

# **APLIKASI PROGRAM TRANSYT PADA SIMPANG DI BAWAH JENUH**

## **Studi Kasus : Simpang Airlangga dan Simpang Udayana Kotamadya Mataram**

**I Wayan Suteja**

Dosen Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram NTB

**Ni Made Yuyun Cahyani**

Alumni Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram NTB

### **ABSTRAK**

Persimpangan merupakan salah satu lokasi yang rawan terhadap kemacetan akibat konflik pergerakan kendaraan. Konflik pergerakan ini menyebabkan tundaan, kecelakaan serta kemacetan. Arus lalu lintas yang terlalu tinggi menimbulkan masalah karena adanya konflik yang meningkat, maka pemasangan lampu lalu lintas perlu dilakukan. Pengkoordinasian dua simpang di bawah jenuh (*undersaturated*) yang dianalisa, dimaksudkan untuk mengurangi tundaan, waktu perjalanan dan biaya perjalanan yang terjadi. Dari hasil analisa dengan menggunakan Program TRANSYT diperoleh kinerja simpang seperti nilai indek kinerja sebelum koordinasi sebesar Rp.12.149.550/jam dan Rp.8.164.300/jam setelah dikoordinasi, tundaan total yang terjadi berkurang 35,7% dari tundaan sebelum dikoordinasikan dan waktu perjalanan yang lebih cepat 12,5% dari waktu perjalanan semula. Di samping itu diperoleh juga nilai offset optimum pada kedua simpang yang dikoordinasikan serta nilai indek kinerja paling minimum yang didapat dengan waktu siklus 90 detik.

Kata kunci: konflik pergerakan, tundaan, arus jenuh, indek kinerja.

### **ABSTRACT**

*An intersection is a critical area of conflicting traffic caused by the conflict problems of traffic movement. This conflicting traffic leads to driver delay, accident and traffic jam. A high traffic flow increases problems due to vehicle conflict, traffic light should be set up in order to separate and merge vehicle movement within traffic flow. A coordination of undersaturated intersections could reduce delay, travel time and travel cost. A computer program called TRANSYT was used to coordinate two undersaturated intersection discussed in this project. Research variables included were traffic volume, saturation flow, speed, traffic light setting and geometrical data of the intersections. The output of TRANSYT showed that the initial performance index was Rp.12.623.500/hour and could be reduced to Rp.8.165.250/hour after coordination of the two intersections. Total delay decreased 35.7% from the initial delay, and the travel time was 12.5% faster. The optimum offset value of both intersection coordinated was found and the minimum performance index was obtained using 90 second cycle time.*

*Keywords: conflicting traffic, delay, saturation flow, performance index.*

### **PENDAHULUAN**

Peningkatan masalah transportasi di perkotaan diakibatkan oleh pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang semakin tinggi, pertumbuhan ekonomi terutama peningkatan pemilikan kendaraan yang tidak disertai dengan peningkatan

sarana dan prasarana yang memadai, serta sifat pengguna jalan yang tidak disiplin. Karena faktor-faktor tersebut arus lalu lintas menjadi tidak lancar dan jenuh sehingga efisiensi, kenyamanan dan keamanan yang diinginkan tidak terpenuhi.

Banyak simpang di daerah perkotaan sudah diberi sistem pengatur lampu lalu lintas. Walaupun sudah dioperasikan secara optimum namun karena sekelompok simpang dianggap

---

**Catatan:** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2002. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Dimensi Teknik Sipil Volume 4 Nomor 2 September 2002.

sebagai suatu sistem yang terpisah secara jaringan (*networking*) atau dianggap berdiri sendiri (*isolated intersection*) maka hasil optimum belum tentu tercapai [1]. Untuk itu suatu sistem yang terdiri dari beberapa simpang (terlebih simpang di bawah jenuh) harus dikoordinasikan untuk memperkecil pengaruh antrian kendaraan terhadap simpang lain yang berdekatan. Dengan mengkoordinasikan simpang-simpang tersebut diharapkan waktu perjalanan (*travel time*) dan biaya perjalanan (*transportation cost*) arus kendaraan yang melewati beberapa simpang dapat diperkecil [2].

Pemasangan lampu lalu lintas sudah banyak diterapkan pada persimpangan di Kotamadya Mataram, Nusa Tenggara Barat. Namun ada beberapa simpang yang pengaturan lampu lalu lintasnya perlu dikoordinasikan dengan simpang-simpang disekitarnya, seperti pada persimpangan Jl. Airlangga – Jl. Catur Warga – Jl. Udayana.

