaruh bermacam tipe kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang. Nilai ketentuan ini disebut sebagai satuan mobil penumpang (smp) dan ekuivalen mobil penumpang (emp).

Berpijak dari karakter kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang di simpang jalan dengan pengatur lampu lalu lintas, diperkirakan nilai emp kendaraan bus sedang di simpang jalan dengan pengatur lampu lalu lintas akan bervariasi sepanjang bagian-bagian periode hijau tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini akan mencoba menentukan emp untuk kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang serta pengaruh kebiasaan berhenti di dekat simpang terhadap *saturation flow* (arus jenuh) pada simpang dengan lampu pengatur lalu lintas.

Simpang Jalan Veteran – Jalan Yos Sudarso adalah salah satu simpang yang menggunakan lampu sebagai kontrol dan pengatur lalu lintas dan berada pada jaringan jalan Kota Surakarta.

Setiap lengan simpang ini terdapat lalu lintas umum penumpang bus sedang. Pada jalan Veteran adalah arus lalu lintas Kartasura – Bekonang atau Kartasura – Sukoharjo. Sedangkan Jalan Yos Sudarso adalah arus Kartasura – Solo Baru dan Palur – Solo Baru.

Lingkungan dari simpang ini dekat dengan pasar tradisional, pertokoan (swalayan), perkantoran, dan bank yang merupakan pusat-pusat kegiatan perekonomian.

Karena tuntutan kebutuhan hidup masyarakat dalam melakukan aktivitasnya untuk bepergian dari atau ke tempat tujuan dengan menggunakan angkutan umum penumpang bus sedang, pada simpang ini sering terjadi naik atau turun penumpang atau pengguna jasa angkutan bus sedang untuk menjalankan atau melakukan kegiatan di tempat sekitar simpang ini atau melanjutkan perjalanan dengan pindah angkutan lain. Begitu juga operator angkutan umum penumpang bus sedang menawarkan jasa pada calon penumpang. Oleh sebab itu pada simpang ini sering terdapat arus bus sedang yang memperlambat perjalanan untuk menawarkan calon penumpang bahkan berhenti untuk menaikkan atau menurunkan penumpang. Akibat perlambatan dan berhentinya bus sedang dapat mengganggu laju arus kendaraan lain yang ada di belakangnya.

Berpijak pada kondisi di atas maka perilaku angkutan umum penumpang bus sedang di simpang ini sangat menarik untuk diteliti.

1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui perilaku angkutan umum bus sedang di simpang Jl. Yos Sudarso–Jl Veteran.
2. Menentukan nilai emp untuk kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang dari periode hijau jenuh dari masing-masing lapangan studi.

3. Menentukan nilai emp angkutan umum bus sedang rata-rata di simpang jalan dengan pengatur lampu lalu lintas .
4. Membandingkan nilai emp penelitian dengan emp ketentuan MKJI – 1997.
5. Mengevaluasi pengaruh kebiasaan berhenti bus sedang di dekat simpang terhadap *saturation flow* (arus jenuh) pada simpang dengan lampu lalu lintas.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan masukan yang berguna dalam mengetahui pengaruh kendaraan penumpang umum bus sedang di simpang jalan dengan lampu pengatur lalu lintas.

1.3. Ruang Lingkup, Batasan dan Asumsi

Penelitian ini merupakan studi kasus untuk simpang Jalan Yos Sudarso/Jl. Veteran Surakarta dengan ruang lingkup bahasan, batasan masalah dan asumsi seperti di bawah ini

Ruang lingkup pembahasan meliputi:

- Menganalisis dan menentukan nilai emp dari kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang pada lalu lintas di kaki simpang dimana kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang tersebut melakukan pendekatan ke simpang.
- Menganalisis dan menentukan faktor-faktor penyesuaian terhadap *saturation flow* (arus jenuh) akibat dari berhentinya bus sedang di dekat simpang jalan.

Batasan-batasan yang dipergunakan dalam penelitian ini yaitu :

- Yang menjadi obyek penelitian ini adalah kendaraan angkutan penumpang umum bus sedang beroda enam berkapasitas 25 orang yang dalam penelitian ini disebut angkutan penumpang umum bus sedang (BS).
- Simpang yang dipelajari adalah terdapat arus bus sedang.
- Perkerasan jalan di simpang dalam kondisi baik.
- Lampu pengatur lalu lintas dalam kondisi baik.
- Perilaku BS yang ditinjau adalah penggunaan lajur dan lokasi pemberhentian BS di dekat simpang.

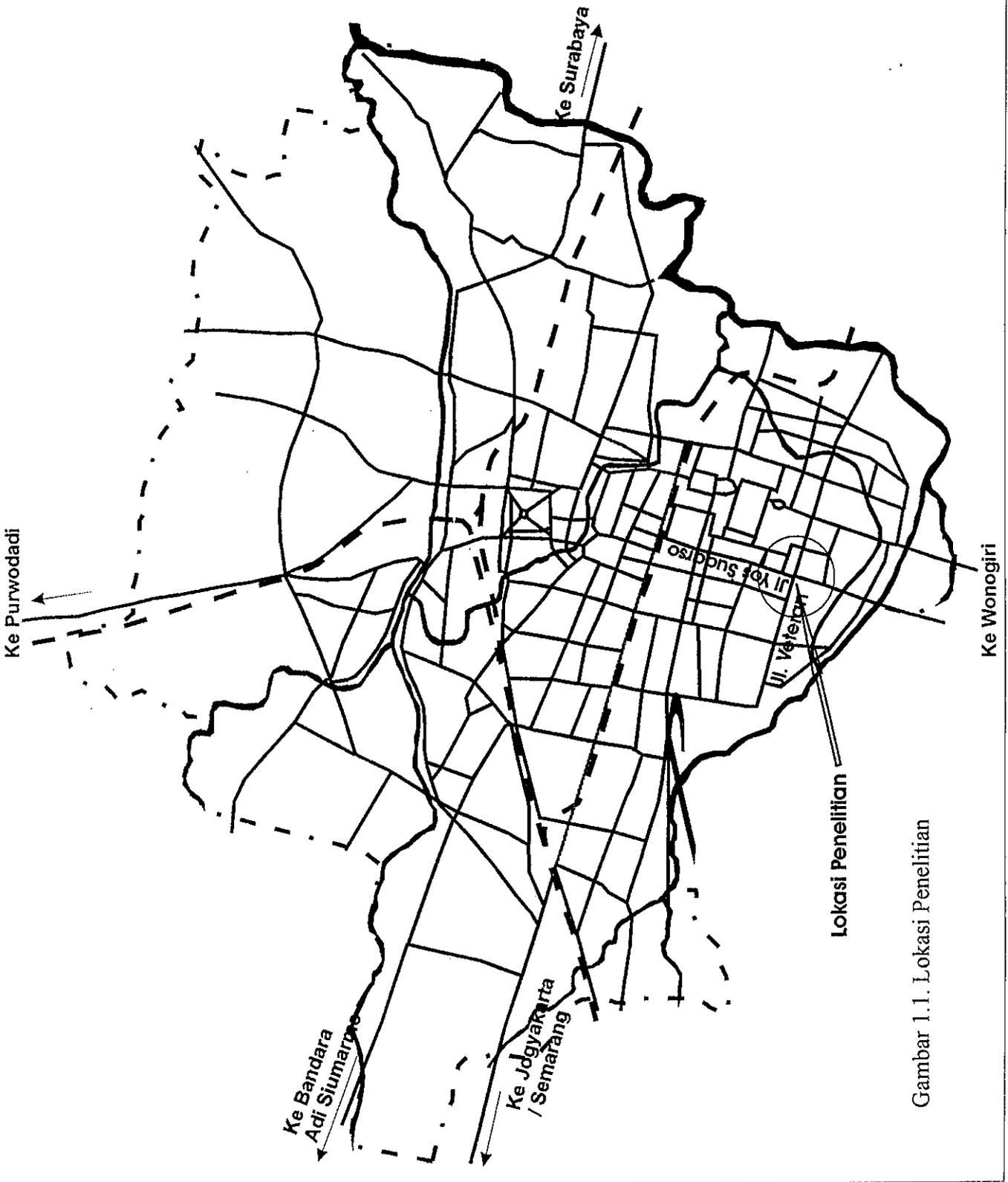
Asumsi-asumsi yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Simpang yang dipelajari tidak ada kendaraan yang berhenti di dekat simpang selain angkutan umum bus sedang.
- Kendaraan angkutan umum bus sedang dalam kondisi operasional.
- Kondisi pengemudi dan kondisi moda tidak ditinjau.
- Tidak terdapat kendaraan lambat (becak, gerobak dll)
- Sifat pergerakan dari pendekat yang dilalui oleh kendaraan penumpang umum bus sedang bersifat terlindung (*protected*) yang artinya lalu lintas berangkat dari pendekat yang dilewati oleh angkutan umum ini tidak mengalami konflik dengan lalu lintas yang berlawanan pada lampu hijau yang sama.
- Yang dianggap sebagai arus jenuh adalah lalu lintas yang melewati garis henti dari suatu pendekat simpang dari mobil yang keempat sampai kedelapan, kesembilan atau kesepuluh tergantung dari mobil yang terakhir pada antrian akibat lampu merah. Apabila mobil yang mengantri lebih dari sepuluh maka diambil batas mobil yang kesepuluh. (Rosehan Anwar, 1993)
- Arus jenuh yang terjadi tanpa ada kendaraan angkutan penumpang umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang dianggap sebagai arus jenuh tanpa faktor penyesuaian akibat kendaraan angkutan umum bus sedang.
- Arus jenuh yang terjadi dengan ada angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang dianggap sebagai arus jenuh yang sudah disesuaikan dengan faktor penyesuaian akibat kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang.

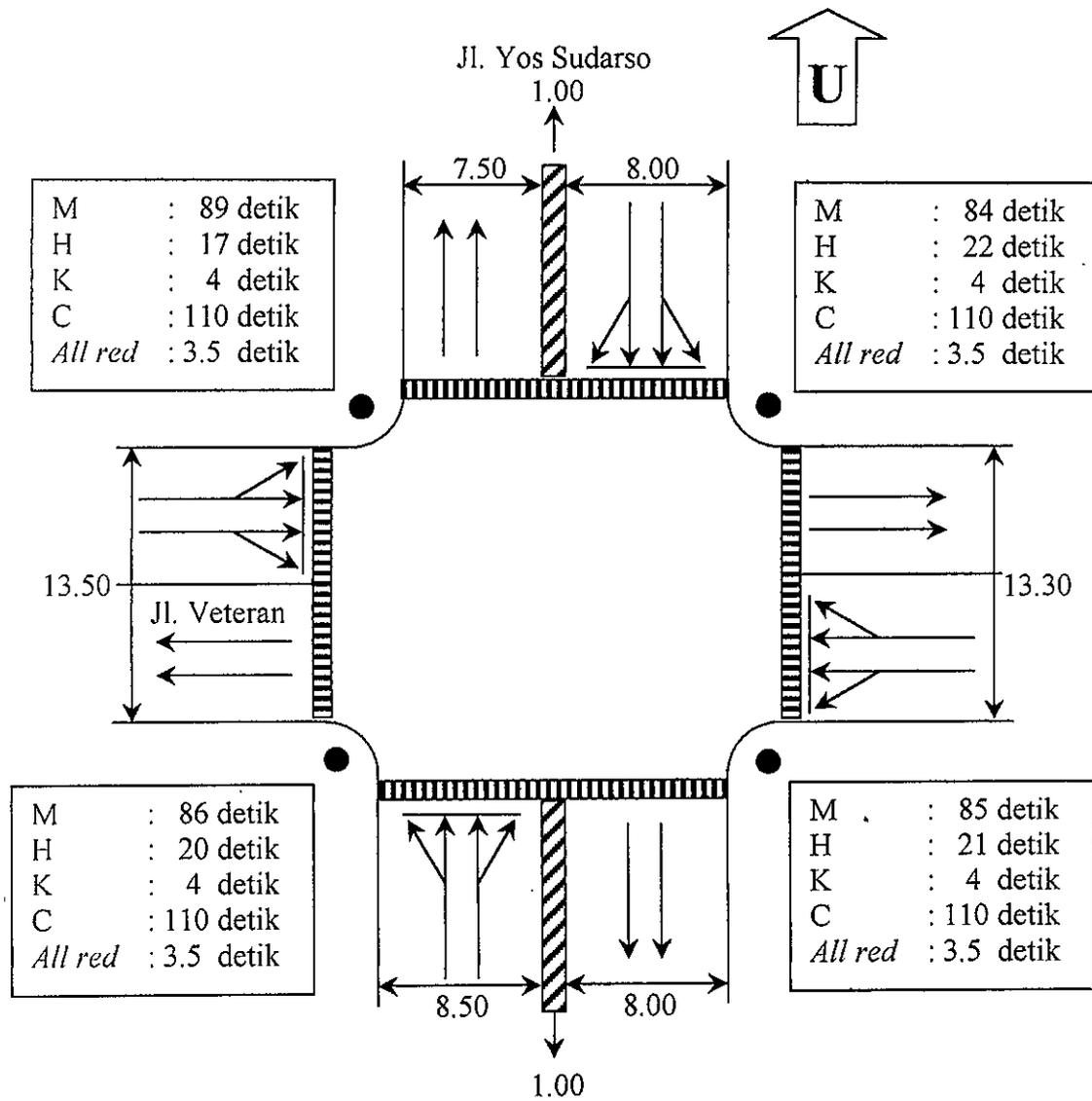
1.4. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di kota Surakarta, Propinsi Jawa Tengah yaitu pada simpang Jl. Veteran dengan Jl. Yos Sudarso.

