

## KINERJA LALU LINTAS PERSIMPANGAN LENGAN EMPAT BERSIGNAL (STUDI KASUS: PERSIMPANGAN JALAN WALANDA MARAMIS MANADO)

Gland Y.B. Lumintang

L.I.R. Lefrandt, J.A. Timboeleng, M.R.E. Manoppo

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

### ABSTRAK

*Permasalahan kemacetan dan antrian di kota Manado pada umumnya terjadi pada persimpangan. Salah satu persimpangan di Kota Manado yang mengalami permasalahan tersebut adalah simpang bersinyal Area Patung Maria Walanda Maramis.*

*Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa persimpangan bersinyal tersebut dengan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), maka perlu ditinjau karakteristik dan komposisi lalu lintasnya sehingga bisa dihitung tingkat kejenuhan dan tingkat layanan dari masing-masing pendekat pada persimpangan, serta besarnya tundaan yang terjadi. Data-data yang digunakan untuk analisa didapatkan dengan cara pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder sesuai dengan kebutuhan penelitian. Analisis data dimulai dengan penentuan kondisi lapangan, arus lalu lintas, kapasitas dan derajat kejenuhan, dan perilaku lalu lintas.*

*Nilai Derajat Kejenuhan (DS) maksimum untuk masing-masing pendekat yaitu pendekat Paal II sebesar 0,763 pendekat Pasar Kanaka sebesar 0,656, pendekat Tikala sebesar 0,700, dan pendekat Pusat Kota sebesar 0,720. Kinerja lalu lintas/Level Of Service (LOS) didapatkan dengan melihat nilai Tundaan Rata-rata. Dari hasil analisa didapat tundaan rata-rata persimpangan yaitu 67,12 det/kend sehingga didapat Level of Service yaitu LOS E.*

**Kata Kunci :** *kapasitas, Level of Service, tundaan.*

### PENDAHULUAN

Masalah transportasi merupakan salah satu masalah yang dihadapi kota Manado. Salah satu faktor penting dalam usaha menuju sistem prasarana transportasi yang baik adalah kemampuan kinerja jalan, khususnya kinerja simpang sebagai salah satu bagian dari sistem jalan secara keseluruhan. Permasalahan kemacetan dan antrian di kota Manado pada umumnya terjadi pada persimpangan (baik persimpangan bersinyal maupun tak bersinyal), khususnya pada area sebelum dan atau kaki simpang.

Dari hasil survei yang dilakukan kemacetan yang terjadi pada ruas jalan di Kota Manado tersebut diakibatkan oleh ketidak aturan para pengguna jalan, baik kendaraan bermotor maupun kendaraan tak bermotor. Salah satu persimpangan bersinyal di Kota Manado yang mengalami permasalahan tersebut adalah simpang bersinyal Area Patung Maria Walanda Maramis.

Kondisi diatas mengakibatkan menurunnya tingkat pelayanan dari simpang. Hal ini dapat dilihat dari adanya antrian yang panjang pada kaki-kaki simpang. Secara langsung keadaan ini akan mengakibatkan pemborosan energi didaerah sekitar simpang pada khususnya dan Kota Manado pada umumnya.

Untuk mengantisipasi kondisi-kondisi di atas dan juga sebagai upaya meningkatkan tingkat pelayanan simpang Patung Maria Walanda Maramis di masa sekarang dan dimasa mendatang, perlu dilakukan suatu studi dan evaluasi kinerja terhadap tingkat pelayanan dari simpang ini.

### LANDASAN TEORI

#### Definisi Persimpangan

Persimpangan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari jalan. Ketika berkendara di dalam kota, orang dapat melihat bahwa kebanyakan jalan di daerah perkotaan biasanya memiliki persimpangan. Di mana pengemudi dapat memutuskan