Persimpangan Jl Airlangga – Jl. Catur Warga – Jl. Udayana di Kotamadya Mataram yang menjadi lokasi penelitian, memiliki arus lalu lintas di bawah jenuh dengan pengaturan lampu lalu lintas metode waktu tetap (*fixed time control*) secara *isolated*. Pada kesehariannya terutama saat tidak sibuk pengemudi (*off peak hour*), lalu lintas akan mengalami tundaan (*delay*) yang cukup besar, sehingga diperlukan pengkoordinasian lampu lalu lintas untuk memperkecil tundaan, waktu perjalanan dan biaya perjalanan pengemudi.

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengkoordinasikan sekelompok simpang sehingga diperoleh data setting lampu pada tiap simpang yang memberikan total tundaan perjalanan terkecil.
2. Menghitung kinerja simpang seperti besar tundaan dan biayanya, biaya akibat berhenti (*stop*), *performance index*, kecepatan perjalanan, dan waktu perjalanan sebelum dan sesudah persimpangan tersebut dikoordinasikan.
3. Mencari waktu siklus minimum, dan offset optimum yang dapat memberikan nilai *performance index* minimum.

## TINJAUAN PUSTAKA

*TRANSYT (Traffic Network Study Tool)* [3,4] merupakan suatu metode untuk menentukan pengaturan lampu lalu lintas waktu-tetap (*fixed control*) optimal sehingga arus yang ada dapat

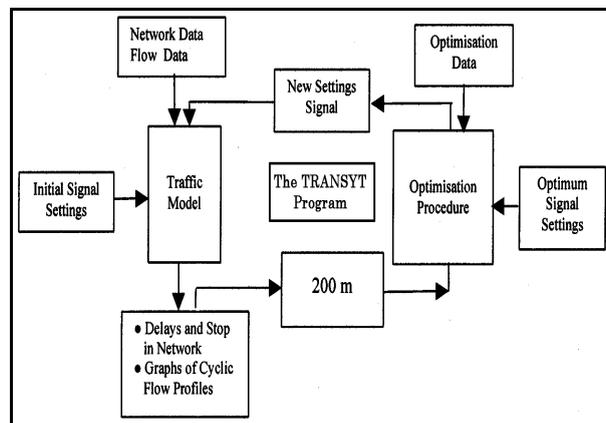
melintasi jaringan jalan berlampu lalu lintas dengan biaya total minimum misalnya: tundaan minimum dan jumlah stop minimum. Dua elemen utama dalam *TRANSYT* [4] adalah:

### 1. Model lalu lintas

Model ini akan memprediksi *Performance Index* (PI) untuk setiap perencanaan waktu yang tetap (*fixed time*). PI adalah ukuran total harga kemacetan lalu lintas yang berupa total tundaan (*delay*) dan berhenti (*stop*) kendaraan [4].

### 2. Optimasi offset lampu lalu lintas

Jika offset suatu simpang (*node*) dikurangi dengan offset didekatnya, maka selisihnya merupakan waktu dimana siklus suatu simpang dimulai relatif terhadap simpang-simpang yang lainnya [3,4]. Struktur program *TRANSYT* adalah sebagai berikut (Gambar 1):



Gambar 1. Struktur Program TRANSYT [4]

## Asumsi Dasar TRANSYT

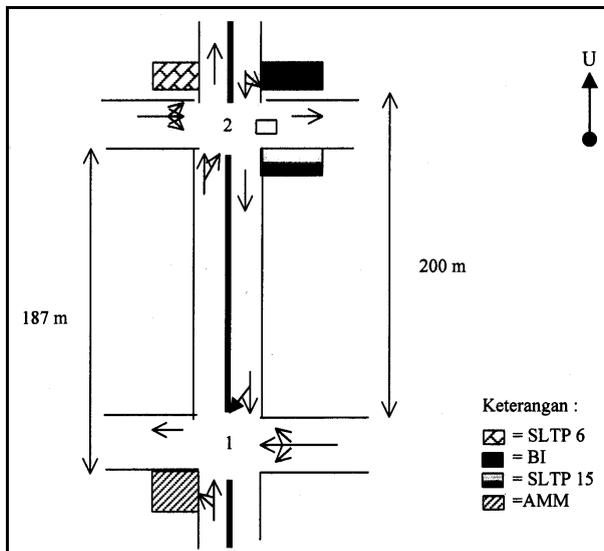
Asumsi dasar dari *TRANSYT* [3,4] adalah sebagai berikut :

1. Semua persimpangan utama dalam jaringan diatur dengan lampu lalu lintas/prioritas.
2. Semua lampu dalam jaringan mempunyai waktu siklus sama atau waktu siklus sebesar setengah dari nilai tersebut, diketahui pembagian fase dan periode minimum.
3. Arus lalu lintas di persimpangan dan distribusinya dalam periode tertentu diketahui dan dianggap tetap.

