

## EVALUASI KINERJA SIMPANG BERSINYAL DI KOTA SURABAYA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM KAJI (Studi Kasus : Ruas Jalan Ngagel Jaya Selatan )

Anas Tahir \*

### *Abstract*

*The growth of vehicle every year give impact to traffic intersection performance. Various resulted by traffic impact arrangement of intersection which is not optimal for example is vehicle queuing, traffic jam , rise in delay time and also increase travel time.*

*This research is conducted in one of Major Street in Surabaya, at Ngagel Jaya Selatan street which intersection between Ngagel Jaya Selatan and Ngagel Jaya Street.*

*In this research, the analysis by using Kapasitas Jalan Indonesia ( KAJI) that program is program share released by Directorate of Urban Road Development (BINKOT).*

*From result of analysis by using KAJI program, got intersection performance at condition in the morning reside at service of level F with queue length is equal to 1531 m, mean number stops of vehicle is 1,23 stops/pcu and mean intersection delay is 195,83 sec/pcu. In the day time happened queue length is equal to 1483 m, mean number stops of vehicle is 1,50 stops/ pcu and mean intersection delay is equal to 151,01 sec/pcu with level of service is F. In the evening got queue length is equal to 2458 m, number stops of vehicle is 2,35 stops/pcu and mean intersection delay is 306,71 sec/pcu with level of service F.*

**Keyword:** *Performance, signalised intersection, KAJI program*

### **1. Pendahuluan**

Salah satu penyebab timbulnya kemacetan lalu lintas di kota-kota besar adalah tidak berfungsinya secara optimal lampu lalu lintas. Hal ini diakibatkan karena volume lalu lintas yang setiap tahunnya terus mengalami peningkatan yang secara otomatis memberikan kontribusi terhadap kemacetan dan antrian kendaraan khususnya pada titik-titik simpang bersinyal.

Untuk mengantisipasi masalah kemacetan dan antrian kendaraan pada simpang bersinyal tersebut sebaiknya perlu dilakukan kajian tentang evaluasi kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting. Hasil kinerja simpang yang diperoleh dapat dijadikan sebagai indikator untuk memecahkan persoalan kemacetan dan antrian kendaraan di simpang bersinyal.

Tujuan penulisan ini adalah mengevaluasi kinerja simpang bersinyal dengan menggunakan Program KAJI dengan studi kasus pada ruas jalan Ngagel Jaya Selatan, Surabaya

### **2. Tinjauan Pustaka**

#### **2.1 Arus lalu-lintas**

Arus lalu lintas terjadi karena adanya kebutuhan transport masyarakat. Selain itu arus lalu lintas juga timbul karena adanya interaksi antara pengemudi, kendaraan (vehicle) dan prasarana transportasi (jalan) serta lingkungan.

#### **2.2 Karakteristik arus lalu-lintas**

Mc Shane dan Roess (1990) menyatakan secara garis besar bahwa karakteristik dasar arus lalu lintas dibagi atas 3 parameter yaitu ;

1. Volume lalu lintas
2. Kecepatan lalu lintas
3. Kerapatan lalu lintas

##### **2.2.1 Volume Lalu lintas**

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik yang tetap pada jalan dalam interval waktu tertentu. Volume ini biasanya diukur dengan meletakkan satu alat penghitung pada tempat dimana volume

---

\* Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tadulako, Palu

tersebut ingin diketahui volumenya, baik secara otomatis maupun cara manual. Volume lalu lintas biasanya dinyatakan dalam satuan kendaraan/hari, kendaraan/jam atau yang lebih sering digunakan adalah smp/jam.