<p>PETA JARINGAN JALAN KOTA SURAKARTA</p>	<p>Pengaruh Angkutan Umum Penumpang Jenis Bus Sedang Pada Lalu Lintas Di Simpang Dengan Lampu Pengatur Lalu Lintas (Studi Kasus : Simpang Jl. Yos Sudarso/ Jl Veteran Surakarta)</p>	<p>Oleh Agus Wahyudi NIM : L 4A. 098 002</p>	<p>KETERANGAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> — Arteri Primer — Arteri Sekunder — Sungai - - - Jalan kereta api - . - . Batas kota Surakarta 	<p>SKALA :</p> 
--	--	---	--	---



Gambar 1.1. Lokasi Penelitian



- Keterangan : ● : Lampu lalu lintas
M : Waktu merah
H : Waktu hijau
K : Waktu kuning
C : Waktu siklus

Gambar 1.2. Simpang Jl. Veteran – Jl. Yos Sudarso

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perilaku Kendaraan Angkutan Umum Penumpang

Kendaraan angkutan umum penumpang adalah merupakan kendaraan yang dipergunakan untuk mengangkut orang/masyarakat umum dari suatu tempat ke tempat lain. Perilaku kendaraan ini tidak lepas dipengaruhi oleh karakteristik pengemudi, karakteristik kendaraan dan karakteristik lalu lintasnya.

Clarkson H. Oelesby dan R. Gary Hicks (1988), menguraikan bahwa karakteristik pengemudi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : umur, jenis kelamin, tingkat pengetahuan. Keadaan tersebut akan berpengaruh terhadap respon penglihatan, proses informasi, pengambilan keputusan dan reaksinya serta kepentingan pengemudi. Reaksi sebagai tanggapan berdasarkan keputusan yang diambil apakah pengemudi harus memperlambat, mempercepat, gerakan memutar, membelok, berhenti atau gerakan mundur dari kendaraannya.

Karakteristik kendaraan adalah terdiri atas ukuran (dimensi) antara lain panjang, lebar, tinggi, kuatnya dan kemampuan operasionalnya (gerakan maju, mundur, berputar, kemampuan daya angkut).

Akibat kepentingan dari dua pihak yaitu calon penumpang (pengguna jasa) yang ingin cepat sampai tujuan dan pengemudi (operator kendaraan) untuk menawarkan jasanya agar memperoleh penghasilan sebanyak-banyaknya maka timbullah kecenderungan perilaku sebagai berikut :

- Kendaraan angkutan penumpang umum berjalan lambat untuk menawari calon penumpang yang ada di dekat simpang.
- Adanya kebiasaan kendaraan angkutan penumpang umum yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang di dekat simpang jalan.

Dari kedua kecenderungan perilaku tersebut di atas akan berpengaruh manuver kendaraan lain di belakangnya.

2.2. Simpang dengan Pengatur Lalu Lintas (Simpang Bersinyal)

2.2.1. Istilah dan Definisi

Definisi dari variabel yang akan digunakan dalam tesis ini adalah sebagai berikut :

1.1. Kendaraan Ringan (*Light Vehicle/LV*)

Kendaraan ringan adalah kendaraan-kendaraan bermotor ber as 2 dengan 4 roda dengan jarak as 2,0 – 3,0 m (meliputi : mobil penumpang, oplet, pick up, dan truck kecil sesuai dengan klasifikasi Bina Marga) (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

1.2. Kendaraan Berat (*Heavy Vehicle/HV*)

Kendaraan berat adalah kendaraan bermotor dengan lebih dari 4 roda (meliputi bus, Truck 2 as, truck 3 as kombinasi sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

1.3. Sepeda Motor (*Motor Cycle/MC*)

Sepeda motor adalah kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi sepeda motor roda 3 sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

1.4. Kendaraan tak Bermotor (*Unmotorised/UM*)

Kendaraan tak bermotor adalah kendaraan dengan roda yang digerakkan oleh orang atau hewan (meliputi : sepeda, becak, kereta kuda dan kereta dorong sesuai sistem klasifikasi Bina Marga) (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

1.5. Kendaraan Angkutan Penumpang Umum Bus Sedang (BS)

Kendaraan penumpang umum bus sedang yang dimaksud dalam tesis ini adalah bus sedang umum beroda lebih dari 4 dengan penumpang kapasitas 25 penumpang.

1.6. Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp)

Ekuivalensi mobil penumpang adalah faktor konversi dari beberapa jenis kendaraan dibandingkan dengan mobil penumpang atau kendaraan ringan lainnya sehubungan dengan dampaknya perilaku lalu lintas.

1.7. Satuan Mobil Penumpang (smp)

Satuan mobil penumpang adalah satuan arus dari berbagai tipe kendaraan telah dirubah menjadi kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang) dengan menggunakan emp (Departemen Pekerjaan Umum, 1997).

1.8. Rasio Belok Kiri Langsung (*Proportion Left Turn on Red/PLTOR*)

Rasio belok kiri langsung adalah perbandingan antara volume lalu lintas yang melakukan belok kiri langsung dengan volume lalu lintas total pada suatu pendekat.

1.9. Rasio Belok Kanan (*Proportion Right Turn/PRT*)

Rasio belok kanan adalah perbandingan antara volume lalu lintas yang melakukan belok kanan dengan volume lalu lintas total pada suatu pendekat.

1.10. Pendekat

Pendekat adalah daerah dari suatu lengan simpang jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti.

1.11. Pendekat Tipe *Oposed(O)*

Pendekat tipe O adalah suatu pendekat dimana arus belok kanan mengalami konflik dengan gerak arus belok kiri arus lalu lintas yang lain dengan fase hijau yang sama.

1.12. Pendekat Tipe *Protected(P)*

Pendekat tipe P adalah suatu pendekat diman arus lalu lintas alin dari pendekat tersebut tidak mengalami konflik dengan arus lalu lintas pendekat yang lain pada fase hijau yang sama.

1.13. Lebar Pendekat (*Width of Approach/WA*)

Lebar pendekat adalah lebar bagian pendekat yang diperkeras, diukur bagian tersempit di sebelah hulu (m).

1.14. Lebar Masuk (*W masuk*)

Lebar masuk adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, diukur pada garis henti.

1.15. Lebar Keluar (*W keluar*)

Lebar keluar adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras yang digunakan oleh lalu lintas buangan setelah melewati simpang jalan (m).

1.16. Lebar Efektif (*Effective Width/WE*)

Lebar efektif adalah lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas (yaitu dengan pertimbangan WA, W masuk, dan W keluar dan gerakan lalu lintas membelok).

2.2.2 Kapasitas

Menurut *Highway Capacity Manual* (1985) maupun *Manual Kapasitas Jalan Indonesia* (1997) mendefinisikan bahwa kapasitas simpang dibatasi oleh kapasitas dari masing-masing lengan simpang tersebut. Kapasitas lengan pada suatu simpang jalan adalah arus maksimum yang dapat dipertahankan dimana kendaraan bisa melalui simpang jalan dari lengan tersebut dalam kondisi lalu lintas dari simpang jalan yang wajar dengan anggapan bahwa lengan simpang tersebut mempunyai waktu nyata 100% sebagai hijau efektif.

Kapasitas dari suatu lengan simpang adalah sama dengan jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati garis henti dari lengan simpang tersebut selama kondisi arus jenuh.

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g/c \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam pendekat selama sinyal hijau (smp per jam hijau)

g = Waktu hijau (detik)

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

2.2.3. Arus Hijau Jenuh

Pada simpang dengan lampu lalu lintas, ketika lampu hijau menyala kendaraan memerlukan beberapa saat untuk mulai berangkat dan mempercepat kendaraan sampai mencapai kecepatan normal. Tetapi setelah beberapa detik arus keluar dari antrian menjadi konstan, arus inilah yang dinamakan arus hijau jenuh (Webster dan Cobbs, 1996).

Arus jenuh adalah besarnya arus keberangkatan rata-rata dari antrian dengan pendekat selama waktu hijau, atau besarnya keberangkatan antrian di dalam suatu pendekat selama yang ditentukan model dasar untuk arus jenuh menurut Salter (1976) adalah seperti Gambar 2.1.

Dari Gambar 2.1. model dasar untuk arus jenuh di atas dapat dilihat bahwa tingkat arus rata-rata pada beberapa permulaan adalah lebih rendah, demikian juga pada saat lampu kuning.

Kalau periode hijau dan kuning dijadikan satu periode efektif arus dianggap dalam kondisi jenuh dengan waktu hilang yaitu pada saat tidak ada arus sama sekali, maka akan lebih sederhana. Konsep ini akan bermanfaat sebab kapasitas

bisa berbanding lurus dengan waktu hijau efektif. Dengan demikian bentuk grafik dalam Gambar 2.1 berubah menjadi bentuk persegi panjang yang sama luasnya sama dengan arus jenuh rata-rata. Waktu hijau efektif adalah bentuk persegi panjang, dan selisih antara persegi panjang kombinasi hijau kuning dan merah semua adalah disebut waktu hilang.

Jika tingkat arus jenuh tidak bisa bertahan selama periode hijau, dalam kondisi ini periode hijau jenuh dihitung dari mulai periode hijau sampai pada saat terakhir dari antrian melewati garis henti.