## Jaringan Jalan

Pada jalan yang akan diteliti (Gambar 2), setiap simpang dengan lampu lalu lintas dinyatakan sebagai *node* dan setiap arah lalu lintas ke *node* dinyatakan sebagai *link*. *Link* bisa menyatakan satu lajur lalu lintas atau lebih dan lalu lintas pada satu lengan mungkin dinyatakan oleh satu

link (lajur) atau lebih. Secara umum, satu link (lajur) diperlukan untuk suatu antrian yang cukup berarti atau arus lalu lintas belok kanan dengan lampu terpisah.



Gambar 2. Denah Lokasi Penelitian

### Pengulangan Arus Dalam Satu Siklus (Cyclic Flow Profiles)

Waktu siklus yang sama dari lampu dibagi dalam sejumlah interval yang sama disebut *step*, umumnya 1 sampai 3 detik. Semua perhitungan TRANSYT dibuat berdasarkan nilai rata-rata dari arus lalu lintas, pergerakan membelok, dan antrian yang diharapkan terjadi setiap step dari waktu siklus. Dalam TRANSYT traffic model [2,3,4], semua perhitungan dilakukan dengan manipulasi dari jenis histogram dan tidak dilakukan untuk masing-masing kendaraan. Hampir semua perhitungan diasumsikan bahwa *profile* ini berulang selama satu waktu siklus. Dalam praktek, *flow profile* selama satu waktu siklus akan bervariasi dari rata-rata karena sifat masing-masing kendaraan yang acak [2].

### Tingkah Laku Dalam Link

Perhitungan tingkah laku lalu lintas didalam link didasarkan pada manipulasi dari tiga *cyclic flow profiles* sebagai berikut :

1. *In profile*: pola lalu lintas yang akan mencapai garis stop pada akhir hilir dari link jika lalu lintas tidak diganggu oleh lampu pada garis stop.
2. *Out profile*: pola lalu lintas yang meninggalkan link.
3. *Go profile*: pola lalu lintas yang akan meninggalkan garis stop jika ada cukup lalu lintas memenuhi hijau.

Hubungan yang digunakan untuk menurunkan bagian dari *In profile* hilir dari salah satu *Out profile* hulu, dimana hulu adalah simpang yang diberi penomoran *node* pertama, adalah :

$$q^{1(k+t)} = F \cdot q^{(k)} \cdot p + (1 - F) \cdot q^{1(k+t-1)} \quad (1)$$

dimana :

$q^{1(k+t)}$  = prediksi pola kedatangan arus lalu lintas pada langkah  $k+t$  dari *In profile*

$q^{(k)}$  = prediksi pola kedatangan arus lalu lintas pada langkah  $k$  dari *Out profile*

$q^{1(k+t-1)}$  = prediksi pola kedatangan arus lalu lintas sebelum kendaraan terakhir dari *In profile*

$p$  = proporsi *out flow* yang masuk pada link

$t$  = 0,8 dikalikan waktu tempuh rata-rata yang diukur dalam interval waktu sepanjang penyebaran tersebut itu diamati.

$F$  = faktor penghalusan yang bernilai

$$= \frac{1}{1 + 0,35t}$$

Jumlah kendaraan ( $m_I$ ) yang ada pada garis stop selama interval waktu  $I$  dihitung dengan rumus:

$$m_I = m_{I-1} + q_i - s_i \quad (2)$$

dimana:

$m_I$  = jumlah kendaraan yang ada (antri) pada garis stop selama waktu  $I$

$m_{I-1}$  = jumlah kendaraan yang datang ke garis stop sebelum  $m_I$

$q_i$  = jumlah kendaraan yang datang dalam interval (dinyatakan sebagai *In profile*)

$s_i$  = jumlah kendaraan maksimum yang dapat meninggalkan selama interval (dinyatakan sebagai *Go profile*)