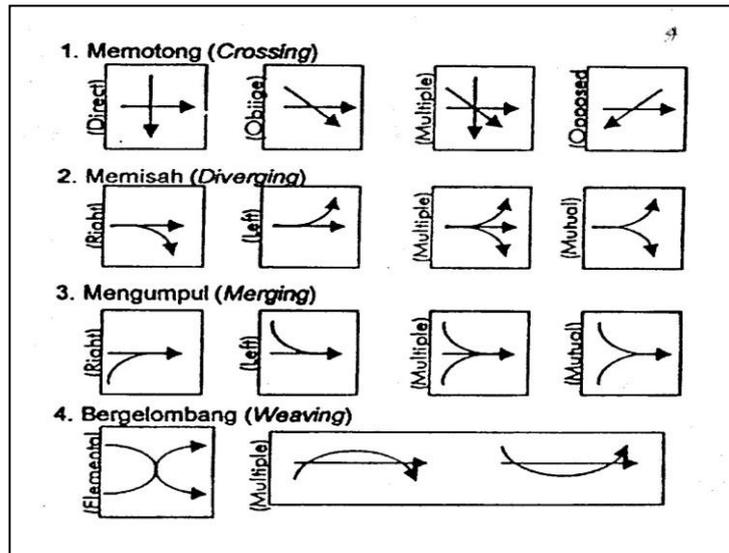
untuk jalan terus atau berbelok dan berpindah ke jalan lain. Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan menggunakan ruang jalan pada persimpangan secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya.

**Pergerakan dan Konflik pada**

**Persimpangan**

Pada persimpangan khususnya persimpangan sebidang terdapat 4 jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, yaitu:

1. Memotong (*crossing*)
2. Memisah (*diverging*)
3. Mengumpul (*merging*)
4. Bergelombang (*weaving*)



Sumber : *Guide Traffic Engineering Practice : Intersection at grade, NAASRA, 1988*  
 Gambar 1. Arus Lalu lintas yang Dapat Menimbulkan Konflik

**Optimasi Simpang Bersinyal**

Dalam mengoptimalkan suatu simpang bersinyal diperlukan pengaturan lalulintas yang melalui simpang tersebut. Tujuan utama pengaturan lalulintas umumnya adalah untuk memberikan petunjuk-petunjuk yang terarah dan tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalulintas di simpang dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalulintas, marka dan rambu yang mengatur, mengarahkan dan memperhatikan lalulintas.

Selanjutnya dari pemilihan pengaturan simpang dapat ditentukan dengan tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengurangi maupun menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berasal dari berbagai kondisi titik konflik.
2. Menjaga kapasitas dari simpang dalam operasinya sehingga dapat dicapai pemanfaatan simpang yang sesuai dengan rencana.
3. Dalam operasinya, pengaturan simpang harus memberikan petunjuk yang jelas dan pasti serta sederhana, mengarahkan

arus lalulintas pada tempatnya yang sesuai.

Pengaturan simpang dengan sinyal lalulintas termasuk yang paling efektif terutama untuk volume lalulintas pada kaki-kaki simpang yang relatif tinggi. Pengaturan ini dapat mengurangi atau menghilangkan titik konflik pada simpang dengan memisahkan pergerakan arus lalulintas pada waktu yang berbeda-beda. Hobbs (1979) menjelaskan bahwa tabulasi kapasitas pertemuan jalan (*junction*) pada semua kondisi tidak mungkin untuk dilaksanakan dan seringkali kapasitas pada bagian lintasan yang menyeluruh lebih dibutuhkan dibandingkan dengan kapasitas pada daerah tertutup. Akan tetapi pertemuan jalan sebagian besar akan menentukan batas-batas kapasitas dan keamanan dari seluruh lintasan. Kesulitannya adalah untuk memutuskan jumlah unit, baik pejalan kaki ataupun kendaraan, yang akan menggunakan fasilitas, dan dengan tingkat keamanan dan kenyamanan. Dari sudut pandang sosial, pada tingkat tertentu, kita

harus siap untuk dapat menerima kelambatan lalu lintas yang lebih besar demi menambah tingkat keamanannya. Namun pada sebagian besar perhitungan yang memperbaiki aliran lalu lintas akan dapat mengurangi potensial kecelakaan.