Menurut MKJI (1997) arus jenuh dinyatakan dalam persamaan

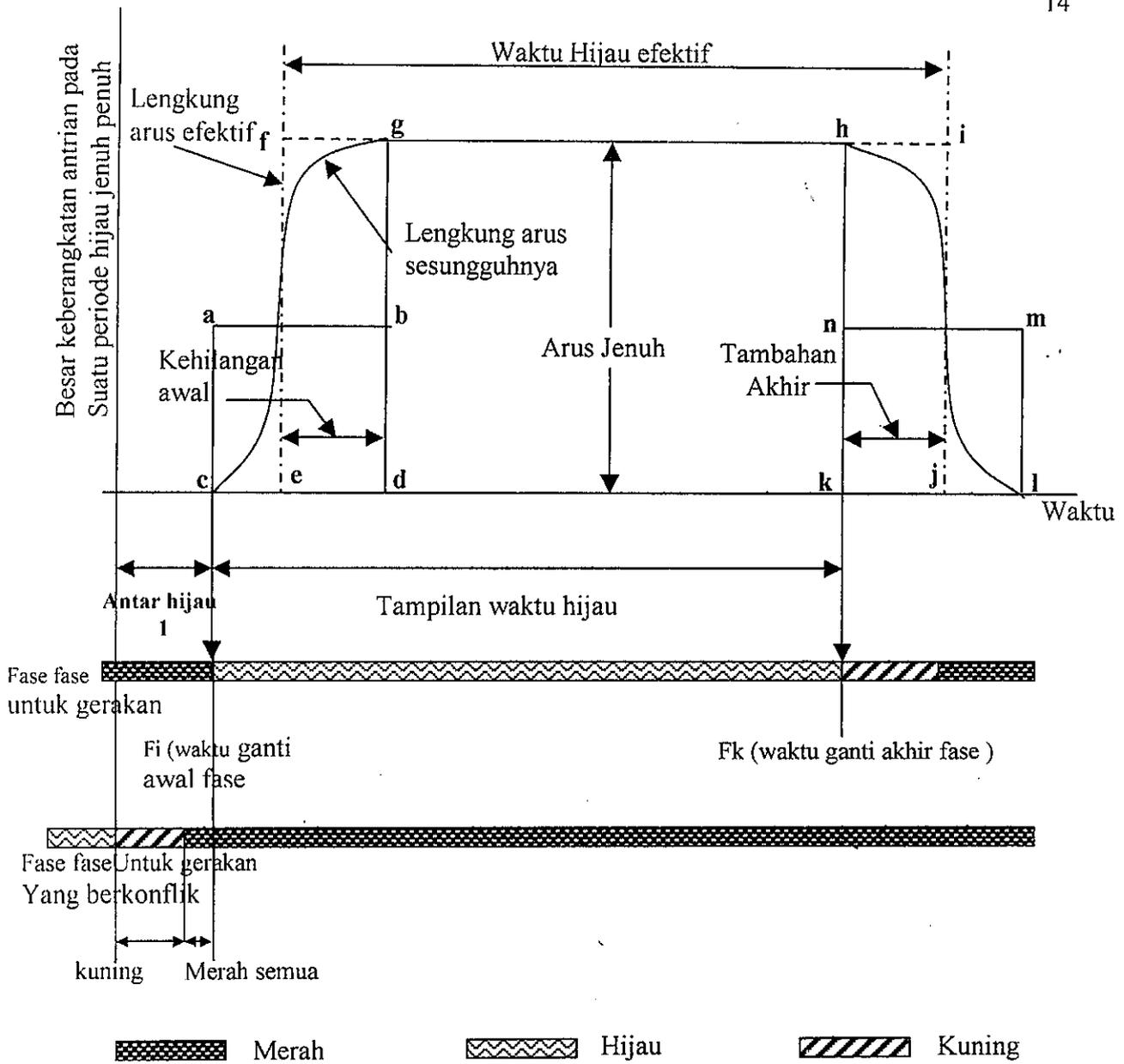
$$S = S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n \dots \dots \dots (2.2)$$

Keterangan :

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

S₀ = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

F₁, F₂, F₃, F₄ F_n = Faktor-faktor penyesuaian



Gambar 2.1 : Model Dasar Untuk Arus Jenuh (Salter 1976)

2.2.4. Waktu Hilang Awal, Waktu Tambahan Akhir dan Waktu Hijau

Untuk menentukan arus jenuh, bisa ditentukan waktu hilang karena perlambatan dari kendaraan di simpang jalan dengan pengatur lampu lalu lintas. Berdasarkan Gambar 2.1 dapat dihitung waktu hilang diawal dan diakhir periode hijau. Jumlah kendaraan dinyatakan dalam persegi panjang efij sama dengan jumlah kendaraan yang dinyatakan dalam aslinya. Karena jumlah kendaraan selama waktu hijau efektif sama dengan jumlah kendaraan selama periode hijau ditambah periode kuning. Jumlah kendaraan dinyatakan dengan luas dghk juga sama dengan jumlah kendaraan yang dinyatakan oleh jumlah antara d dan k.

Dari uraian tersebut berarti bahwa :

- Jumlah kendaraan yang dinyatakan dengan abcd adalah sama dengan jumlah kendaraan efgd.
- Jumlah kendaraan yang dinyatakan hijk adalah sama dengan jumlah kendaraan yang dinyatakan dalam nmlk.

Dari 2 pernyataan ini bisa dihitung harga dari ce dan kj yang menunjukkan waktu hilang awal dan akhir tambahan akhir.

$$ce = 0,1 - ca/ef \times 0,1 = 0,1 (1 - ca/S) \dots \dots \dots (2.3)$$

$$kj = 0,1 (1 - lm/ji) \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

ce = waktu hilang awal

kj = waktu hilang tambahan akhir dari periode hijau

S = arus jenuh

2.2.5. Waktu Hijau Efektif

Waktu hijau efektif yaitu lamanya waktu hijau dimana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap S.

Waktu hijau efektif = tampilan waktu hijau - kehilangan waktu awal + tambahan waktu akhir.

Tampilan waktu hijau menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$g = (c - LT_1) \times FR_{crit} / \Sigma FR_{crit} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

g = Tampilan waktu hijau pada fase (detik)

c = Waktu siklus sinyal (detik)

LT_1 = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

FR = Arus dibagi dengan arus jenuh

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

ΣFR_{crit} = jumlah FR_{crit} dari semua fase pada siklus tersebut.

Sedangkan waktu siklus dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut :

$$c = (1,5 \times LT_1 + 5) / (1 - \Sigma FR_{crit}) \dots\dots\dots (2.6)$$

2.3. Penentuan Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 nilai ekvivalen mobil penumpang (emp) untuk berbagai jenis kendaraan di simpang ditentukan berdasarkan Tabel 2.1. berikut :

Tabel 2.1. Nilai emp Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Jenis Kendaraan	emp untuk tipe pendekat	
	Terlindung (P)	Terlawan (O)
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) h. 2.10

Dengan melihat Tabel 2.1 tersebut diatas dapat ditunjukkan bahwa Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 tidak menyebutkan nilai emp dari kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang (BS) secara jelas. Tetapi dilihat dari kriteria kendaraan berat (HV) yang tercantum di dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia emp dari bus sedang beroda enam dengan kapasitas penumpang 25 orang sama dengan nilai emp dari jenis kendaraan berat (HV).

Sedangkan menurut F.D. Hobbs (1995) nilai ekvivalen berbagai kendaraan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2. Nilai Ekuivalen Berbagai Kendaraan (F.D. Hobbs, 1995)

Nilai ekuivalen dalam satuan mobil penumpang (emp)				
Kelas Kendaraan	Standar Perkotaan	Standar Pedesaan	Rancangan Perempatan	Rancangan Perempatan Lampu lalu lintas
Mobil pribadi, taksi, kombinasi sepeda motor, kendaraan muatan ringan (sampai dengan 15 ton atau 30 cwt, tanpa muatan)	1,00	1,00	1,00	1,00
Sepeda motor (untuk orang), skuter moped	0,75	1,00	0,75	0,33
Kendaraan barang sedang atau berat (lebih dari 15 ton atau 30 cwt, tanpa muatan), kereta kuda	2,00	3,00	2,80	1,75
Bus sedang dan besar, bus gandeng, trem	3,00	3,00	2,80	2,25
Sepeda	0,33	0,50	0,50	0,20

Sumber: F.D. Hobbs (1995) h 70

Dalam menentukan nilai emp dapat didasarkan pada beberapa hal diantaranya adalah pertimbangan formasi barisan dan pengaruh yang kuat terhadap kapasitas, penyusulan, kecepatan.

2.3.1. Metode Kapasitas

Chang Chien (1978), menentukan nilai emp kendaraan di kota Bangkok dengan metode kapasitas di simpang jalan menggunakan persamaan :

$$S = (C + a_1.SM + a_2.CV + a_3.M)/T \times 3600 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- S = Arus jenuh dalam smp/jam hijau
- C = jumlah mobil penumpang
- SM = Jumlah kendaraan samlor (taksi roda 3)
- CV = Kendaraan niaga
- M = Sepeda motor
- T = Periode waktu (detik)

a_1, a_2, a_3 adalah nilai emp dari samlor kendaraan niaga, sepeda motor

Arus jenuh untuk jalan yang dilalui kendaraan penumpang saja :

$$S = 643 W \dots\dots\dots (2.8)$$

Arus jenuh untuk jalan yang dilalui kendaraan campuran :

$$S = 610 W \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

- W = Lebar lajur jalan (m)
S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

Pada metode kapasitas dari Chang Chien tersebut di atas jenis kendaraan yang ditinjau adalah mobil penumpang, mobil samlor, kendaraan niaga dan sepeda motor.

Metode tersebut digunakan dalam penelitian ini dengan memodifikasi jenis kendaraan tersebut di atas menjadi kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan angkutan penumpang umum bus sedang (BS). Sedangkan arus jenuh yang digunakan adalah arus jenuh dari survai di lapangan.

Dengan adanya modifikasi ini maka persamaan 2.7 menjadi :

$$S = (LV + a_1.BS + a_2.HV + a_3.MC)/T \times 3600 \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- S = Arus jenuh (smp/jam)
LV = Jumlah kendaraan ringan (termasuk mobil penumpang umum minibus kecuali bus sedang)
BS = Jumlah kendaraan angkutan umum penumpang (bus sedang)
HV = Jumlah kendaraan berat
MC = Jumlah sepeda motor
T = Periode waktu (detik)

a_1, a_2, a_3 adalah nilai emp dari bus sedang kendaraan berat, sepeda motor

Dalam menghitung arus keluar kendaraan dalam jumlah periode arus jenuh, koefisien dihitung dengan regresi linier berganda. Koefisien-koefisien itu adalah nilai emp kendaraan.

Johar (1984), memperkirakan nilai emp kendaraan di Bandung dengan menghitung arus masing-masing kategori kendaraan ketika melewati garis henti dari lengan jalan yang dipilih dari dua simpang jalan bertumpu pengatur lalu lintas. Dia menggunakan pendekatan regresi yang digunakan oleh Chang Chien (1978). Adapun nilai emp dari beberapa kendaraan adalah sebagai berikut:

♦ Mobil penumpang	= 1,00
♦ Minibus/kendaraan ringan	= 1,25
♦ Oplet	= 0,60
♦ Sepeda motor	= 0,20
♦ Kendaraan berat	= 2,25
♦ Bus	= 2,65
♦ Bemo	= 0,52
♦ Becak	= 0,93

Dia juga mendapatkan hubungan antara arus jenuh lebar jalan lengan masuk simpang :

$$S = -12,33 W^2 + 569,87 W + 233,16 \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

S = Arus jenuh (emp/jam)

W = Lebar jalan (m)

Hubungan tersebut hanya berlaku untuk lebar jalan masuk >3,00 m

2.3.2. Metode Penyusulan

Secara teoritis hasrat menyusul bisa didefinisikan sebagai penyusulan oleh kendaraan yang lebih cepat terhadap kendaraan yang lambat, dengan kondisi masing-masing kendaraan berada pada kecepatan normal untuk ruang jalan yang ditinjau. Jumlah penyusulan secara teoritis untuk mobil penumpang bisa diperoleh dengan pemisahan total volume lalu lintas ke dalam kendaraan penyusul dan yang disusul, kemudian menjumlahkan banyaknya penyusulan oleh kendaraan cepat terhadap kendaraan yang lebih lambat.

Menurut *The Highway Capacity Manual* (TRB, 1965) yang mendiskusikan masalah emp mengisyaratkan bahwa emp bisa ditentukan langsung dengan mengambil informasi mendetail tentang kecepatan kendaraan.