Jumlah kendaraan yang lepas (*out*) oleh simpang selama interval waktu  $I$ ,  $O_I$  adalah :

$$O_I = m_{I-1} + q_i - m_I \quad (3)$$

Perhitungan menggunakan *In profile*, *Go profile* diulang pada tiap link untuk beberapa waktu siklus yang berbeda (waktu siklus *typical*), dimulai dengan asumsi tidak ada antrian pada garis stop, kemudian tingkah laku dimodelkan untuk waktu siklus berikutnya. Menurut Robertson [4], program TRANSYT dapat digunakan untuk menyederhanakan tingkah laku lalu lintas dengan mengasumsikan bahwa kendaraan mengambil tempat di garis stop dimana kendaraan lepas selama waktu hijau efektif dengan percepatan seketika sampai kecepatan perjalanan di link hilir.

## Tundaan

Tundaan total pada suatu link merupakan jumlah tundaan seluruh kendaraan yang menggunakan link tersebut selama periode tertentu. Tundaan dinyatakan dalam satuan mobil penumpang-jam/jam (smp-jam/jam). Pada program *TRANSYT* tundaan dibedakan atas [7,8]:

1. *Uniform delay*, yaitu tundaan yang terjadi pada waktu kedatangan arus lalu lintas tidak melebihi kapasitas (derajat kejenuhan <1).
2. *Random delay*, kelebihan dari tundaan seragam yang terjadi akibat arus yang masuk melebihi kapasitas, atau lamanya waktu hijau yang dapat melewati seluruh kendaraan sehingga membentuk antrian pada awal merah berikutnya.
3. *Oversaturation delay*, yaitu tundaan yang terjadi akibat kedatangan rata-rata melebihi jumlah yang dapat dilepaskan oleh fase hijau yang menyebabkan rata-rata antrian kendaraan meningkat setiap waktu siklus sebanyak kelebihan kendaraan selama periode jenuh. Dihitung sebagai nilai rata-rata dari antrian lewat jenuh pada periode tertentu.

*TRANSYT* menghitung jumlah elemen *oversaturated* dan *random delay* dengan rumus tunggal.

$$\text{Random} + \text{oversaturation delay rate} = T/4 \{[(f - F)^2 + 4 f/T]^{1/2} + (f-F)\} \text{ smp-jam/jam} \quad (4)$$

di mana:

$f$  = arus kedatangan rata-rata pada *link* (smp/jam)

$F$  = arus maksimum yang dapat lepas dari *link* (smp/jam)

$T$  = lamanya kondisi arus diperhitungkan (jam)

## Stop

Program *TRANSYT* menghitung jumlah total di mana kendaraan dipaksa untuk stop pada link sebagai penjumlahan nilai *uniform* dan *random-oversaturation stop*. Seperti pada tundaan, komponen *uniform* ditentukan dari *cyclic flow profiles* dan komponen *random-plus oversaturation* dihitung dari persamaan sederhana [2]. *TRANSYT* memperhitungkan kecepatan perjalanan pada masing-masing *link* dan menghitung sebagian stop untuk lalu lintas yang mengalami tundaan kecil, dan stop penuh untuk lalu lintas yang tertunda cukup lama untuk sampai pada perhentian, kemudian diakumulasikan sebagai *equivalen full-stop* untuk menyediakan komponen *uniform stop rate* untuk *link* [3,4]. *TRANSYT* memasukkan perkiraan stop tambahan yang disebabkan

karena variasi kedatangan lalu lintas dari waktu siklus ke waktu siklus dan juga disebabkan karena kenaikan tetap antrian *oversaturation* pada *link* dimana kedatangan rata-rata melebihi kapasitas. *Random - plus - oversaturation delay rate* dapat dilihat sebagai jumlah smp rata-rata dalam antrian pada awal periode merah. Dengan asumsi bahwa semua smp stop setiap kali lampu menjadi merah, kemudian jumlah stop rata-rata per smp dapat diperkirakan akan membagi antrian *start-of-red* rata-rata terhadap jumlah smp rata-rata yang lepas dari link selama waktu hijau. Perbandingan ini adalah jumlah periode merah rata-rata di mana setiap smp harus menunggu sebelum melintas *stopline* dan karena itu sama dengan jumlah *random-plus-oversaturation stop* rata-rata per smp.