Faktor-faktor yang dapat dipakai untuk mempengaruhi kapasitas suatu simpang meliputi:

1. Jumlah lajur yang cukup yang disediakan untuk mencegah agar volume yang tinggi tidak akan mengurangi kecepatan sampai dibawah optimum pada kondisi rencana, dan aliran yang besar harus dipisahkan arahnya.
2. Kapasitas yang tinggi yang membutuhkan keseragaman kecepatan kendaraan dan perbedaan kecepatan relatif kecil pada tempat masuk dan keluar.
3. Gerakan belokan yang banyak membutuhkan keistimewaan-keistimewaan seperti jalur tambahan yang terpisah.
4. Radius yang cukup untuk berbagai tipe kendaraan yang ada untuk menghindari

:

pelanggaran batas terhadap jalur disampingnya dan tepi lapis perkerasan harus bebas dari rintangan.

5. Kelandaian yang sesuai untuk berbagai tipe dan jumlah kendaraan yang ada atau ketentuan khusus harus dibuat untuk tingkat-tingkat tertentu.

**Tingkat Pelayanan/Kinerja Jalan**

Tingkat pelayanan (*Level of Service*) atau kinerja jalan merupakan pengukuran kualitatif yang menerangkan tentang kondisi-kondisi operasional dalam suatu aliran lalu lintas.

Tingkat pelayanan suatu persimpangan (biasanya pada persimpangan berlampu lalu lintas) menurut HCM' 85 Amerika didapatkan dengan melihat waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melewati suatu simpang dibandingkan terhadap situasi tanpa simpang atau disebut dengan Tundaan (*Delay*).

Kriteria tingkat pelayanan untuk simpang bersignal dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan	Tundaan ( <i>Delay</i> ) (det/kend)
A	≤ 5,0
B	5,1 – 15
C	15,1 – 25
D	25,1 – 40
E	40,1 – 60
F	≥ 60

Sumber : HCM 85

Tingkat Pelayanan A : pergerakan yang lancar/sangat baik dan sebagian besar kendaraan tiba pada saat lampu hijau.

Tingkat Pelayanan B : pergerakan baik, kendaraan yang berhenti pada tingkat ini lebih banyak dari kendaraan pada LOS A.

Tingkat Pelayanan C : pergerakan yang kurang baik dan atau waktu siklus yang lebih panjang. Jumlah kendaraan yang berhenti sangat berpengaruh pada tingkat ini, walaupun masih banyak kendaraan yang melewati persimpangan ini.

Tingkat Pelayanan D : pergerakan yang buruk dan pengaruh kemacetan lebih terlihat pada tingkat ini. Akibat dari waktu siklus yang panjang atau rasio kendaraan yang tinggi dan rasio kendaraan henti menurun.

Tingkat Pelayanan E : pergerakan yang buruk akibat dari nilai tundaan yang tinggi, biasanya menunjukan nilai waktu siklus yang panjang dan rasio kendaraan yang tinggi.

Tingkat Pelayanan F : kondisi macet total atau ketika arus kedatangan melebihi kapasitas dari persimpangan tersebut.

**Tundaan (Delay)**

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Tundaan terdiri dari tundaan lalu lintas yaitu waktu menunggu yang disebabkan oleh interaksi lalu-lintas dan tundaan geometri yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang membelok disimpangan dan atau yang terhenti karena lampu lalu lintas.

Tundaan yang digunakan sebagai indikator tingkat pelayanan dari masing-masing pendekat maupun suatu simpangan secara menyeluruh adalah Tundaan rata-rata. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), tundaan (*D*) pada suatu simpang dapat terjadi karena 2 (dua) hal, yaitu :

- a. Tundaan lalu lintas (*DT*) yang disebabkan oleh interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang;
- b. Tundaan geometri (*DG*) yang disebabkan oleh perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat *j* merupakan jumlah tundaan lalu lintas rata-rata (*DT<sub>j</sub>*) dengan tundaan geometrik rata-rata (*DG<sub>j</sub>*) yang persamaannya dapat dituliskan seperti berikut ini :

$$D_j = DT_j + DG_j \tag{1}$$

Berdasarkan pada Akcelik, 1998, tundaan lalu lintas rata-rata (*DT*) pada suatu pendekat dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{1 - (GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots \dots \dots (2)$$

Tundaan geometri rata-rata (*DG*) pada suatu pendekat dapat diperkirakan dengan persamaan sebagai berikut :

$$DG = (1 - p_{sv}) \times p_T \times 6 + (p_{sv} \times 4) \dots \dots \dots (3)$$

dengan :