Volume lalu lintas dinyatakan dengan rumus:

$$q = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (1)$$

q = volume lalu lintas (smp/jam)  
n = Jumlah kendaraan (smp)  
t = waktu tempuh kendaraan (detik)

### 2.2.2 Kecepatan Lalu Lintas

Kecepatan lalu lintas menggambarkan kondisi arus lalu lintas. Kecepatan adalah perubahan jarak dibagi dengan waktu tempuh. Kecepatan dapat diukur sebagai kecepatan titik, kecepatan perjalanan, kecepatan ruang dan kecepatan gerak. Kecepatan lalu lintas dirumuskan sebagai berikut :

$$u = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (2)$$

di mana :

u = kecepatan (km/jam)  
d = jarak tempuh (km)  
t = waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak d (jam)

### 2.2.3 Kerapatan Lalu lintas

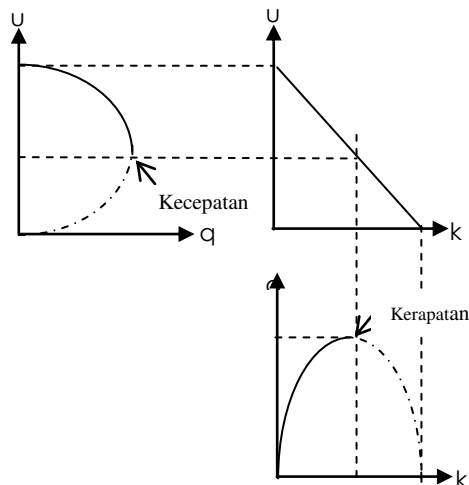
Kepadatan (kerapatan) adalah parameter yang terakhir yaitu rata-rata jumlah kendaraan per satuan panjang jalan pada suatu saat dalam waktu tertentu yang dirumuskan sebagai berikut :

$$k = \frac{n}{L} \dots\dots\dots (3)$$

di mana :

k = kepadatan (kerapatan), smp/km  
n = jumlah kendaraan, (smp)  
L = panjang jalan, (km)

Selain persamaan (3), besar kepadatan (kerapatan) lalu lintas juga dapat ditentukan melalui suatu hubungan yang disebut dengan 'hubungan fundamental arus' yaitu hubungan antara volume-kecepatan-kepadatan. Lebih jelas mengenai 'hubungan fundamental arus' dapat dilihat pada gambar 1



Gambar. 1 Hubungan antara volume (q), kecepatan (u) dan kepadatan (k)

Persamaan hubungan fundamental arus dirumuskan sebagai berikut :

$$q = k \cdot u \dots\dots\dots (4)$$

$$k = \frac{q}{u} \dots\dots\dots (5)$$

dimana :

k = kepadatan (smp/km)  
u = kecepatan kendaraan (km/jam)  
q = volume lalu lintas (smp/jam)

Konsep lain yang cukup penting selain dari ketiga parameter karakteristik arus lalu lintas adalah konsep headway. Menurut Morlok (1995) bahwa headway dapat dilihat dari dua sisi yaitu headway waktu dan headway jarak.

Headway waktu yaitu interval waktu antara saat di mana bagian depan satu kendaraan melalui suatu titik sampai saat bagian depan kendaraan berikutnya melalui titik yang sama. Headway waktu dapat dirumuskan sebagai :

$$h_t = \frac{1}{q} \dots\dots\dots (6)$$

di mana ;

q = volume lalu lintas (smp/jam)  
h<sub>t</sub> = headway waktu rata-rata.

Headway jarak yaitu jarak antara bagian depan satu kendaraan dengan bagian kendaraan berikutnya pada suatu saat tertentu. Headway jarak dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$h_d = \frac{1}{k} \dots \dots \dots (7)$$

di mana :

- k = kepadatan lalu lintas (smp/km)
- h<sub>d</sub> = headway jarak.

2.3 Kapsitas Persimpangan

Mc Shane dan Roess (1990) mengemukakan bahwa kapasitas simpang bersinyal (*signalized intersection*) didasarkan pada konsep arus jenuh dan tingkat arus jenuh. Besar kapasitas pada suatu jalur pendekat pada simpang bersinyal dinyatakan sebagai berikut :

$$c_i = S_i \times \frac{g_i}{C} \dots \dots \dots (8)$$

di mana :

- c<sub>i</sub> = Kapasitas pada lajur pendekat ke i (smp/jam)
- S<sub>i</sub> = arus jenuh pada lajur pendekat ke i (smp /jam hijau efektif).
- g<sub>i</sub> = waktu hijau (detik)
- C = waktu siklus (detik)
- (g<sub>i</sub>/C) = ratio hijau pada pendekat ke i.