## Fasilitas Optimasi Dalam *TRANSYT*

Fasilitas optimasi dalam program *TRANSYT* [4] meliputi antara lain:

### 1. *Performance Index* (PI)

Kriteria *performance*, dinyatakan dengan *performance index*, merupakan kombinasi dari tundaan dan jumlah stop dari link dalam jaringan, dan merupakan pengukuran biaya dari kemacetan. *Performance Index* (PI) didefinisikan sebagai berikut:

$$PI = \sum_{i=1}^N (W \cdot w_i \cdot d_i + \frac{K}{100} K_i \cdot S_i) \quad (5)$$

di mana :

$N$  = jumlah link

$W$  = biaya per tundaan (smp/jam) rata-rata

$K$  = biaya tiap 100 smp stop

$w_i$  = bobot tundaan pada *link*  $i$

$d_i$  = tundaan pada *link*  $i$  (smp-jam/jam)

$K_i$  = bobot stop pada *link*  $i$

$S_i$  = jumlah stop pada *link*  $i$ , dalam satuan 100 jumlah stop.

*Signal optimiser* yang dimiliki *TRANSYT* dapat meminimumkan PI.

### 2. *Signal Offset Optimum* (SO)

Untuk melakukan koordinasi antara persimpangan dengan lampu lalu lintas, perlu untuk ditetapkan kesepakatan waktu hijau dari suatu persimpangan yang menghubungkan persimpangan lainnya didalam jaringan jalan. Dalam *TRANSYT*, hal ini dicapai dengan menghubungkan semua *stage change times* waktu dimana indikasi hijau pada suatu fase berhenti dan perubahan ke waktu hijau fase berikut dimulai ke waktu nol. *Offset* dari persimpangan didefinisikan

sebagai waktu perubahan fase pada saat perubahan ke hijau untuk fase no 1 dimulai. SO dihitung dengan melakukan optimasi dari *offset* dan fase dengan proses *hill climbing* untuk mencapai PI minimal. Pertama-tama TRANSYT menghitung PI dari jaringan untuk pengaturan waktu awal. Kemudian *offset* diubah dengan satuan waktu dan hitung kembali PI jaringan. Jika PI berkurang, maka *offset* diubah dengan arah yang sama dengan satuan waktu yang sama sampai nilai PI minimum dicapai. Jika perubahan awal meningkatkan nilai PI, *offset* diubah dengan arah yang berlawanan sampai nilai PI minimum.

3. *Initial EQUISAT Setting*  
Fasilitas ini diperlukan untuk menggantikan kebutuhan pemakai untuk menyediakan pengaturan waktu awal. Waktu hijau untuk berbagai fase *node* diatur oleh TRANSYT sehingga tingkat kejenuhan pada titik pertemuan kritis adalah sama disebut *EQUISAT settings*. *Offset* awal untuk perubahan waktu dari fase 1 diasumsikan nol kecuali ditetapkan.
4. *Node group*  
*Node* mungkin dikelompokkan dalam *group* sehingga *offset*-nya diubah bersama dan tidak secara individu. Hal ini dapat dilakukan jika area terlalu luas dioptimasi dalam satu kali *running* program dan area harus dibagi kedalam sub-area. *Node* di perbatasan antara sub-area dapat dioptimasi mula-mula sebagai bagian dari satu sub-area dan kemudian dimasukkan sebagai *group* dalam optimasi dari sub-area yang berdekatan.

## METODE PENELITIAN

### Program Kerja

Langkah-langkah yang harus dipersiapkan sebelum pengolahan data untuk simpang-simpang yang akan dikoordinasi ialah menentukan data-data yang diperlukan dan cara memperolehnya sehingga dapat sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan [1]. Cara memperoleh data-data untuk penelitian ini ada 2 [1] yaitu:

1. Data Primer  
Data primer diperoleh dengan cara survei di lapangan, dan langkah awal yang dilakukan adalah survei pendahuluan pada persimpangan yang akan menjadi lokasi penelitian [5]. Data-data primer yang dikumpulkan meliputi volume lalu lintas,

distribusi arus, kecepatan, setting lampu, dan lain-lain [6].

2. Data Sekunder

Data-data sekunder diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Dinas LLAJ, Dinas PU, dan lain-lain. Data-data sekunder meliputi data geometrik persimpangan, jarak antar persimpangan, peta lokasi, dan lain-lain [1]

### Teknis Pengambilan Data

Pada penelitian ini, peralatan yang digunakan untuk memperoleh data-data adalah alat hitung manual (*counter*) untuk survei pendahuluan, sementara survei akhir dilakukan pada jam sibuk (*peak hour*) dengan alat rekam otomatis (*handycam*), *stop watch*, alat tulis dan perlengkapan pencatatan data. Pengambilan data kecepatan dilakukan juga pada jam sibuk dengan memakai metode plat kendaraan [1]. Untuk memperoleh data kecepatan yang akurat, penelitian ini mengambil 25 sampel kendaraan, sementara untuk memperoleh data setting lampu dilakukan pengukuran langsung di lapangan sebanyak 3 kali dan nilai yang dipakai adalah nilai rata-rata dari ketiganya, sedangkan data sekunder diperoleh dari DPU Kotamadya Mataram dan dicocokkan kembali dengan kondisi lapangan.