Nilai emp untuk sebuah kendaraan dievaluasi dengan membandingkan jumlah penyusulan secara teoritis kendaraan tersebut terhadap jumlah penyusulan teoritis mobil penumpang. Sehingga nilai emp dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$E = P_{kp} / P_{kt} \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

E = Nilai Ekuivalen mobil penumpang

P_{kp} = Jumlah penyusulan secara teoritis oleh mobil penumpang

P_{kt} = Jumlah penyusulan secara teoritis oleh suatu kendaraan dalam satu kilometer dalam waktu tertentu

2.3.3. Metode Waktu Perjalanan

Dalam memperkirakan emp untuk kendaraan berat di ruas jalan arteri perkotaan yaitu dengan memperkirakan keterlambatan oleh kendaraan berbagai ukuran dan beratnya. Studi ini didasarkan pada pengaruh pengurangan kapasitas dari kendaraan besar berbanding lurus terhadap pertambahan keterlambatan yang disebabkan oleh kendaraan tersebut bila dibandingkan dengan kasus yang sama pada mobil penumpang. Berdasar hal tersebut dihipotesiskan pengaruh relatif pengurangan kapasitas jalan dihitung dalam emp, dapat diperkirakan sebagai perbandingan dari total waktu perjalanan dari kendaraan berat terhadap mobil penumpang ketika melakukan perjalanan melalui jaringan jalan perkotaan.

2.3.4. Metode Jam Kendaraan

Secara konvensional pengertian kapasitas jalan di suatu titik adalah merupakan jumlah maksimum kendaraan yang melewati titik tersebut persatuan waktu. Dengan menerapkan definisi tersebut maka suatu penggalan jalan dapat dinyatakan dalam jam kendaraan, yaitu perkalian jumlah kendaraan dengan waktu tempuh kendaraan-kendaraan yang melalui penggalan jalan tersebut.

Semakin lambat kendaraan dari kendaraan lain akan memerlukan jumlah jam kendaraan lebih banyak untuk trip yang sama terhadap kendaraan lain.

Penambahan jam kendaraan untuk suatu kendaraan relatif terhadap mobil penumpang selama melewati penggalan jalan dapat dipakai dasar perhitungan emp.

2.3.5. Metode *Headway*

Penentuan nilai emp kendaraan di jalan raya maupun jaringan jalannya secara mendalam lebih banyak diuraikan dalam metode ini. Namun demikian penentuan nilai emp lebih umum dilakukan di simpang jalan.

Salter (1976), menguraikan bahwa penentuan emp di simpang jalan dengan lampu pengatur lalu lintas adalah bervariasi dan berbanding lurus dengan lebar lengan dan simpangnya. Penentuan nilai emp mobil barang dengan cara membagi *headway* rata-rata mobil penumpang mengikuti mobil barang dengan membagi *headway* rata-rata mobil penumpang mengikuti mobil penumpang di dalam satu lajur tunggal di simpang jalan dengan lampu pengatur lalu lintas dengan penetapan *headway* antara kendaraan-kendaraan yang melintasi garis henti secara beraturan.

Untuk pengamatan ini dilakukan pengelompokkan sebagai berikut :

1. Mobil penumpang mengikuti mobil penumpang
2. Mobil barang mengikuti mobil penumpang
3. Mobil penumpang mengikuti mobil barang
4. Mobil barang mengikuti mobil barang

Kendaraan yang melintasi garis henti dibagi dalam tiga detik pertama dari fase hijau dan pada akhir arus jenuh tidak dihitung dalam karena pengaruh dari kendaraan barang adalah bukan tidak tergantung dari berat dan ringannya kendaraan yang mendekatinya.

Kondisi yang perlu diperhatikan adalah jumlah *headway* rata-rata dari mobil penumpang mengikuti mobil penumpang dan mobil barang mengikuti mobil barang harus sama jumlah *headway* rata-rata mobil penumpang mengikuti mobil barang mengikuti mobil penumpang.

2.4. Analisa Regresi Linier Berganda

Kalau $Y' = a + bX$ maka dalam regresi linier berganda terdapat sejumlah (sebut saja k buah $k \geq 2$) yang dihubungkan dengan Y linier atau berpangkat satu dalam semua perubah bebas (Sudjana, 1988).

Persamaan regresi linier berganda adalah :

$$Y' = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \dots\dots\dots (2.13)$$

Apabila ditentukan $y_1 = Y - Y'$, $x_1 = X_1 - X_1'$, $x_2 = X_2 - X_2'$, $x_3 = X_3 - X_3'$, maka persamaan regresi linier berganda menjadi :

$$y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 \dots\dots\dots (2.14)$$

persamaan umum yang digunakan untuk menentukan koefisien dari variabel-variabel dari persamaan regresi linier berganda adalah :

$$\Sigma yx_1 = a_1\Sigma x_1^2 + a_2\Sigma x_1x_2 + a_3\Sigma x_2x_3 \dots\dots\dots (2.15)$$

$$\Sigma yx_2 = a_1\Sigma x_1x_2 + a_2\Sigma x_2^2 + a_3\Sigma x_2x_3 \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\Sigma yx_3 = a_1\Sigma x_1x_3 + a_2\Sigma x_2x_3 + a_3\Sigma x_3^2 \dots\dots\dots (2.17)$$

Dimana :

$$\Sigma y^2 = \Sigma y^2 - (\Sigma y/n)^2 \dots\dots\dots (2.18)$$

$$\Sigma x^2 = \Sigma x^2 - (\Sigma x/n)^2 \dots\dots\dots (2.19)$$

$$\Sigma xy^2 = \Sigma(yx) - (\Sigma x \cdot \Sigma y/n) \dots\dots\dots (2.20)$$

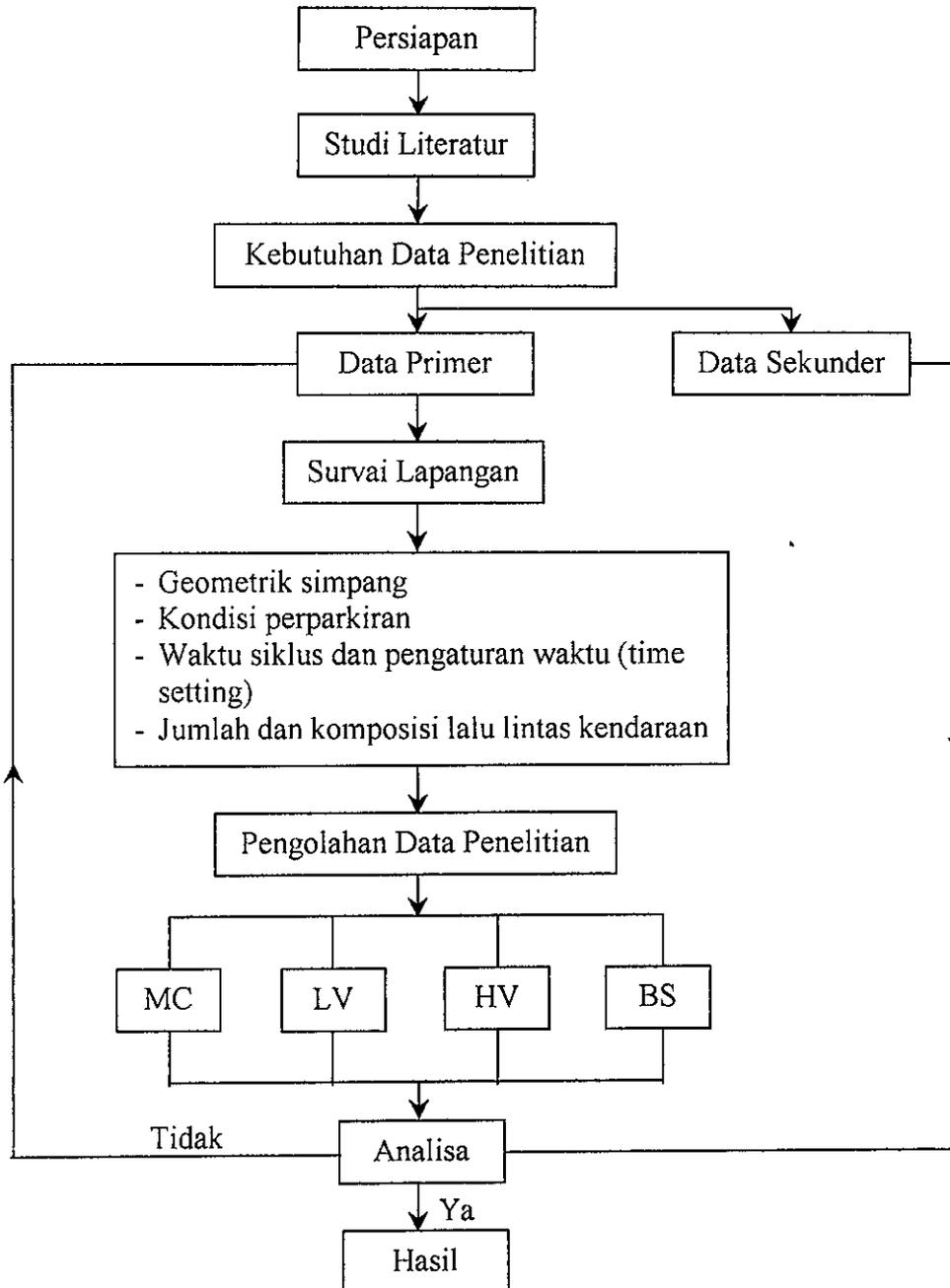
Dari persamaan 2.18, 2.19 dan 2.20 dapat ditentukan koefisien regresi a_1 , a_2 dan a_3 , setelah koefisien regresi a_1 , a_2 dan a_3 dilanjutkan menentukan konstanta a_0 dengan menggunakan persamaan :

$$a_0 = Y' - (a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3) \dots\dots\dots (2.21)$$

BAB III METODOLOGI

3.1. Alur Penelitian

Penelitian ini memiliki alur seperti pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1 Alur Penelitian

3.2. Persiapan

Pada tahap persiapan ini yang perlu dilakukan meliputi :

- ♦ Pengamatan lapangan
Pengamatan dilakukan untuk melihat hal-hal yang terjadi di lapangan sehingga akan dapat mengenali permasalahan-permasalahan yang ada di lapangan yang menarik untuk diteliti.
- ♦ Penentuan tujuan penelitian
Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan permasalahan. Dengan tujuan penelitian yang jelas akan memberikan arah penelitian yang jelas sehingga diharapkan diperoleh hasil yang memuaskan.
- ♦ Penentuan ruang lingkup penelitian
Penentuan ruang lingkup penelitian ditunjukkan untuk memberikan batasan-batasan dalam penelitian, sehingga penelitian tidak membahas hal-hal yang terlalu luas yang dapat mengaburkan tujuan penelitian tetapi tidak boleh terlalu sempit sehingga penelitian yang dilakukan tidak sesuai lagi dengan kondisi lapangan yang ada.

3.3. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan masukan data yang diperlukan, metode penelitian dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan yang berkaitan dengan permasalahan yang diteliti.

3.4. Survei lapangan

Survei lapangan ini dilakukan untuk mendapatkan data-data lapangan.

3.4.1. Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang digunakan untuk memberikan gambaran global mengenai simpang jalan yang akan diteliti :

Variabel yang akan diukur :

- ♦ Bentuk simpang (lebar lengan simpang, lebar pendekat, jumlah lajur, hambatan samping).

- ♦ Kondisi perparkiran
- ♦ Jumlah fase lampu pengatur lalu lintas
- ♦ Waktu siklus
- ♦ Waktu hijau masing-masing fase (saat mulai hijau dan akhir saat hijau jenuh).
- ♦ Jumlah dan komposisi lalu lintas kendaraan yang melewati garis henti.
- ♦ Pengukuran geometrik simpang dan waktu siklus

Peralatan yang digunakan :

- *Clip board*
- Pensil
- Meteran ukur (30 m)
- *Stop watch*

Tenaga yang dibutuhkan secukupnya

Metode pelaksanaan :

- Empat orang ditempatkan pada lokasi survai yaitu pada simpang jalan yang hendak disurvei
 - Penyurvei mengukur waktu hijau, waktu kuning dan waktu merah lampu pengatur lalu lintas dengan menggunakan *stop watch*.
 - Penyurvei menghitung jumlah pendekat, mengukur lebar masing-masing pendekat, lebar keluar, menghitung jumlah lajur masing-masing pendekat, mengukur lebar masing-masing pendekat.
 - Penyurvei mengamati kondisi perparkiran dan hambatan sampnig.
 - Hasil penghitungan dan pengukuran dicatat pada formulir survai.
- ♦ Penghitungan jumlah dan komposisi kendaraan yang melewati garis henti.