Sedangkan MKJI (1997) menyatakan bahwa kapasitas (C) suatu pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$c = S \times \frac{g}{C} \dots \dots \dots (9)$$

di mana :

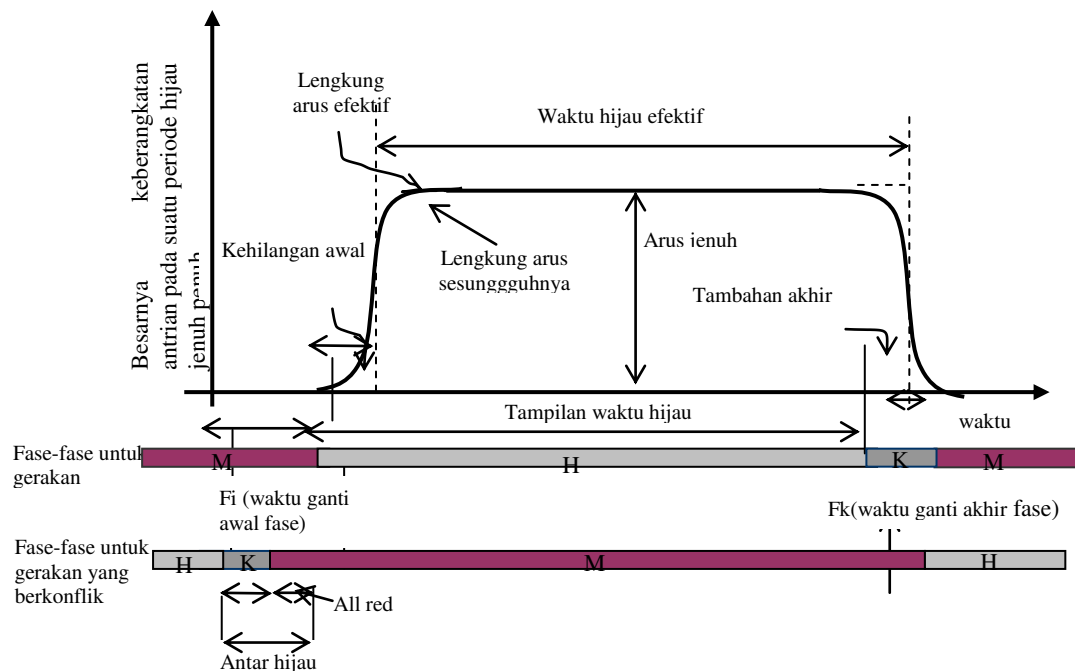
- c = kapasitas (smp/jam) (7)
- S = arus jenuh (smp/jam-hijau)
- g = waktu hijau (detik)
- C = waktu siklus (detik)

Yang dimaksud dengan arus jenuh adalah jumlah arus yang berangkat rata-rata dari antrian kendaraan dalam suatu pendekat selama waktu hijau (smp/hijau). Sedangkan arus jenuh dasar adalah jumlah arus yang berangkat dari antrian di dalam suatu pendekat selama kondisi ideal dinyatakan smp/jam hijau.

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat. Sedangkan waktu siklus adalah selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap, yaitu antara dua awal hijau yang berurutan untuk satu fase yang sama. (8)

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya 'kehilangan awal' dari waktu hijau efektif, sedangkan arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu 'tambahan akhir' dari waktu hijau efektif. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2. Jadi besarnya waktu hijau efektif yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai :

Waktu Hijau Efektif = tampilan waktu hijau – kehilangan awal + tambahan akhir (9)



Gambar 2. Model Dasar untuk Arus Jenuh (Akcelik 1989) Sumber : MKJI (1997)

## 2.4 Kinerja Persimpangan

Mc Shane dan Roess (1990) menyatakan bahwa untuk mengevaluasi kinerja suatu persimpangan, secara umum dapat dilihat dari beberapa parameter sebagai berikut :

- Tundaan (*delay*)
- Jumlah berhenti (*number of stop*)
- Panjang antrian (*queue length*).