## HASIL PENELITIAN

### Operasional Program

Dalam penelitian ini TRANSYT mensyaratkan adanya simpang bayangan sebagai *node 3* agar dapat me-*running* dua *node* yang dikoordinasikan. Meskipun ada simpang bayangan namun dalam menganalisa tetap digunakan nilai yang dihasilkan program untuk dua simpang yang ditinjau. Untuk memudahkan operasional program, data input seperti arus jenuh tiap pergerakan, arus tiap pergerakan, asal arus yang menuju simpang yang dikoordinasikan, panjang *link*, lebar, dan kecepatan perjalanan disusun dalam sebuah tabel seperti disajikan pada Tabel 1.

### Analisa Kerja TRANSYT

Berdasarkan data input sebelumnya, kemudian dengan me-*running* program TRANSYT, dihasilkan *output*/keluaran yang disajikan pada Tabel 2

**Tabel 1. Data untuk Input Program TRANSYT**

No Perg.	Fase		Pan-jang (m)	Lebar (m)	Arus smp/jam	Arus Jenuh (smp/jam)	Asal Arus		
	Awal	Akhir					No Perg.	Arus	Kec.
11	1	2	200	6,4	396	2520	0	0	39
12	3	1	200	5,1	435	1996	21	339	30
13	2	3	200	7,3	1074	3785	0	0	50
21	1	2	200	2,9	339	2111	31	499	53
22	1	2	200	3,1	160	1376	31	499	53
23	3	1	187	4,6	388	2002	11	255	34
24	2	3	200	4,9	958	2665	0	0	52
25	2	2	200	5,2	120	2367	0	0	52
31	1	2	200	6,0	499	2000	0	0	40
32	1	2	200	6,0	339	3000	23	219	53
33	2	1	200	6,0	500	3000	0	0	40

**Tabel 2. Performance Index pada Kondisi Eksisting dan Kondisi Setelah di Koordinasi**

Jam Puncak (06.45 – 07.45 WITA)						
Kondisi	Kecepatan Rata-rata (Km/jam)	Biaya Tundaan (Rp/jam)	Biaya Berhenti (Rp/jam)	Indeks Perfor-mansi (PI) (Rp/jam)	Konsumsi Bahan Bakar (lt/jam)	
					Akibat delay	Akibat Stop
Eksisting	32	12.149.550	473.950	12.623.500	314,0	78,4
Setelah Koordinasi	48	7.810.900	353.350	8.165.250	201,9	59,4
Perubahan	+16	-4.338.650	-120600	-4.458.250	-112,1	-19,0

Dilihat dari peningkatan besar kecepatan dan penurunan biaya tundaan, biaya berhenti, nilai performance index (PI) dan konsumsi bahan bakar nampak bahwa pada kondisi setelah dikoordinasi memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan pada kondisi eksisting.

Pada program TRANSYT, optimasi dilakukan dengan beberapa kali iterasi untuk memperoleh tundaan yang paling minimum sehingga ada pembagian waktu yang mengalami perubahan pada Tabel 3.

**Tabel 3. Pembagian Waktu Siklus Sebelum dan Setelah di Koordinasi**

Simpang	Fase1								
	Hijau			Kuning			Merah		
	SBK	STK	%PB	SBK	STK	SBK	STK	%PB	
1	16	18	12,5	3	3	56	59	5,4	
2	18	18	0,0	3	3	59	59	0,0	
	Fase 2								
1	22	32	45,5	3	3	50	45	-10	
2	29	35	20,7	3	3	48	42	-12,5	
	Fase 3								
1	18	24	33,3	3	3	54	53	-1,9	
2	17	21	17,6	4	4	59	55	-6,8	

Keterangan:  
 SBK = Sebelum dikoordinasi;  
 STK = Setelah dikoordinasi;  
 PB = Perubahan

Karena adanya perubahan kecepatan pada ruas jalan antar simpang yang telah dikoordinasi maka terjadi perubahan waktu perjalanan, dimana kondisi setelah dikoordinasikan menjadi lebih singkat dibandingkan pada kondisi awal, seperti tersaji dalam Tabel 4.