- p<sub>sv</sub>* = rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat
- p<sub>T</sub>* = rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

**Kapasitas dan Derajat Kejenuhan**

Kapasitas

Menurut MKJI 1997, perhitungan kapasitas dapat dibuat dengan pemisahan jalur

tiap pendekat, pada satu lengan dapat terdiri dari satu atau lebih pendekat, misal dibagi menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini diterapkan jika gerakan belok kanan mempunyai fase berbeda dari lalu lintas yang lurus atau dapat juga dengan merubah fisik jalan yaitu dengan membagi pendekat dengan pulau lalu lintas (*canalization*).

Kapasitas (*C*) dari sebuah *approach* pada persimpangan bersignal dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times \frac{g}{c} \tag{4}$$

- di mana : *C* = Kapasitas (smp/jam)
- S* = Arus Jenuh (smp/jam)
- g* = Waktu hijau (det)
- c* = Waktu siklus (det)

Derajat Kejenuhan

Nilai arus jenuh diasumsikan tetap selama fase hijau, namun pada kenyataannya kendaraan masih berhenti saat mulai hijau, kemudian perlahan naik dan mencapai puncak antara 10-15 detik dan akan menurun perlahan-lahan sampai hijau berakhir. Kendaraan yang terlepas relatif tetap selama waktu kuning dan waktu merah semua sampai akhirnya turun selama 5-10 detik setelah awal sinyal merah.

$$DS = \frac{Q}{C} \tag{5}$$

- di mana : *DS* = Derajat kejenuhan
- Q* = Arus lalu lintas
- C* = Kapasitas

**METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi yang digunakan dalam studi ini adalah metode survei dan eksperimen model. Data-data yang digunakan untuk analisa didapatkan dengan cara pengumpulan data primer dan pengumpulan data sekunder sesuai dengan kebutuhan penelitian. Inventarisasi data diperoleh dengan melakukan survey langsung ke lapangan dan instansi-instansi terkait.

Kondisi lapangan didapatkan dari data hasil survei lapangan yang meliputi jumlah fase yang ada, waktu siklus, waktu hilang total, denah geometri simpang, lebar pendekat, dan kondisi lingkungan simpang. Penentuan arus lalu lintas didapat dari data arus lalu lintas hasil survey lapangan.

Karena data hasil survei diambil tiap interval 15 menit maka harus dijumlahkan terlebih dahulu masing-masing jenis kendaraan untuk masing-masing arah pergerakan, sehingga diperoleh nilai total arus lalu lintas masing-masing jenis kendaraan untuk masing-masing arah pergerakan. Metode Untuk Menghitung Kapasitas dan Tundaan Pesimpangan digunakan Metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sedangkan Tingkat Pelayanan didapatkan dengan menggunakan *Higway Capacity Manual (HCM) 1985*.

**PEMBAHASAN**

**Road Inventory Survey Simpang Patung Walanda Maramis**

Dalam melakukan road inventory survey, yang dilakukan adalah survey geometrik simpang untuk memperoleh data fisik lengan simpang yang selanjutnya akan digunakan untuk menghitung kapasitas dan survey rambu dan marka jalan.

**a. Pendekat Timur (Paal II)**

- Tipe pendekat = Terlindung
- Median = Tidak ada
- Gradient = 0 %
- Lebar pendekat
- ( $W_A$ ) = 6,7 m
- ( $W_{ENTRY}$ ) = 6,7 m
- ( $W_{EXIT}$ ) = 4,9 m

**b. Pendekat Utara (Pasar Kanaka)**

- Tipe pendekat = Terlindung
- Median = Tidak ada
- Gradient = 0 %
- Lebar pendekat
- ( $W_A$ ) = 5,6 m
- ( $W_{ENTRY}$ ) = 5,6 m
- ( $W_{EXIT}$ ) = 4,0 m

**c. Pendekat Selatan (Tikala)**

- Tipe pendekat = Terlindung
- Median = Tidak ada
- Gradient = 0 %
- Lebar pendekat
- ( $W_A$ ) = 8,0 m
- ( $W_{ENTRY}$ ) = 5,8 m
- ( $W_{LATOR}$ ) = 2,2 m
- ( $W_{EXIT}$ ) = 4,3 m