Setiap parameter tersebut menggambarkan total waktu pada saat memasuki suatu pendekatan pada suatu persimpangan. Ukuran lain yang juga sering digunakan untuk menentukan karakteristik suatu persimpangan adalah total waktu perjalanan (*total travel time*)

Untuk melihat kinerja persimpangan bersinyal dapat dilihat dari besar tundaan henti yang terjadi. Tabel berikut memperlihatkan tingkat pelayanan simping bersinyal dengan tundaan henti (*stopped delay*)

Tabel .1 Tingkat Pelayanan Simping Bersinyal

No	Tingkat Pelayanan ( <i>level of service</i> )	Tundaan per kendaraan ( <i>det/kend</i> ) <i>Control delay per vehicle (s/veh)</i>
1	A	≤ 10
2	B	> 10 dan ≤ 20
3	C	> 20 dan ≤ 35
4	D	> 35 dan ≤ 55
5	E	> 55 dan ≤ 80
6	F	> 80

Sumber : *Highway Capacity Manual 2000 (Metric Units)*.TRB, National Research Council Washington, D.C

Menurut MKJI (1997) bahwa tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simping apabila dibandingkan tanpa melewati suatu simping. Dari jenis tundaan yang terjadi, dapat dikelompokkan menjadi 2 macam tundaan yaitu tundaan lalu lintas dan tundaan geometrik.

Menurut MKJI (1997) bahwa tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simping apabila dibandingkan lintasan tanpa melewati suatu simping. Dari jenis tundaan yang terjadi, dapat dikelompokkan menjadi 2 macam tundaan yaitu tundaan lalu lintas (*traffic delay*) dan tundaan geometrik (*geometric delay*)

### 2.5.1 Tundaan Lalu Lintas (*Traffic Delay*)

Tundaan Lalu lintas (DT) adalah waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan.

Tundaan lalu lintas rata-rat pada suatu pendekatan i dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut (didasarkan pada Akcelik 1988) :

$$DT = Cx \frac{0,5x(1-GR)^2}{(1-GRxDS)} + \frac{NQ_1x360}{C} \dots(10)$$

di mana:

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata pada pendekatan i (det/smp)

DS = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

NQ<sub>1</sub> = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

### 2.5.2 Tundaan Geometrik (*Geometric Delay*)

Tundaan geometrik terjadi disebabkan oleh adanya perlambatan atau percepatan kendaraan yang membelok di simping dan/atau yang terhenti oleh lampu merah. Tundaan geometrik rata-rata suatu pendekatan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$DG_i = (1 - \rho_{sv})x\rho_r x6 + (\rho_{sv}x4) \dots\dots\dots(11)$$

di mana :

DG = Tundaan geometri rata-rata pada pendekatan (det/smp)

P<sub>sv</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekatan

P<sub>r</sub> = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekatan.

Sehingga tundaan rata-rata untuk suatu pendekatan i dapat dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots(12)$$

di mana :

D<sub>j</sub> = Tundaan rata-rata untuk pendekatan j (det/smp)

DT<sub>j</sub> = Tundaan lalu lintas rata-rata untuk pendekatan j (det/smp)

DG<sub>j</sub> = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekatan j (det/smp).

### 2.6 Sinyal Lalu lintas (*Traffic Signal*)

Ada beberapa konsep dasar yang perlu untuk diketahui sehubungan dengan sinyal lalu lintas antara lain (Mc Shane dan Roess) :

- Fase sinyal, fase sinyal umumnya digunakan untuk mengurangi bahaya atau resiko kecelakaan lalu lintas dengan memisahkan pergerakan kendaraan di persimpangan. Akan tetapi dengan adanya fase tersebut akan mengurangi efesiensi dan menambah tundaan

yang seringkali disertai dengan menambah jumlah fase.