**Tabel 4. Perubahan Waktu Perjalanan pada Kedua Simpang**

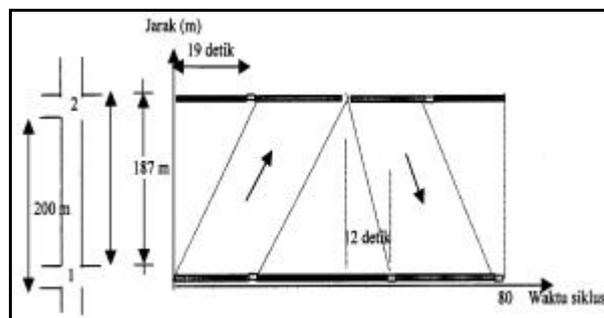
Waktu	Jam Puncak (06.45-07.45 WITA)
Eksisting	4161 detik
Program TRANSYT	3641 detik
Perubahan	-520 detik (-12,5 %)

**Analisa Offset Optimum**

Dari setting lampu pada output program TRANSYT didapat offset optimum pada jam puncak sebagai berikut (Gambar 3) :

- a. 19 detik (Offset antara fase 1 pada simpang 1 dan fase 3 pada simpang 2)
- b. 12 detik (Offset antara fase 1 pada simpang 2 dan fase 3 pada simpang 1)

Besarnya nilai offset pada program TRANSYT diperoleh melalui beberapa iterasi dan nilai offset tersebut memberikan nilai tundaan total yang paling minimum. Setelah nilai offset diketahui maka dapat dibuat gelombang hijau untuk pergerakan-pergerakan yang dikoordinasikan.



Gambar 3. Gelombang Hijau untuk Pergerakan Dua Arah

**Analisa Tundaan**

TRANSYT menghitung tundaan total dengan menjumlahkan Uniform delay dengan Total Random + oversaturation delay. Tundaan yang terjadi pada jam puncak adalah 33,2 + 191,2 = 224,3 smp-jam/jam (Tabel 5). Perhitungan tundaan tersebut merupakan penjumlahan dari semua tundaan total yang terjadi pada semua link pada kondisi Equisat = 0, yang artinya TRANSYT tidak melakukan optimasi waktu hijau, dan Optimisation = 0, artinya TRANSYT tidak melakukan koordinasi pengaturan lampu lalu lintas antar persimpangan. Setelah

TRANSYT melakukan koordinasi lampu lalu lintas antar simpang *optimisation* = 1) dengan waktu hijau tetap (*Equisat* = 0) tundaan total yang terjadi adalah  $25,6 + 118,6 = 144,2$  smp-jam/jam (Tabel 5).

**Tabel 5 Tundaan pada Program TRANSYT**

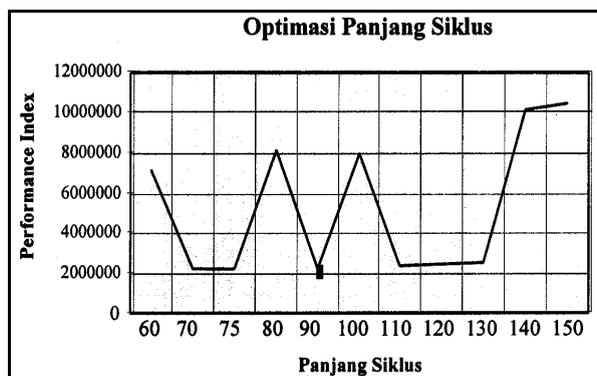
Jam Puncak (06.45-07.45 WITA)		
No.	Program	Tundaan Total (smp-jam/jam)
1	TRANSYT sebelum dikoordinasikan	224,3
2	TRANSYT Sesudah dikoordinasikan	144,2
	Perubahan	-35,7

**Optimasi Program TRANSYT**

*Performance index* merupakan pengukuran biaya dari kemacetan. Dalam program TRANSYT nilai *performance index* dapat diturunkan dengan tiga cara yaitu melalui optimasi waktu hijau, melakukan koordinasi pengaturan lampu lalu lintas antar simpang dan mengubah panjang siklus dengan cara mencoba-coba, panjang siklus yang terpilih adalah yang memberikan *performance index* terkecil. Pada Tabel 6 terlihat panjang siklus coba-coba dan nilai *performance index*.