Peralatan yang digunakan :

- Formulir survai
- *Clip board*
- Pensil
- *Stop watch*
- *counter*

Tenaga yang dibutuhkan secukupnya

Metode pelaksanaan :

- Enam belas orang penyurvei ditempatkan pada lokasi survai, yaitu Empat orang untuk masing-masing kaki simpang.
- Penyurvei menghitung jumlah dan komposisi kendaraan yang keluar (melewati garis henti) masing-masing kaki simpang yang disurvei.
- Perhitungan kendaraan yang lewat digolongkan 4 macam yaitu :
 1. Kendaraan angkutan penumpang umum bus sedang kapasitas 25 orang
 2. Kendaraan berat termasuk truk, bus
 3. Kendaraan ringan termasuk di dalamnya adalah mobil penumpang, mobil pribadi, *pick up*
 4. Sepeda motor
- Hasil perhitungan dicatat pada formulir
- Dilakukan dari pukul 06.30 – 08.00 dan 12.30 – 14.00

3.4.2. Survai detail

Survai detail ini dilakukan untuk mengumpulkan data yang digunakan untuk analisis pengemudi angkutan penumpang umum bus sedang di simpang dengan pengatur lampu lalu lintas.

Peralatan yang dibutuhkan antara lain :

- ◆ Formulir survai
- ◆ *Oip board*
- ◆ *Stop watch*
- ◆ Kamera video
- ◆ *Video player*

Metode pelaksanaan di lapangan :

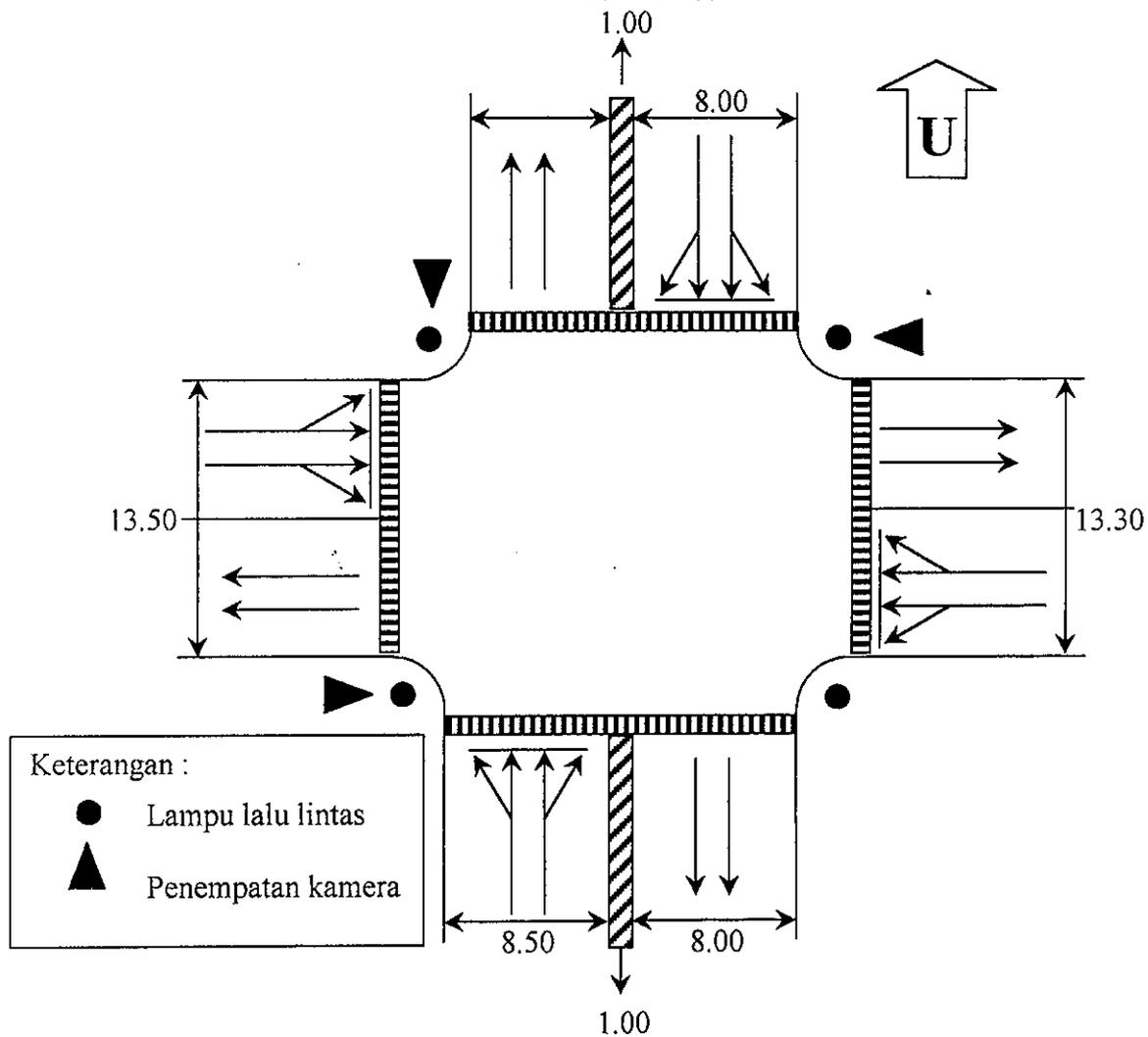
- ◆ Kamera ditempatkan pada titik penempatan pada lokasi yang akan disurvei titik penempatan kamera sehingga proses-proses dari lampu lalu lintas dapat diamati dengan jelas, rencana penempatan kamera seperti pada Gambar 3.2..
- ◆ Perlu menjelaskan garis henti digunakan pita/plastik yang ditempatkan pada garis henti.

- ♦ Pengamatan dilakukan mulai lampu merah saat kendaraan mulai berhenti sampai saat hijau menyala dan arus mulai bergerak dan juga arus hijau jenuh dapat diamati semua.

Metode pelaksanaan di studio

- ♦ Hasil rekaman di lapangan diputar dengan menggunakan *video player*.
- ♦ Menghitung kendaraan yang melewati garis henti pada waktu hijau jenuh.
- ♦ Perhitungan kendaraan yang lewat garis henti tersebut digolongkan menjadi golongan seperti tersebut di atas.
- ♦ Mengukur waktu saat kendaraan melewati garis henti hingga kendaraan antrian berakhir sewaktu lampu lalu lintas menyala merah.

Jl. Yos Sudarso



Gambar 3.2. Penempatan Kamera Video

3.5. Pengumpulan data peralatan dan formulir

Data-data dari survai pendahuluan tanpa data hambatan survai, kondisi pengaturan dan data-data hasil pengamatan survai detail di lapangan dan di studio dikumpulkan digunakan untuk bahan analisis.

3.6. Analisa

Dalam menganalisa data lalu lintas yang ada digunakan metode kapasitas. Pemilihan metode ini didasarkan pada :

1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian memungkinkan digunakan metode tersebut.
2. Keterbatasan waktu serta biaya pembuktian sehingga tidak memungkinkan menggunakan metode yang lain.

3.6.1. Penghitungan nilai emp kendaraan penumpang umum bus sedang

Dari hasil survai arus jenuh didapatkan berbagai macam kombinasi moda transportasi yang mencapai arus jenuh. Dengan berbagai kombinasi ini dapat dicari nilai emp kendaraan angkutan umum penumpang bus sedang dengan regresi linier berganda.

Persamaan yang dipakai adalah persamaan :

$$S = (LV + a_1.BS + a_2.HV + a_3.MC)/T \times 3600$$

Nilai S ini bersatuan smp/jam hijau

Kalau nilai S diubah menjadi kendaraan periode waktu T persamaan tersebut berubah menjadi :

$$S \times 3600 / T = (LV + a_1.BS + a_2.HV + a_3.MC)/T \times 3600 \dots\dots\dots (3.1)$$

Menjadi

$$S = LV + a_1.BS + a_2.HV + a_3.MC \dots\dots\dots (3.2)$$

Menjadi

$$LV = S - (a_1.BS + a_2.HV + a_3.MC) \dots\dots\dots (3.3)$$

Dari persamaan 3.3 dilakukan analisa regresi linier berganda

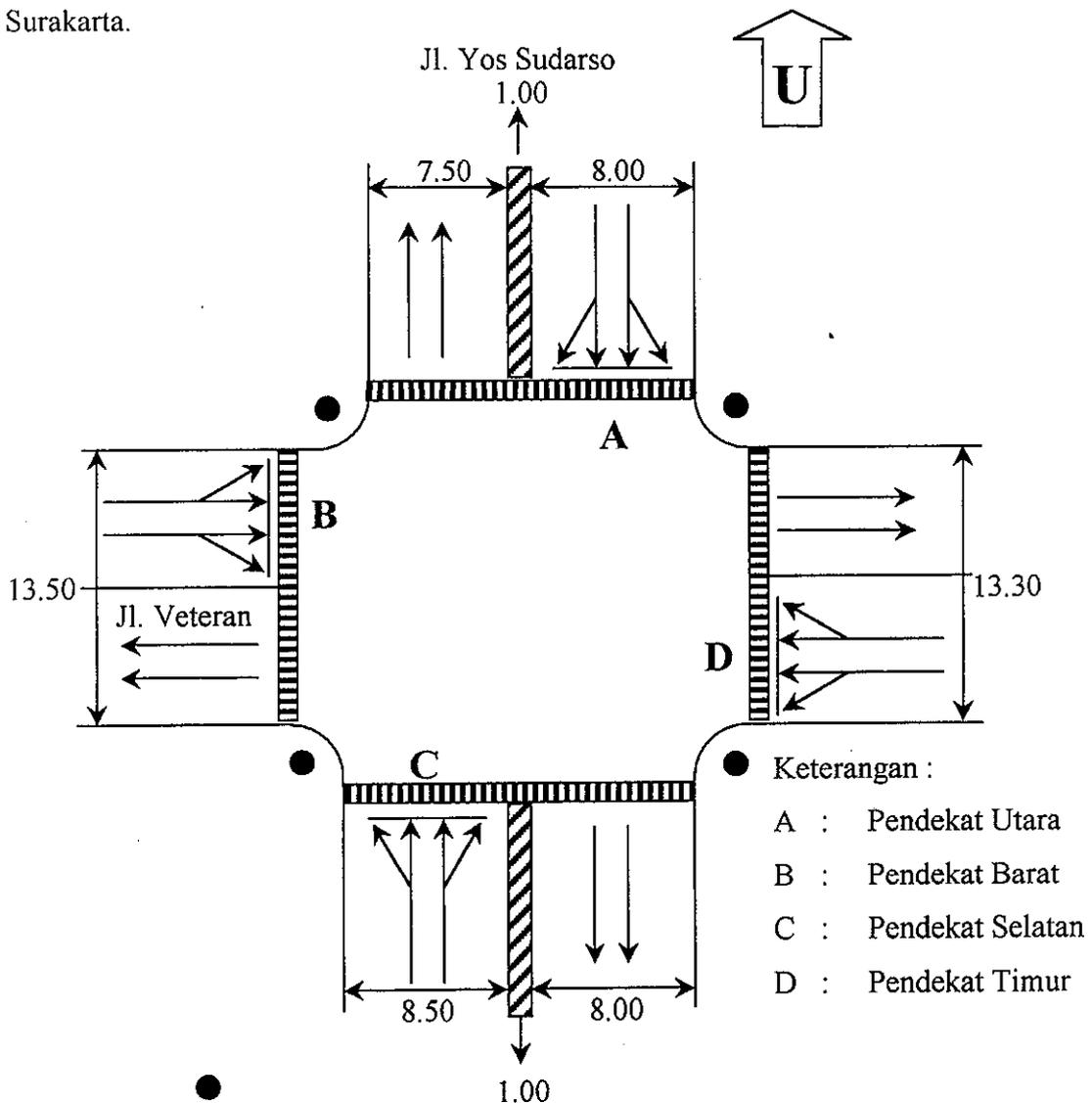
3.6.2. Pengaruh kendaraan penumpang umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh

Pengaruh angkutan umum bus sedang di dekat simpang terhadap arus jenuh dapat diketahui dengan membandingkan antara rata-rata arus jenuh pada kondisi tidak ada angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang dengan arus jenuh pada kondisi ada angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang.