- Dalam beberapa kasus dengan menambah jumlah fase justru akan menghasilkan tundaan yang lebih rendah dan dapat meningkatkan kapasitas.
- Suatu fase harus direncanakan dengan konsisten sesuai dengan geometrik simpang, fungsi tata guna lahan, volume dan kecepatan kendaraan dan *demand* penyeberangan jalan kaki (*pedestrian*).

Sinyal dengan dua fase merupakan fase yang paling umum digunakan dan mempunyai konsep yang sederhana. Akan tetapi jumlah fase sangat tergantung pada volume lalu lintas dan geometrik simpang. Biasanya sinyal dengan dua fase digunakan pada jalan dengan lebar 6 – 9 m (MKJI). Tiap jalan menerima satu fase dengan semua arah gerakan kendaraan dibolehkan termasuk belok kanan. Akan tetapi jika volume lalu lintas belok kanan cukup besar maka sebaiknya digunakan satu fase tersendiri. Makin lebar suatu jalan dan volume lalu lintasnya makin besar maka jumlah fasenya pun meningkat dan umumnya digunakan empat (4) fase.

Ada 2 macam tipe pengaturan sinyal lalu lintas :

1. Kontrol Waktu Tetap (*Fixed-Time Controllers*)
2. Kontrol Lalu lintas Aktuaded (*Traffic Actuated*)

#### 2.6.1 Kontrol Waktu Tetap (*Fixed-Time Controllers*)

Sinyal lalu lintas kontrol waktu tetap (*fixed-time controllers*) adalah suatu sinyal lalu lintas yang menggunakan panjang waktu siklus dan fase yang telah ditentukan. Walaupun sinyal kontrol waktu tetap (*fixed-time*) mungkin menggunakan siklus yang berbeda pada waktu yang berbeda dalam sehari akan tetapi ia tidak dapat memberikan respons terhadap fluktuasi arus lalu lintas pada waktu yang singkat. Keuntungan sistem ini adalah biaya awal pengendali (*controllers*) lebih rendah dan dapat menghubungkan serta mengkoordinasikan beberapa simpang sehingga kendaraan dapat bergerak melalui rangkaian persimpangan tanpa mengalami tundaan yang berarti.

Kontrol waktu tetap (*fixed-time controllers*) biasanya dipilih jika arus lalu lintas konstan atau jika persimpangan tersebut termasuk sinyal lalu lintas terkoordinasi.

#### 2.6.2 Kontrol Lalu lintas Aktuaded (*Traffic-Actuated Controllers*)

Berbeda dengan sistem kontrol waktu tetap (*fixed-time controllers*), sistem kontrol lalu lintas aktuaded (*traffic-actuated controllers*) dapat merespon fluktuasi *demand* arus lalu lintas dalam waktu yang relatif singkat. Sistem ini mempunyai kemampuan untuk mengubah panjang siklus dan lama fase tergantung dari *demand* volume lalu lintas.

Sistem sinyal *traffic-actuated* pada kondisi beban lalu lintas yang berat akan cenderung membagikan waktu hijau maksimum pada semua fase sehingga sistem ini dapat beroperasi seperti kontrol waktu tetap (*fixed-time*). Sistem ini kontrol lalu lintas aktuaded biasanya digunakan bila mana arus lalu lintas pada satu atau lebih pendekat variabelnya sangat tinggi. Sinyal lalu lintas aktuaded (*traffic-actuated*) digunakan pada situasi yang umum seperti jalan utama yang dilintasi oleh lintasan jalan-jalan kecil dengan variasi volume lalu lintas yang tak teratur.

