

## ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)

A.A.N.A. Jaya Wikrama

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Udayana Denpasar

E-mail : jayawikrama@rocketmail.com

**Abstrak :** Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak yang terletak di kawasan Denpasar Barat memiliki volume lalu lintas tinggi karena merupakan gerbang dari dan menuju Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Permasalahan pada simpang berupa lamanya tundaan dan seringnya terjadi kecelakaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja simpang eksisting dan menganalisis alternatif pemecahan masalah yang tepat. Terdapat 3 alternatif perbaikan yang digunakan dalam penelitian yaitu alternatif 1 - pengaturan ulang lampu lalu lintas dengan *multi program*, alternatif 2 - kombinasi pelebaran geometrik simpang dengan *resetting multi program*, dan alternatif 3 - *resetting* dengan mengalihkan pergerakan di kaki Selatan. Indikator dalam menilai kinerja simpang dilihat dari tundaan simpang. Dari 3 alternatif yang dicobakan, maka alternatif -2 merupakan alternatif terbaik.

**Kata kunci :** tundaan, kinerja

### THE PERFORMANCE ANALYSIS OF A SIGNALIZED JUNCTION (Case Study:Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak)

**Abstract:** Intersection between Western Teuku Umar and Gunung Salak Roads which is located in Western Denpasar District has a high traffic volume. This intersection functions as a gateway connecting Denpasar City and Badung Region. The problems of the intersection are long delay and frequent accident. The objectives of this study are to evaluate the existing intersection performance and to analyze several alternative solutions. There were 3 alternatives improvement applied, i.e. First, signal re-setting with multi program; Second, combination of geometric re-design and signal re-setting and Third, combination of signal re-setting and south traffic flow diversion. Delay was used as the intersection performance indicator. It was found that the second alternative as the best solution.

**Keywords :** delay, performance

### PENDAHULUAN

Simpang Jalan Teuku Umar Barat Jalan Gunung Salak yang terletak di wilayah Denpasar Barat memiliki volume lalu lintas tinggi karena merupakan gerbang arus lalu lintas dari dan menuju Kota Denpasar dan Kabupaten Badung. Kondisi jalan Teuku Umar Barat sebagai salah satu sistem jaringan jalan kolektor, dengan LHR 42.109 smp (Departemen P.U, 2009) merupakan penghubung antar zona pemukiman dan zona kegiatan perekonomian, pendidikan maupun pariwisata baik dari Kabupaten Badung ke Kota Denpasar dan sebaliknya.

Permasalahan pada simpang berupa tundaan yang tinggi dan seringnya terjadi kecelakaan. Pengaturan lampu lalu lintas yang dioperasikan saat ini belum dapat mengatasi kemacetan yang sering terjadi terutama pada jam-jam sibuk (*peak hour*). Kondisi eksisting pada simpang belum mampu menampung volume lalu lintas yang tergolong padat. Terlebih lagi dengan adanya simpang terdekat dengan jarak 114 meter tanpa sinyal lalu lintas. Dengan kondisi seperti ini, kendaraan yang sudah melewati simpang sering kali tertahan akibat konflik di simpang terdekat, sehingga pada fase hijau berikutnya masih terjadi antrian kendaraan. Diperlukan upa-

ya untuk meningkatkan kinerja simpang agar tercapai efisiensi dan kelancaran arus lalu lintas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak yang ada saat ini dan memberikan alternatif pemecahan masalah yang tepat pada simpang tersebut.

**MATERI DAN METODE**

**Pengertian Simpang**

Menurut PP 43/ 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, simpang adalah pertemuan atau percabangan jalan baik sebidang maupun yang tak sebidang. Simpang merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara pergerakan kendaraan dengan pergerakan kendaraan lainnya.