**d. Pendekat Barat (Pusat Kota)**

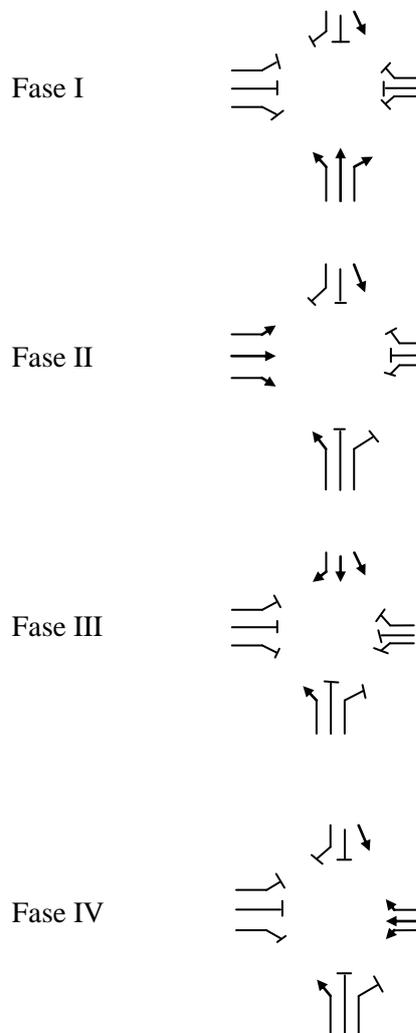
- Tipe pendekat = Terlindung
- Median = Tidak ada
- Gradient = 0 %

- Lebar pendekat
- ( $W_A$ ) = 6,6 m
- ( $W_{ENTRY}$ ) = 6,6 m
- ( $W_{EXIT}$ ) = 5,6 m

Survei sistem sinyal dilakukan untuk memperoleh data waktu/sistem operasi yang mengatur pergantian pergerakan kendaraan yang masuk simpang. Data yang dikumpulkan adalah jumlah fase, bentuk fase, urutan fase dan durasi waktu siklus yang terdiri dari 3 (tiga) aspek yaitu hijau, kuning dan merah.

Dari survei lapangan diperoleh pembagian fase, waktu sinyal dan siklus tiap fase. Penentuan fase pertama dimulai dari arah barat ke timur.

Dari hasil pengamatan di persimpangan ini terdapat 4 fase seperti dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2. Fase pada Persimpangan



Gambar 3. Waktu Siklus Persimpangan

**Kapasitas dan Derajat Kejenuhan**

Berdasarkan nilai arus jenuh yang telah disesuaikan, berikut ini disajikan Tabel 2 hasil perhitungan kapasitas simpang dan

derajat kejenuhan untuk tiap pendekat, dan juga arus jenuh dari masing-masing pendekat

Tabel 2 : Arus Jenuh, Kapasitas Simpang dan Derajat Kejenuhan

Nama Pendekat	Kode	S	Q	C	Ds
Tikala	S	2793	408	583	0,700
Pusat Kota	B	3398	616	855	0,720
Pasar Kanaka	U	2659	214	326	0,656
Paal 2	T	3434	675	885	0,763

Sumber : Hasil Survey/Olahan Data

**Tundaan dan Tingkat Pelayanan**

Tundaan yang terjadi pada simpang bersinyal dapat diakibatkan oleh lalu lintas (DT) dan tundaan akibat geometrik (DG). Tundaan akibat lalu lintas didasarkan pada gerakan masing-masing kendaraan yang secara bersama melewati simpang.