Pada persimpangan antara jalan *major* dengan jalan *minor* sering digunakan jaringan sinyal *semi-actuated*. Pengeraknya (*actuators*) ditempatkan hanya pada jalan minor atau tombol tekan untuk penyeberangan pejalan kaki. Lampu hijau akan mati pada jalan utama, jika tidak maka akan ada beberapa gerakan kendaraan pada jalan minor. Seseberapa mungkin gerakan-gerakan pada jalan minor tersebut berhenti atau interval warna hijau maksimum untuk jalan minor tersebut dapat dicapai dan setelah warna hijau akan kembali ke jalan utama.

Bila mana seluruh volume lalu lintas hampir sama pada setiap pendekat dalam suatu *intersection*, maka digunakan instalasi kontrol lalu lintas-aktuaded penuh (*signal fully actuated*). Sistem ini biasanya dipilih untuk persimpangan terisolasi antara jalan-jalan dengan kepentingan yang sama dan permintaan lalu lintas yang berfluktuatif. Pada sistem *signal fully actuated*, detektor biasanya dipasang pada tiap pendekat.

#### 2.7.3. Waktu Sinyal (*Signal Timing*)

Penentuan waktu sinyal untuk keadaan kontrol waktu tetap dilakukan berdasarkan metode Webster (1966) yaitu untuk meminimumkan total tundaan pada suatu simpang. Pertama-tama ditentukan waktu siklus (*c*), kemudian selanjutnya ditentukan waktu hijau (*g<sub>i</sub>*) pada masing-masing fase.

Menurut MKJI (1997), waktu siklus (*cycle time*) dirumuskan

$$c = \left( \frac{1.5 \times LTI + 5}{1 - \sum FR_{crit}} \right) \dots \dots \dots (13)$$

di mana :

- c = waktu siklus sinyal (detik)
- LTI = jumlah waktu hilang persiklus (detik)
- FR = arus dibagi dengan arus jenuh (Q/S).
- FR<sub>crit</sub> = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal.
- ∑(FR<sub>crit</sub>) = rasio arus simpang = jumlah FR<sub>crit</sub> dari semua fase pada siklus tersebut.

Jika waktu siklus tersebut lebih kecil dari nilai ini, maka ada resiko serius akan terjadinya leawt jenuh pada simpang tersebut. Waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya tundaan rata-rata. Jika nilai ∑(FR<sub>crit</sub>) mendekati atau lebih dari 1 (satu), maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan nilai waktu siklus yang sangat tinggi.

Pada Tabel 2. terlihat waktu siklus (*cycle time*) yang disarankan untuk digunakan tergantung dari tipe pengaturan.

Tabel 2. Tipe pengaturan dan Jumlah Waktu Siklus

Tipe pengaturan	Waktu siklus yang layak (detik)
Pengaturan dua fase	40 – 80
Pengaturan tiga fase	50 – 100
Pengaturan empat fase	80 - 130

Sumber : MKJI (1997)

Oleh MKJI (1997) waktu hijau (*green time*) dirumuskan sebagai berikut :

$$g_i = \frac{(c - LTI) \times FR_{crit}}{\sum (FR_{crit})} \dots \dots \dots (14)$$

dimana:

- g<sub>i</sub> = tampilan waktu hijau pada fase i (detik)
- c = waktu siklus (det)
- LTI = waktu hilang total per siklus
- FR<sub>crit</sub> = Nilai FR tertinggi dari semua pendekat yang berangkat pada suatu fase sinyal

### 3. Metodologi Penelitian

#### 3.1 Pemilihan Lokasi

Yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan lokasi studi antara lain karena Jalan Ngagel Jaya Selatan merupakan salah satu jalan utama (*highway*) dengan volume lalu lintasnya cukup tinggi yang berada pada area perkantoran, dan perdagangan serta terletak pada pusat kota dan

juga sebagai jalur penghubung utama yang menghubungkan beberapa wilayah yang ada di sekitarnya dengan akses yang cukup tinggi.

#### 3.2 Pelaksanaan Survei

Pelaksanaan survei untuk pengambilan data terdiri atas beberapa survei yaitu : survei volume lalu lintas, survei geometrik jalan, survei setting lampu lalu lintas.