BAB IV PENYAJIAN DATA

4.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan pada hari Selasa tanggal 8 Februari 2005, di lokasi studi yaitu simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran Surakarta pada jam 07.00 – 08.30 WIB dan jam 13.00 – 14.30 WIB. Pengumpulan data dilakukan untuk semua pendekat yaitu pendekat Barat, pendekat Selatan dan pendekat Timur. Gambar 4.1 menunjukkan denah simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran Surakarta.



Gambar 4.1. Denah simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran Surakarta.

Dari masing-masing pendekatan diamati jumlah angkutan umum bus sedang yang lewat pada lajur kiri dan bukan lajur kiri, jumlah dan jarak bus sedang yang berhenti serta arus jenuh lalu lintas yang melewati simpang pada waktu hijau, dengan asumsi arus jenuh sesuai dengan yang diuraikan pada bab I yaitu, bahwa yang dianggap sebagai arus jenuh adalah lalu lintas yang melewati garis henti dari suatu pendekatan simpang dari kendaraan keempat sampai kendaraan kedelapan, kesembilan, kesepuluh tergantung dari kendaraan yang terakhir pada antrian akibat lampu merah sebelum lampu hijau menyala. Apabila kendaraan yang mengantri lebih dari sepuluh sebelum terjadi lampu hijau maka diambil batas kendaraan yang kesepuluh.

4.2. Karakteristik Simpang

Karakteristik simpang menunjukkan kondisi lapangan yang meliputi kondisi geometrik simpang, waktu siklus, pengaturan waktu (*time setting*) maupun pergerakan kendaraan.

4.2.1. Geometrik Simpang

Kondisi geometrik simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran dari pengamatan lapangan adalah seperti pada Tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1. Kondisi geometrik simpang

Kondisi geometrik	Pendekat			
	Utara	Barat	Selatan	Timur
Lebar lengan simpang (m)	8,00	13,50	8,50	13,30
Kerb (Y/N)	Y	Y	Y	Y
Pemisah (Y/N)	Y	N	Y	N
Kondisi perparkiran (Y/N)	N	N	N	N
Marka jalan (Y/N)	Y	Y	Y	Y
Lintas penyeberangan (Y/N)	Y	Y	Y	Y

Sumber: Hasil Survei Lapangan

4.2.2. Fase Lampu Pengatur Lalu Lintas dan Waktu Siklus

Simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran diatur oleh lampu pengatur lalu lintas dengan waktu siklus 110 detik yang dibagi menjadi 4 fase. Sedangkan

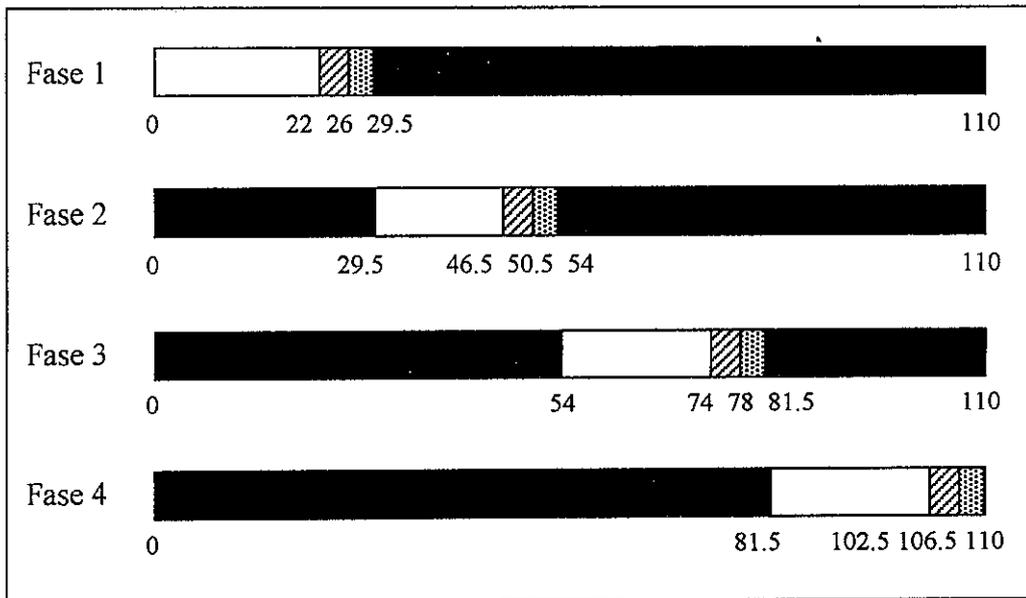
pergerakan kendaraan yang terjadi pada masing-masing fase dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Pergerakan kendaraan pada tiap-tiap fase lampu pengatur lalu lintas

Fase simpang	1	2	3	4
Pergerakan kendaraan				
Waktu hijau	22 detik	17 detik	20 detik	21 detik
Waktu merah	84 detik	89 detik	86 detik	85 detik
Waktu kuning	4 detik	4 detik	4 detik	4 detik
9Waktu siklus	110 detik			

Sumber: Hasil Survei Lapangan

Adapun diagram pengaturan waktu lampu pengatur lalu lintas simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran adalah dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Diagram Waktu Sinyal Lampu Pengatur Lalu Lintas

Keterangan :

- : Merah
- : Hijau
- : Kuning
- : All red

4.3. Perilaku Angkutan Umum Bus Sedang

Perilaku angkutan umum bus sedang yang diamati adalah meliputi: jumlah bus sedang yang melewati lajur kiri maupun bukan kiri, lokasi dan jumlah bus sedang yang berhenti dari garis henti pendekat yang ditinjau.

4.3.1. Lajur yang dilewati oleh angkutan umum bus sedang

Pada simpang Jl. Yos Sudarso – Jl. Veteran, jumlah angkutan umum bus sedang yang melewati lajur sebelah kiri dan lajur bukan sebelah kiri ditunjukkan pada Lampiran B.1.a, B.1.b dan B.1.c.

Prosentase angkutan umum bus sedang yang lewat lajur sebelah kiri dan lajur bukan sebelah kiri dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3. Prosentase bus sedang yang lewat lajur kiri dan lajur bukan kiri

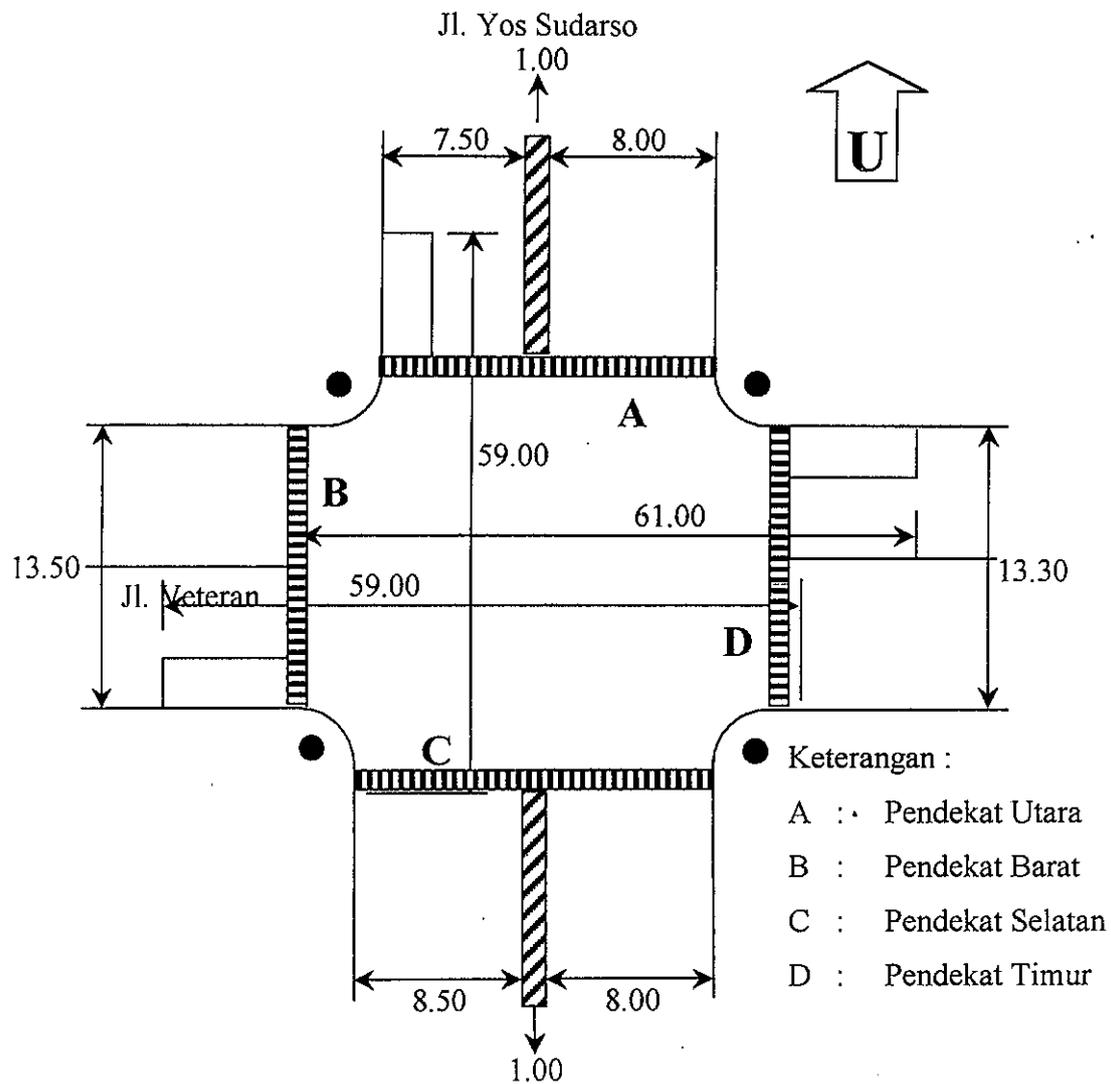
Pendekat	BS yang lewat		Prosentase BS yang lewat	
	Lajur kiri (kend)	Lajur bukan kiri (kend)	Lajur kiri (%)	Lajur bukan kiri (%)
Barat	36	25	59	41
Selatan	7	2	78	22
Timur	40	46	47	53

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa sebagian besar angkutan umum bus sedang yang masuk pendekat barat dan selatan adalah lewat lajur sebelah kiri yaitu sebesar 59 % dan 78 %, sedangkan sisanya melalui lajur bukan kiri yaitu sebesar 41 % dan 22 %. Adapun untuk pendekat sebelah timur sebagian besar angkutan umum bus sedang lewat lajur sebelah kanan yaitu sebesar 53 % dan sisanya lewat lajur sebelah kiri yaitu sebesar 47 %.

4.3.2. Lokasi berhenti angkutan umum bus sedang

Lokasi berhenti angkutan umum bus sedang pada simpang Jl. Yos Sudarso-Jl. Veteran dapat dilihat pada gambar 4.3. Sedangkan jarak lokasi berhenti angkutan umum bus sedang terhadap pendekat barat, selatan dan timur dapat dilihat pada Tabel 4.4, 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.3. Lokasi berhenti angkutan umum bus sedang di simpang
Jl. Yos Sudarso-Jl. Veteran

Dari Tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 dapat dilihat bahwa bus sedang cenderung berhenti pada lokasi berjarak antara 50 meter – 54 meter terhadap garis henti pendekat barat maupun terhadap garis henti pendekat selatan, sedangkan terhadap garis henti pendekat timur berjarak antara 55 meter – 59 meter.

Tabel 4.4. Jarak lokasi dan jumlah angkutan umum bus sedang yang berhenti terhadap simpang pendekat Barat.

No	Jarak berhenti (m)	Jumlah BS yang berhenti (kend)
1	50-54	9
2	55-59	7
3	60-64	7
4	65-69	5

Sumber: Hasil Survei Lapangan

Tabel 4.5. Jarak lokasi dan jumlah angkutan umum bus sedang yang berhenti terhadap simpang pendekat Selatan.