**Tabel 6 Optimasi Panjang Siklus**

Panjang Siklus (detik)	Biaya Tundaan (Rp/jam)	Biaya Berhenti (Rp/jam)	<i>Performance Index</i> (PI) (Rp/jam)	Konsumsi Bahan Bakar (lt/jam)	
				Akibat delay	Akibat Stop
60	6.660.450	524.400	7.185.800	172,3	88,0
70	1.942.750	340.100	2.281.900	50,1	57,1
75	1.954.150	336.300	2.290.450	50,4	56,2
80	7.810.900	353.400	8.165.250	201,9	59,4
90	1.962.700	311.600	2.275.250	50,7	52,5
100	7.645.600	336.300	7.981.900	197,8	56,5
110	2.109.000	300.200	2.408.250	54,5	50,4
120	2.166.000	292.600	2.460.500	56,1	49,3
130	2.318.000	297.350	2.616.300	59,8	50,0
140	9.785.950	369.550	10.155.500	253,1	62,2
150	10.225.800	271.700	10.496.550	264,5	45,6



Gambar 4. Optimasi Panjang Siklus

Panjang siklus yang dicoba adalah panjang siklus yang lebih kecil dan lebih besar dari panjang siklus yang mewakili kondisi di lapangan (80 detik). Dari semua panjang siklus yang dicoba, panjang siklus 90 detik memberikan nilai *Performance Index* terkecil.

**KESIMPULAN DAN REKOMENDASI**

**Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa dengan Program TRANSYT dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang setelah dikoordinasi lebih baik jika dibandingkan dengan kondisi sebelum dikoordinasi. Hal ini terbukti dari menurunnya biaya tundaan dan stop sehingga *performance index* yang dihasilkan menjadi minimum, serta konsumsi bahan bakar menjadi kecil. Setelah dikoordinasi waktu perjalanan juga menjadi lebih singkat sebesar 12,5% dari waktu perjalanan semula, dan tundaan total berkurang sebesar 35,7% dari sebelumnya.
2. Koordinasi dengan program TRANSYT menghasilkan pembagian waktu siklus yang baru tanpa merubah panjang siklus. Waktu hijau untuk beberapa lengan simpang ada yang tetap dan ada yang bertambah panjang sebesar 12,5% hingga 45,5% dari waktu hijau semula.
3. Kedua simpang dikoordinasikan dengan nilai *offset* optimum, sehingga pengemudi tidak mengalami tundaan yang besar dan tidak memperoleh sinyal merah saat tiba diperimpangan berikutnya.
4. Panjang siklus 90 detik merupakan panjang siklus yang akan memberikan nilai *performance index* (PI) yang paling minimum.

**Saran/Rekomendasi**

1. Untuk mendapatkan kinerja yang optimum dari kedua simpang yang dikoordinasikan, perlu dilakukan *setting* lampu yang baru sesuai dengan keluaran program.
2. Selain merubah pengaturan lampu lalu lintas, untuk mengurangi tundaan yang terjadi perlu dilakukan sosialisasi dan diseminasi berlalu lintas yang baik bagi para pengemudi. Hal itu juga harus diikuti dengan ketegasan petugas yang berwajib untuk menindak para pelanggar aturan lalu lintas.

3. Perlu dilakukan penelitian terhadap sekelompok simpang bersinyal atau yang diatur dengan prioritas lain yang mengalami masalah serupa dengan memakai program *TRANSYT*.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Hobbs, F.D. , *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas, Edisi II, 55-92, 488-489*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta 1995.
2. Kwintaryana W., *Koordinasi Pengaturan Lampu Lalu Lintas Dengan Metode Optimasi Offset dan Program Transyt*, Prosiding Simposium III FSTPT UGM Yogyakarta, 2001
3. Mc. Shane, W.R., Roger, P.R., *Traffic Engineering, 527-548*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1990.
4. Robertson, D.I., Vincent, R.A., Mitchell, A.I., *User Guide To TRANSYT Version 8*, TRRL, Crowthorne, Berkshire. 1980,
5. Direktorat Pembinaan Jalan Kota, *Tata Cara Pelaksanaan Survey Perhitungan Lalu Lintas Cara Manual No. 001/BNKT/1990*, dan *Tata Cara Pelaksanaan Survey Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas No. 016/BNKT/1990, 8-10*, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990
6. Iskandar A, *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib, 41-51*, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Jakarta, 1995.