Survei volume lalu lintas dilakukan hanya selama satu hari yaitu pada hari kerja dengan tiga periode waktu jam sibuk (*peak hour*) yaitu dua jam pagi (07.00 – 09.00), dua jam siang (11.30 – 13.30) dan dua jam sore (15.30 – 17.30).

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan menggunakan Video Camera (*handycam*) yang ditempatkan pada simpang yang akan diamati. Video Camera diletakkan pada ketinggian yang cukup sehingga semua arah pergerakan yang masuk dan keluar dari simpang dapat terlihat dengan jelas. Hasil rekaman survei lalu lintas tersebut kemudian ditransfer ke dalam bentuk Compact Disk (CD). Selanjutnya volume lalu lintas dihitung dengan counter dengan interval 15 menit untuk masing-masing arah pergerakan.

Survei *setting* lampu dilakukan dengan pengukuran langsung di masing-masing simpang dengan menggunakan *stop watch*. Pengukuran waktu lampu lalu lintas meliputi waktu hijau, amber, merah, waktu siklus dan pemfasean. Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali dan waktu yang dipakai adalah rata-rata dari ketiga pengukuran waktu tersebut. Survei lampu lalu lintas dilakukan pada jam-jam puncak, yaitu jam puncak pagi, jam puncak siang dan jam puncak sore.

### 4. Hasil dan Pembahasan

Untuk menentukan kinerja simpang dalam tulisan ini digunakan aplikasi program bantu yaitu Kapasitas Jalan Indonesia (KAJI). Dari hasil analisis dengan menggunakan program tersebut didapatkan tingkat kinerja simpang seperti terlihat pada tabel 3 .

Berdasarkan standar *Highway Capacity Manual (HCM 2000)* bahwa *Level Of Service (LOS)* itu ditentukan berdasarkan besarnya tundaan simpang rata-rata yang terjadi pada setiap simpang.

Tabel 3 menunjukkan hasil kinerja simpang pada kondisi eksisting. Dari tabel tersebut terlihat tundaan simpang rata-rata yang terjadi pada pagi, siang dan sore hari masing-masing 195,83 detik/smp, 151,01 detik/smp dan 306,71 detik/smp

Tabel 3. Kinerja Persimpangan Antara Jl. Ngagel Jaya Selatan dengan Jl. Ngagel Jaya pada Kondisi Eksisting

No	Waktu Pengamatan	Panjang Antrian (m)	Jumlah Henti Rata-rata/smp	Tundaan Simpang Rata-rata (det/smp)	LOS
1	Peak Pagi (08,00-09,00)	1531	1,70	195,83	F
2	Peak Siang (12,00-13,00)	1483	1,50	151,01	F
3	Peak Sore (15,30-17,30)	2458	2,35	306,71	F

Panjang antrian yang terjadi pada pagi, siang dan sore hari adalah 1531m, 1483 m dan 2458 m. Jumlah kendaraan terhenti rata-rata pada pagi hari 1,70 stops/smp, siang hari 1,50 stops/hari dan sore hari 2,35 stops/smp.

Dari ketiga waktu pengamatan tersebut, pada sore hari memberikan nilai tundaan yang terbesar dibanding dengan pagi dan siang hari. Begitupun dengan panjang antrian dan jumlah kendaraan terhenti. Hal ini berkaitan dengan volume lalu lintas yang terjadi pada sore hari lebih besar dibandingkan dengan pada pagi atau siang hari. Selain volume lalu lintas juga berpengaruh sistem pengaturan lampu lalu lintas terutama pengaturan waktu waktu hijau.

Berdasarkan nilai tundaan simpang rata-rata yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kinerja simpang I tersebut berada pada *level of service F*, yaitu tingkat pelayanan yang sangat jelek sehingga diperlukan pengaturan sinyal lalu lintas lagi (resetting lampu lalu lintas).