1. Tundaan lalu lintas (DT)

$$DT = c \times A + \frac{NQ1 \times 3600}{C}$$

$$\rightarrow A = \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times Ds)}$$

- Pendekat Selatan (Tikala)  
DT = 57,62 det/kend
- Pendekat Barat (Pusat Kota)  
DT = 52,88 det/kend
- Pendekat Utara (Pasar kanaka)  
DT = 66,23 det/kend
- Pendekat Timur (Paal 2)  
DT = 53,61 det/kend

2. Tundaan geometri

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

$$P_{SV} = N_s$$

$$P_T = \text{Rasio kendaraan berbelok}$$

- Pendekat Selatan (Tikala)  
DG<sub>j</sub> = 4,27 det/kend
- Pendekat Barat (Pusat Kota)  
DG<sub>j</sub> = 4,31 det/kend
- Pendekat Utara (Pasar kanaka)  
DG<sub>j</sub> = 4,20 det/kend
- Pendekat Timur (Paal 2)  
DG<sub>j</sub> = 4,28 det/kend

3. Tundaan rata-rata kendaraan (D)

$$D = DT + DG$$

- a. Pendekat Timur (Paal II)  
D<sub>TIMUR</sub> = 57,89 det/kend → LOS E
- b. Pendekat Utara (Pasar Kanaka)  
D<sub>UTARA</sub> = 70,43 det/kend → LOS F
- c. Pendekat Selatan (Tikala)  
D<sub>SELATAN</sub> = 61,90 det/kend → LOS F
- d. Pendekat Barat (Pusat Kota)  
D<sub>BARAT</sub> = 57,19 det/kend → LOS E

4. Tundaan total

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

- Pendekat Selatan = 25223 det
- Pendekat Barat = 35206 det
- Pendekat Utara = 15072 det
- Pendekat Timur = 39067 det

- Tundaan Total = 114569 det
5. Tundaan simpang rata-rata  
Tundaan total simpang = 114569 det  
Arus lalu lintas total = 1912 kend  
Tundaan simpang rata-rata  
= 114569 / 1912  
= 59,92 det/kend → LOS E

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dari hasil analisis dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut :

1. Nilai Derajat Kejenuhan (DS) maksimum untuk masing-masing pendekat yaitu pendekat Paal II sebesar 0,763 pendekat Pasar Kanaka sebesar 0,656, pendekat Tikala sebesar 0,700, dan pendekat Pusat Kota sebesar 0,720.
2. Kinerja lalu lintas/*Level Of Service (LOS)* didapatkan dengan melihat nilai Tundaan Rata-rata. Dari hasil analisa didapat tundaan rata-rata persimpangan yaitu 59,92 det/kend sehingga didapat *Level of Service* yaitu LOS E yang

berarti pergerakan yang buruk akibat dari nilai tundaan yang tinggi, biasanya menunjukan nilai waktu siklus yang panjang dan rasio kendaraan yang tinggi.

3. Tundaan Persimpangan Walanda Maramis rata-rata selama 59,92 det/kend yang berarti bahwa jika suatu kendaraan akan melewati persimpangan ini akan mengalami penundaan selama 59,92 detik.

### Saran

Hal-hal yang dapat disarankan untuk memperbaiki kinerja lalu lintas pada persimpangan ini adalah :

1. Dari segi pengaturan lampu lalu lintas perlu dilakukan peninjauan kembali seperti dengan merubah waktu siklus dikarenakan tundaan yang besar diakibatkan panjangnya waktu siklus.
2. Dari segi geometrik jalan yaitu dengan menambah kapasitas jalan dalam hal ini dengan pelebaran jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, 1999. "Rekayasa Lalu Lintas", Cetakan Pertama, Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta.
- Ang Alfredo H-S dan Wilson H.Tang, 1987. "Konsep-konsep Probabilitas dalam Perencanaan dan Perancangan Rekayasa", Jilid 1 Erlangga, Jakarta.
- DPU, 1997, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia.", DEPARTEMEN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA, Jakarta.
- DPU, 1990. *Traffic Management*, Regional Cities Urban Transport DKI Jakarta Training, Dirjen Bina Marga
- Hobbs, F.D., 1979. *Traffic Planning and Engineering* Published by Pergamon Press
- Rompas., R. S., 2010. Kinerja Lalu Lintas Jalan Pada Persimpangan Bersignal, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Salter, R.J., 1978. *Highway Traffic Analysis and Design.*, Published by The Macmillan Press Ltd.
- Zegeer, C.V. dan Deen, R.C., 1978. *Traffic Conflict As A Diagnostic Tool in Highway Safety, Transportation Research Record 667*, Transportation Research Board, Washington, D.C, USA.