No	Jarak berhenti (m)	Jumlah BS yang berhenti (kend)
1	50-54	17
2	55-59	12
3	60-64	8
4	65-69	9

Sumber: Hasil Survei Lapangan

Tabel 4.6. Jarak lokasi dan jumlah angkutan umum bus sedang yang berhenti terhadap simpang pendekat Timur.

No	Jarak berhenti (m)	Jumlah BS yang berhenti (kend)
1	50-54	11
2	55-59	18
3	60-64	15
4	65-69	14

Sumber: Hasil Survei Lapangan

4.4. Komposisi Kendaraan yang Lewat

Dari hasil pengumpulan data di lapangan didapat komposisi jumlah kendaraan yang diasumsikan sebagai arus jenuh pada saat waktu hijau terjadi. Komposisi dan jumlah kendaraan yang diasumsikan sebagai arus jenuh yang melewati simpang Jl. Yos Sudarso-Jl. Veteran dari pendekat barat, selatan dan timur tanpa adanya angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang dapat dilihat pada Lampiran D.1.a, D.1.b dan D.1.c, sedangkan komposisi dan jumlah kendaraan yang melewati simpang tersebut masing-masing dari pendekat barat, pendekat selatan dan pendekat timur dengan adanya angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang dapat dilihat pada Lampiran D.2.a, D.2.b dan D.2.c.

BAB V

ANALISIS DATA

5.1. Perilaku Angkutan Umum Bus Sedang

Berdasarkan data yang diuraikan sebelumnya menunjukkan bahwa sebagian besar BS menggunakan lajur sebelah kiri. Hal ini dimungkinkan karena operator BS lebih dekat menawarkan jasanya kepada calon pengguna jasa yang menunggu BS di pinggir jalan. Disamping itu BS sebagian besar berhenti pada lokasi berjarak terhadap pendekat barat dan selatan adalah 50 – 54 meter sedangkan terhadap pendekat timur adalah 55 – 59 m. Hal ini dimungkinkan karena pada lokasi ini merupakan bebas dari pedagang asongan yang menggelar dan menawarkan dagangan di trotoar (terhadap pendekat barat), bebas dari pedagang kaki lima dan dekat dengan halaman dan pintu keluar masuk kantor bank (terhadap pendekat selatan) dan trotoar yang luas berdampingan dengan halaman toko yang relatif luas (terhadap pendekat timur). Sehingga lokasi tersebut merupakan tempat yang nyaman untuk menunggu, naik dan turun bagi pengguna jasa BS.

Kecenderungan perilaku BS tersebut juga tidak lepas dari perilaku operator dan kondisi BS yang dioperasikan.

5.2. Penentuan Nilai emp Bus Sedang

Nilai emp dari BS ditentukan dengan pendekatan metode kapasitas seperti telah dijelaskan sebelumnya. Penentuan emp dari BS ini didasarkan pada kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh dan dianalisis dengan menggunakan analisis regresi berganda.

5.2.1 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Barat.

Kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh per jam hijau untuk pendekat Barat tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang dapat dilakukan

dengan cara merubah komposisi dan jumlah kendaraan pada saat arus jenuh yang melewati simpang tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang pada pendekatan Barat seperti dari Lampiran D.1.a dalam 0 rentang waktu tertentu (detik) dikalikan dengan tiga ribu enam ratus detik per rentang waktu tertentu detik. Sehingga kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh menjadi: $3600 \text{ detik}/14 \text{ detik} \times (11+9+0+1) = 2314 + 2829 + 0 + 257 = 5400$ kendaraan/jam. Dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 sehingga diperoleh hasil seperti pada Lampiran E.1.a. Data seperti pada Lampiran E.1.a ini kemudian digunakan sebagai masukan data untuk analisa regresi linier berganda. Adapun hasil analisa regresi linier berganda dapat disajikan pada Tabel 5.1.

Arus jenuh yang diuraikan pada bab sebelumnya adalah dalam satuan smp/jam, sedangkan arus jenuh yang terjadi seperti pada Lampiran E.1.a adalah arus jenuh dalam satuan kendaraan/jam, karena arus jenuh pada Lampiran E.1.a ini diperoleh dari data lalu lintas hasil survai lapangan dalam satuan kendaraan/jam. Untuk mendapatkan satuan smp/jam dengan mengalikan jumlah kendaraan kali nilai emp masing-masing kendaraan, sedangkan nilai emp untuk masing-masing kendaraan baru akan dicari dalam analisa ini.

Tabel 5.1. Nilai masing-masing variabel bebas hasil analisis regresi simpang pendekatan Barat

Variabel bebas	Konstanta (x_0)	MC (x_1)	HV (x_2)	Bus sedang (x_3)
Nilai	3043,586	-0,174	-1,269	-1,079

Sumber: Hasil Perhitungan

Persamaan regresi:

$$L_v = X_0 + X_1 MC + X_2 HV + X_3 BS$$

Dari Tabel 5.1 didapat persamaan regresi :

$$L_v = -0,174 MC - 1,269 HV - 1,079 BS + 3043,586, \text{ dengan}$$

$$R = 0,981$$

sehingga

Dari persamaan regresi tersebut dapat ditentukan bahwa :

- ♦ Arus jenuh : 3043,586 smp/jam hijau
- ♦ emp sepeda motor : 0,174
- ♦ emp kendaraan berat : 1,259
- ♦ emp bus sedang : 1,079

5.2.2. Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Selatan

Kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh per jam hijau untuk pendekat Selatan tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang dapat dilakukan dengan cara merubah komposisi dan jumlah kendaraan pada saat arus jenuh yang melewati simpang tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang pada pendekat Selatan seperti pada Lampiran D.1.b dalam rentang waktu tertentu (detik) dikalikan dengan tiga ribu enam ratus detik per rentang waktu tertentu detik. Sehingga kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh menjadi: $3600 \text{ detik}/18 \text{ detik} \times (29+8+0+2) = 1600 + 5800 + 0 + 400 = 7800$ kendaraan/jam. Dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 sehingga diperoleh hasil seperti pada Lampiran E.1.b. Data seperti pada Lampiran E.1.b ini kemudian digunakan sebagai masukan data untuk analisa regresi linier berganda. Adapun hasil analisa regresi linier berganda dapat disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Nilai masing-masing variabel bebas hasil analisis regresi simpang pendekat Selatan

Variabel bebas	Konstanta (x_0)	MC (x_1)	HV (x_2)	Bus sedang (x_3)
Nilai	3104,835	-0,180	-1,291	-1,059

Sumber: Hasil Perhitungan

Persamaan regresi:

$$Lv = X_0 + X_1 MC + X_2 HV + X_3 BS$$

Dari Tabel 5.2 didapat persamaan regresi :

$$Lv = -0,180 MC - 1,2691 HV - 1,059 BS + 3104,835, \text{ dengan}$$

$$R = 0,872$$

sehingga

Dari persamaan regresi tersebut dapat ditentukan bahwa :

- ♦ Arus jenuh : 3104,835 smp/jam hijau
- ♦ emp sepeda motor : 0,180
- ♦ emp kendaraan berat : 1,291
- ♦ emp bus sedang : 1,059

5.2.3. Nilai Ekivalen Mobil Penumpang Simpang Pendekat Timur

Kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh per jam hijau untuk pendekat Timur tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang dapat dilakukan dengan cara merubah komposisi dan jumlah kendaraan pada saat arus jenuh yang melewati simpang tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang pada pendekat Timur seperti pada Lampiran D.1.c dalam rentang waktu tertentu (detik) dikalikan dengan tiga ribu enam ratus detik per rentang waktu tertentu detik. Sehingga kombinasi kendaraan pada saat arus jenuh menjadi: $3600 \text{ detik}/12 \text{ detik} \times (14+5+0+3) = 600 + 6600 + 0 + 900 = 8100$ kendaraan/jam. Dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 sehingga diperoleh hasil seperti pada Lampiran E.1.c. Data seperti pada Lampiran E.1.c ini kemudian digunakan sebagai masukan data untuk analisa regresi linier berganda. Adapun hasil analisa regresi linier berganda dapat disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Nilai masing-masing variabel bebas hasil analisis regresi simpang pendekat Timur

Variabel bebas	Konstanta (x_0)	MC (x_1)	HV (x_2)	Bus sedang (x_3)
Nilai	2886,296	-0,190	-1,315	-1,100

Sumber: Hasil Perhitungan

Persamaan regresi:

$$L_v = X_0 + X_1 \text{ MC} + X_2 \text{ HV} + X_3 \text{ BS}$$

Dari Tabel 5.3 didapat persamaan regresi :

$$L_v = -0,190 \text{ MC} - 1,315 \text{ HV} - 1,100 \text{ BS} + 2886,296, \text{ dengan}$$

$$R = 0,933$$

sehingga

Dari persamaan regresi tersebut dapat ditentukan bahwa :

- ♦ Arus jenuh : 2886,296 smp/jam hijau
- ♦ emp sepeda motor : 0,190
- ♦ emp kendaraan berat : 1,315
- ♦ emp bus sedang : 1,100

5.2.4. Nilai Ekvivalen Mobil Penumpang Rata-rata Simpang Untuk Semua Pendekat

Nilai ekvivalen mobil penumpang rata-rata pada simpang untuk semua pendekat adalah rata-rata nilai ekvivalen mobil penumpang dari hasil analisis regresi yang diperlihatkan pada Tabel 5.1, Tabel 5.2 dan Tabel 5.3 yang dapat dilihat pada Tabel 5.4

Tabel 5.4. Nilai ekvivalen mobil penumpang rata-rata simpang tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang

ekvivalen mobil penumpang (emp)	Pendekat barat	Pendekat selatan	Pendekat timur	Rata-rata
Sepeda motor	0,174	0,180	0,190	0,181
Kendaraan berat	1,259	1,291	1,315	1,288
Bus sedang	1,079	1,059	1,100	1,079

Sumber: Hasil Perhitungan

Menurut FD. Hobbs (1995) nilai emp bus sedang adalah 2,25, sedangkan menurut hasil penelitian Johar (1984) nilai emp bus adalah 2.65, Nilai emp menurut ketentuan MKJI 1997 untuk mobil penumpang adalah 1,0, sedangkan nilai emp bus besar (termasuk kendaraan berat) adalah 1,3. Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh nilai emp bus sedang untuk rata-rata semua pendekat simpang adalah 1,079, sehingga nilai emp untuk angkutan umum BS mendekati nilai emp mobil penumpang menurut ketentuan MKJI 1997.

5.3. Pengaruh Angkutan Umum Bus Sedang Berhenti di Dekat Simpang terhadap Arus Jenuh

Untuk mengetahui pengaruh angkutan umum bus sedang yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh digunakan analisis kesamaan rata-rata.

Apabila dalam hal ini H_0 : adalah rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat tidak ada bus sedang yang berhenti sama dengan rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat ada bus sedang yang berhenti di dekat persimpangan, sedangkan H_1 adalah rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat tidak ada bus sedang yang berhenti tidak sama dengan rata-rata arus jenuh pada saat ada bus sedang yang berhenti di dekat simpang.

5.3.1. Arus Jenuh Simpang Pendekat Barat

Arus jenuh yang melewati pendekat barat pada kondisi tanpa adanya bus sedang yang berhenti didekat simpang dalam satuan smp/jam adalah total dari jumlah kendaraan yang diperoleh dari Lampiran E.1.a dikalikan emp dari jenis kendaraan yang bersangkutan sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned} \text{arus jenuh (S)} &= L_v + X_1 MC + X_2 HV + X_3 BS \\ &= 2314 + 0,174 \cdot 2829 + 1,259 \cdot 0 + 1,079 \cdot 257 \\ &= 2314 + 492 + 0 + 277 \\ &= 3084 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.2.a. Sedangkan arus jenuh yang melewati pendekat Barat pada kondisi dengan adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang adalah total dari jumlah kendaraan seperti pada Lampiran D.2.a dikalikan Emp yang bersangkutan dikalikan 3600 detik per rentang waktu yang bersangkutan, sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned} \text{arus jenuh (S)} &= (L_v + X_1 MC + X_2 HV + X_3 BS) \times 3600 / T \\ &= (5 + 0,174 \cdot 14 + 1,259 \cdot 0 + 1,079 \cdot 0) \times 3600 / 14 \\ &= 1286 + 626 + 0 + 0 \\ &= 1912 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.3.a.