### 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dengan program KAJI, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada pagi hari, siang hari dan sore hari kinerja simpang berada pada *level of service F* dengan tundaan simpang rata-rata yang terjadi masing-masing 195,83det/smp, 151,01detik/smp, 306,71 detik/smp.
2. Tundaan simpang rata-rata terbesar terjadi pada sore hari dan menunjukkan suatu korelasi antara volume lalu lintas dengan nilai tundaan simpang.
3. Panjang antrian yang terjadi pada sore hari cukup besar yaitu 2458 m dengan jumlah kendaraan terhenti rata-rata 2,35 stops/smp.

### 6. Daftar Pustaka

Akcelik, (1981), *Traffic Signals : Capacity and Timing Analysis*, Australian Road Research Board, Research Report, Australia.

Banks,James.H, (2002), *Introduction to Transportation Engineering*, 2<sup>nd</sup> edition, International Edition, Mc Grow Hill Inc, New York, NY 10020.

*Directorate of Urban Road Development (Binkot)* (1997), *Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM)*,Swearoad and PT. Bina Karya (Persero), Jakarta.

Dirjen Perhubungan Darat, Direktorat BSLLAK, (1999), *Rekayasa Lalu lintas*, Jakarta.

*Highway Capacity Manual (2000)*, Metric Units, Transportation Research Board (TRB), National Research Council Washington D.C.

Institute of Transportation Engineers (1992), *Traffic Engineering Hand Book*, fourth edition, Printice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey 07362.

May, Adolf.D (1990), *Traffic Flow Fundamentals*, Printice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey,07362.

Mc Shane.WR and Roess.RP (1990), *Traffic Engineering*, Printice-Hall Inc, Englewood Cliffs, New Jersey,07362

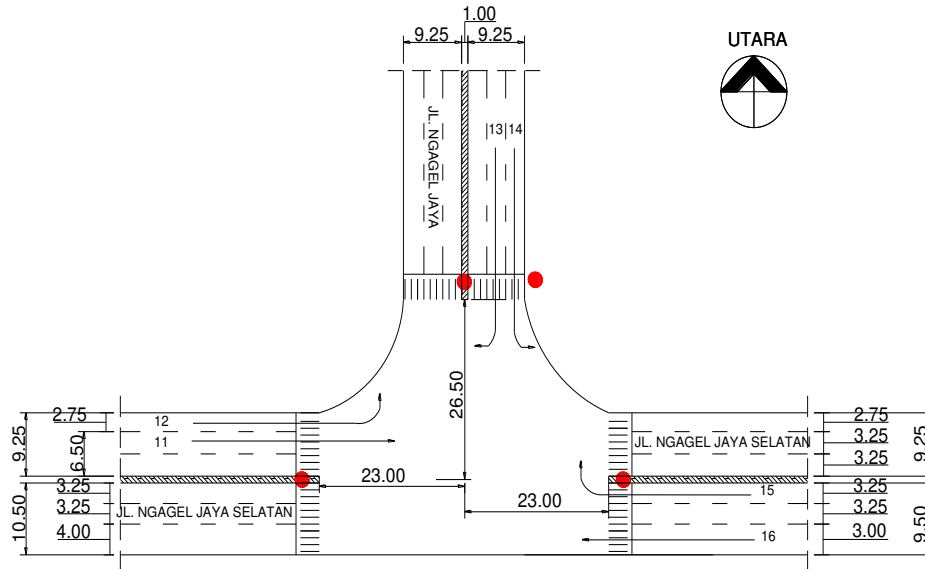
Morlok,K.E (1995), *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Edisi ke-4 Erlangga, Jakarta.

Oglesby,Clarkson.H, (!982), *Highway Engineering*, 4 th Edition, Jhon Wiley and Sons, Inc

Tamin,O.Z (2000), *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi Kedua, Institut Teknologi Bandung (ITB), Bandung.

Webster, F. V. and Cobbe B.M. (1966), *Traffic Signals*, Road Research Technical Paper No. 56, Her Majesty's Stationery Office, London.

Lampiran:



Gambar 1. Geometrik Simpang