Berdasarkan jumlah arus jenuh (smp/jam) pada kondisi tanpa ada dan kondisi ada BS berhenti di dekat simpang seperti pada Lampiran E.2.a dan E.3.a dilakukan perhitungan kesamaan rata-rata arus jenuh. Adapun hasil perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh untuk pendekatan barat dapat dilihat pada Tabel 5.5

Tabel 5.5. Perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh pendekatan Barat

Nilai	Kondisi	
	Tidak ada bus sedang yang berhenti	Ada bus sedang yang berhenti
Rata-rata arus jenuh	3041,925	2594,1
N	40	40
S ²	8547110,62	7148028,05
S	2923,54	2673,58
S ²	804878,06	
S	2837,04	
T	0,706	
T tabel	0,679	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa nilai t hasil perhitungan $>$ t tabel, oleh karena itu H_0 ditolak, dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa rata-rata arus jenuh pada saat ada bus sedang yang berhenti tidak sama dengan rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat tidak ada bus sedang yang berhenti di dekat simpang.

Besarnya pengaruh bus sedang yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh yang terjadi untuk pendekatan barat adalah $2594,1/3041,925 = 0,8528$

5.3.2. Arus Jenuh Simpang Pendekat Selatan

Arus jenuh yang melewati pendekatan Selatan pada kondisi tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang dalam satuan smp/jam adalah total dari jumlah kendaraan yang diperoleh dari Lampiran E.1.b dikalikan emp dari jenis kendaraan yang bersangkutan sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned}
 \text{arus jenuh (S)} &= L_v + X_1 \text{ MC} + X_2 \text{ HV} + X_3 \text{ BS} \\
 &= 1600 + 0,180 \cdot 5800 + 1,291 \cdot 0 + 1,059 \cdot 400 \\
 &= 1600 + 1044 + 0 + 424 \\
 &= 3068 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.2.b. Sedangkan arus jenuh yang melewati pendekatan Barat pada kondisi dengan adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang adalah total dari jumlah kendaraan seperti pada Lampiran D.2.b dikalikan empat yang bersangkutan dikalikan 3600 detik per rentang waktu yang bersangkutan, sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned}
 \text{arus jenuh (S)} &= (L_v + X_1 \text{ MC} + X_2 \text{ HV} + X_3 \text{ BS}) \times 3600 / T \\
 &= (7 + 0,180 \cdot 18 + 1,291 \cdot 0 + 1,059 \cdot 1) \times 3600/18 \\
 &= 1400 + 648 + 0 + 212 \\
 &= 2260 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.3.b.

Berdasarkan jumlah arus jenuh (smp/jam) pada kondisi tanpa ada dan kondisi ada BS berhenti di dekat simpang seperti pada Lampiran E.2.b dan E.3.b dilakukan perhitungan kesamaan rata-rata arus jenuh. Adapun hasil perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh untuk pendekatan Selatan dapat dilihat pada Tabel 5.6

Tabel 5.6. Perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh pendekat Selatan

Nilai	Kondisi	
	Tidak ada bus sedang yang berhenti	Ada bus sedang yang berhenti
Rata-rata arus jenuh	2955,725	2535,725
n	40	40
S ²	429730,099	6061878,485
S	3041,337	2462,088
S ²	7655804,792	
S	2766,912	
T	0,68	
T tabel	0,679	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.6 dapat dilihat bahwa nilai t hasil perhitungan $>$ t tabel, oleh karena itu H_0 ditolak, dan H_1 diterima. Hal ini berarti bahwa rata-rata arus jenuh pada saat ada bus sedang yang berhenti tidak sama dengan rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat tidak ada bus sedang yang berhenti di dekat simpang.

Besarnya pengaruh bus sedang yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh yang terjadi untuk pendekat selatan = $2535,725/2955,725 = 0,8579$

5.3.3. Arus Jenuh Simpang Pendekat Timur

Arus jenuh yang melewati pendekat barat pada kondisi tanpa adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang dalam satuan smp/jam adalah total dari jumlah kendaraan yang diperoleh dari Lampiran E.1.c dikalikan emp dari jenis kendaraan yang bersangkutan sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned}
 \text{arus jenuh (S)} &= L_v + X_1 \text{ MC} + X_2 \text{ HV} + X_3 \text{ BS} \\
 &= 600 + 0,190 \cdot 6600 + 1,315 \cdot 0 + 1,1 \cdot 900 \\
 &= 600 + 1254 + 0 + 990 \\
 &= 2844 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.2.c. Sedangkan arus jenuh yang melewati pendekat Barat pada kondisi dengan adanya bus sedang yang berhenti di dekat simpang

adalah total dari jumlah kendaraan seperti pada Lampiran D.1.c dikalikan emp yang bersangkutan dikalikan 3600 detik per rentang waktu yang bersangkutan, sehingga untuk data pertama:

$$\begin{aligned} \text{arus jenuh (S)} &= (L_v + X_1 MC + X_2 HV + X_3 BS) \times 3600 / T \\ &= (4 + 0,190. 11 + 1,315. 0 + 1,1. 2) \times 3600/11 \\ &= 1309 + 684 + 0 + 720 \\ &= 2713 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Selanjutnya dengan cara yang sama dilakukan sampai data ke-40 yang hasilnya seperti pada Lampiran E.3.c.

Berdasarkan jumlah arus jenuh (smp/jam) pada kondisi tanpa ada dan kondisi ada BS berhenti di dekat simpang seperti pada Lampiran E.2.c dan E.3.c dilakukan perhitungan kesamaan rata-rata arus jenuh. Adapun hasil perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh untuk pendekatan Timur dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Perhitungan kesamaan dua rata-rata arus jenuh pendekatan Timur

Nilai	Kondisi	
	Tidak ada bus sedang yang berhenti	Ada bus sedang yang berhenti
Rata-rata arus jenuh	2816	2341,225
n	40	40
S ²	8498349,297	5837356,188
S	2915,193	2416,062
S ²	7167852,742	
S	2679,284	
t	0,793	
t tabel	0,679	

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari Tabel 5.7 dapat dilihat bahwa nilai t hasil perhitungan > t tabel, oleh karena itu H₀ ditolak, dan H₁ diterima. Hal ini berarti bahwa rata-rata arus jenuh pada saat ada bus sedang yang berhenti tidak sama dengan rata-rata arus jenuh yang terjadi pada saat tidak ada bus sedang yang berhenti di dekat simpang.

Besarnya pengaruh bus sedang yang berhenti di dekat simpang terhadap arus jenuh yang terjadi untuk pendekat timur adalah $2341,225/2816 = 0,8314$

Dari analisa perhitungan diperoleh besarnya rata-rata pengaruh angkutan umum bus sedang berhenti di dekat simpang yang terjadi untuk semua pendekat adalah 0,8411 sehingga terjadi penurunan arus jenuh rata-rata sebesar 15,89 %, Hal ini dimungkinkan disebabkan oleh kondisi bus sedang yang berhenti di dekat simpang tersebut mengganggu atau menimbulkan tundaan pada lalu lintas di belakangnya, oleh sebab itu untuk mempertahankan arus jenuh yang terjadi pada pendekat simpang tersebut perlu dicermati pada lokasi pemberhentian bus sedang tersebut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan bahwa:

- ◆ Angkutan umum bus sedang yang lewat pendekat barat dan selatan cenderung menggunakan lajur sebelah kiri, sedangkan yang lewat pendekat timur cenderung menggunakan lajur sebelah kanan. Bus sedang cenderung berhenti pada lokasi yang nyaman dan aman bagi calon penumpang yang menunggu, naik dan turun angkutan umum bus sedang.
- ◆ Nilai ekivalensi mobil penumpang (emp) angkutan umum bus sedang untuk pendekat barat, selatan dan timur secara berturut-turut adalah 1,079, 1,059 dan 1,10.
- ◆ Nilai emp rata-rata untuk angkutan umum bus sedang adalah 1,079.
- ◆ Nilai emp mobil penumpang menurut ketentuan MKJI 1997 adalah 1,0 sedangkan nilai emp angkutan umum bus sedang rata-rata menurut hasil penelitian adalah 1,079, dengan demikian nilai emp angkutan umum bus sedang mendekati emp mobil penumpang menurut ketentuan MKJI 1997.
- ◆ Pengaruh bus sedang berhenti di dekat simpang mengakibatkan pengurangan (reduksi) terhadap arus jenuh yang terjadi, perbandingan antara arus jenuh yang terjadi pada kondisi dengan adanya BS yang berhenti di dekat simpang untuk pendekat Barat, Selatan dan Timur secara berturut-turut adalah 0,853, 0,856 dan 0,831.

6.2. Saran

Untuk mempertahankan arus jenuh pada simpang perlu dibuat ceruk (teluk) di dekat simpang pada lokasi dimana terdapat kecenderungan angkutan umum bus sedang berhenti tersebut, sehingga angkutan umum bus sedang yang berhenti di tempat tersebut tidak menimbulkan tundaan dan mengganggu lalu lintas dibelakangnya, sehingga tidak mengakibatkan penurunan arus jenuh.

Perlu ada penelitian lebih lanjut untuk mengetahui perilaku angkutan umum bus sedang di simpang ini, dengan memperhatikan kondisi operator (pengemudi) meliputi umur, jenis kelamin, tingkat pendidikan dan kondisi moda meliputi umur pemakaian, kondisi mesin dan emisi gas buang.

DAFTAR PUSTAKA

-----*Tata Cara Pelaksanaan Survey dan Perhitungan Lalu Lintas Cara Manual No. 016 T BNKT 1990*, Direktorat Pembinaan Jalan Kota.

-----*Pedoman penyusunan dan Penulisan Tesis (1999)*, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

BINAMARGA, (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum.

Chang Chien, CC, (1978), *Saturation Flow at Signal Controlled Intersections in Bangkok*, M. Eng. Tesis No. 1270, Asian Institut of Technology, Bangkok, Thailand. (unpublished).

Cleveland DE, *Traffic Studies Transportation and Engineering Hand Book*.

Djohar, H. (1984), *Passenger Car Unit Value and Saturation Flow for Junctions in Bandung*, S2 (M.Sc.) Tesis, Program Sistem dan Teknik Jalan Raya, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.

Hines, W.W and Montgomery, D.C (1990), *Probabilitas dan Statistik dalam Ilmu Rekayasa dan Manajemen*, Universitas Indonesia, Jakarta.

HOBBS, FD, (1995), *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Terjemahan, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

HOMBURGER, W.S, *Transportation and Traffic Engineering Hand Book*, Englewood Cliffs, New Jersey.

Kennedy, John B and Nevile Adam M, (1976), *Basic Electrical Methods for Engineers and Scientists*, Harpen & Row, Publisher Inc, New York.

MORLOK, EK, (1985), *Pengantar Teknik Perencanaan Transportasi*, Terjemahan, Erlangga, Jakarta.

Mc. Shone, W.A and Roess, R.P *Traffic Engineering Hand Book*, Prentice hall, Englewood Cluffs New Jersey 07632.

Papa Costas Cs, (1987), *Fundamentals of Transportation Engineering*, Pretice Hall.

Rosehan Anwar (1993). *Pengaruh Kendaraan Angkutan Penumpang Umum (Angkot) Terhadap Saturation Flow*, Thesis. Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia.

SALTER R.J, (1976), *Highway Traffic Analysis and Design*, Revised Edition, Mac Millan Press Ltd.

SUDJANA, (1988), *Metoda Statistika*, Transito, Bandung.

SUDJANA, (1992), *Teknik Analisis dan Korelasi*, Transito, Bandung.

Wohl, M and Martin, B.V (1976), *Traffic System Analisis*, Mc. Graw-Hill Series.