**Arus Jenuh Nyata (S)**

Yang dimaksud dengan arus jenuh nyata adalah hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_o$ ) untuk keadaan ideal dengan faktor penyesuaian (F) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dalam satuan smp/jam hijau (Departemen P.U., 1997)

$$S = S_o \cdot F_{CS} \cdot F_{SF} \cdot F_P \cdot F_G \cdot F_{RT} \cdot F_{LT} \dots (1)$$

Dimana:

$S$  = Arus jenuh nyata (smp/jam hijau);  $S_o$  = Arus jenuh dasar (smp/jam hijau);  $F_{CS}$  = Faktor koreksi ukuran kota;  $F_{SF}$  = Faktor

penyesuaian hambatan samping;  $F_P$  = Faktor penyesuaian parkir tepi jalan;  $F_G$  = Faktor penyesuaian akibat gradien jalan;  $F_{RT}$  = Faktor koreksi belok kanan;  $F_{LT}$  = Faktor penyesuaian belok kiri.

**Faktor Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )**

Yaitu ukuran besarnya jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu daerah perkotaan (Departemen P.U., 1997). Untuk menentukan nilai faktor ukuran kota digunakan Tabel 1.

**Tabel 1** Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )

Jumlah Penduduk dalam Kota (Juta Jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
≤ 0,1	0,82

**Faktor Hambatan Samping Jalan ( $F_{SF}$ )**

$F_{SF}$  adalah kegiatan di samping jalan yang menyebabkan pengurangan terhadap arus jenuh di dalam pendekat (Departemen P.U., 1997). Dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor didapat faktor penyesuaian hambatan samping sebagaimana Tabel 2.

**Tabel 2** Faktor penyesuaian hambatan samping jalan

Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tidak Bermotor (%)					
			0,00	0,05	0,1	0,15	0,2	> 0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindung	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Perumahan (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses Terbatas (RA)	Tinggi/Sedang/Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

**Faktor Adanya Parkir Tepi Jalan ( $F_P$ )**

Faktor parkir tepi jalan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$F_P = [ L_P/3 - (W_a - 2) \cdot (L_P/3 - g)/W_a ] /g \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

$F_P$  = Faktor jarak parkir tepi jalan;  $W_a$  = Lebar pendekat (m);  $g$  = Waktu hijau (detik);  $L_P$  = jarak antara garis henti dan kendaraan yang parkir pertama (m).

**Faktor Belok Kanan ( $F_{RT}$ )**

Faktor koreksi terhadap arus belok kanan pada pendekat yang ditinjau, dapat dihitung dengan rumus:

$$F_{RT} = 1 + P_{RT} \cdot 0,26 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana:

$P_{RT}$  = rasio arus belok kanan pada pendekat.

**Faktor Belok Kiri ( $F_{LT}$ )**

Pengaruh arus belok kiri dihitung dengan rumus:

$$F_{LT} = 1 - P_{LT} \cdot 0,16 \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

$P_{LT}$  = rasio arus belok kiri pada pendekat.

**Rasio Arus (FR)**

Rasio arus (FR) merupakan rasio arus lalu lintas terhadap arus jenuh masing-masing pendekat.

Rasio arus (FR) dihitung dengan rumus:

$$FR = Q/S \dots\dots\dots (5)$$

Dimana,  $Q$  = Arus lalu lintas (smp/jam);  $S$  = Arus Jenuh (smp/jam hijau).

Nilai kritis  $FR_{crit}$  (maksimum) dari rasio arus yang ada dihitung rasio arus pada simpang dengan penjumlahan rasio arus kritis tersebut:

$$IFR = \sum (FR_{crit}) \dots\dots\dots (6)$$

Dari kedua nilai di atas maka diperoleh rasio fase PR (*Phase Ratio*) untuk tipe fase yaitu:

$$PR = FR_{crit}/IFR \dots\dots\dots (7)$$

**Waktu Siklus dan Waktu Hijau**

**Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian ( $C_{ua}$ )**

Waktu siklus adalah waktu untuk urutan lengkap dan indikasi sinyal dari awal

waktu hijau sampai waktu hijau berikutnya (Departemen P.U., 1997). Waktu siklus sebelum penyesuaian ( $C_{ua}$ ) untuk pengendalian waktu tetap dihitung dengan rumus:

$$C_{ua} = (1,5 \cdot LTI + 5)/(1 - IFR) \dots (8)$$

Dimana:

$C_{ua}$  = Panjang Siklus (detik);  $LTI$  = Jumlah waktu yang hilang setiap siklus (detik);  $IFR$  = Rasio arus perbandingan dari arus terhadap arus jenuh, arus / arus jenuh ( $Q/S$ );  $FR_{crit}$  = Nilai tertinggi rasio arus dari seluruh pendekat yang terhenti pada suatu fase.

$\sum IFR_{crit}$  = Rasio arus simpang = Jumlah  $FR_{crit}$  dari seluruh fase pada simpang.

Waktu siklus yang didapat kemudian disesuaikan dengan waktu siklus yang direkomendasikan seperti pada Tabel 3.

**Tabel 3** Pengaturan waktu siklus

Tipe Pengaturan	Waktu Siklus yang Layak (detik)
2 Phase	40 – 80
3 Phase	50 – 100
4 Phase	80 – 130

**Waktu Hijau ( $g$ )**

Waktu hijau adalah waktu nyala hijau dalam suatu pendekat. Perhitungan waktu hijau untuk tiap fase dijelaskan dengan rumus:

$$g_i = (C_{ua} - LTI) \cdot PR_i \geq 10 \text{ dtk} \dots (9)$$

Dimana:

$g_i$  = Tampilan waktu hijau pada fase i (detik);  $C_{ua}$  = Waktu siklus (detik);  $LTI$  = Waktu hilang total persiklus (detik);  $PR_i$  = Rasio fase =  $FR_{crit} / \sum (FR_{crit})$

**Waktu Siklus yang Disesuaikan ( $c$ )**

Waktu siklus yang disesuaikan ( $c$ ) dihitung berdasarkan pada waktu hijau yang diperoleh dan telah dibulatkan dan waktu hilang. Dinyatakan dengan rumus:

$$c = \sum g + LTI \dots\dots\dots (10)$$

**Kinerja Simpang**

Unsur terpenting didalam pengevaluasian kinerja simpang adalah lampu lalu

lintas, kapasitas dan tingkat pelayanan, sehingga untuk menjaga agar kinerja simping dapat berjalan dengan baik, kapasitas dan tingkat pelayanan perlu dipertimbangkan dalam mengevaluasi operasi simping dengan lampu lalu lintas. Ukuran dari kinerja simping dapat ditentukan berdasarkan panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan.

Ukuran kualitas dari kinerja simping adalah dengan menggunakan variabel sebagai berikut (Departemen P.U., 1997):

**Kapasitas Simping (C)**

Kapasitas adalah kemampuan simping untuk menampung arus lalu lintas maksimum per satuan waktu dinyatakan dalam smp/jam hijau. Kapasitas pada simping dihitung pada setiap pendekatan ataupun kelompok lajur didalam suatu pendekatan. Kapasitas simping dinyatakan dengan rumus:

$$C = S \cdot g/c \dots\dots\dots (11)$$

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam hijau); S = Arus jenuh (smp/jam hijau); g = Waktu hijau (detik). c = Panjang siklus (detik).

Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan (Q<sub>LT</sub>, Q<sub>RT</sub>, dan Q<sub>ST</sub>) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekuivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

**Tabel 4** Konversi kendaran terhadap satuan mobil penumpang

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

Sumber: Departemen P.U. (1997)

**Derajat Kejenuhan (DS)**

Derajat kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C). Rumus untuk menghitung derajat kejenuhan adalah:

$$DS = Q/C \dots\dots\dots (12)$$

**Panjang Antrian (NQ)**

Panjang antrian adalah banyaknya kendaraan yang berada pada simping tiap jalur saat nyala lampu merah (Departemen P.U., 1997). Rumus untuk menentukan rata-rata panjang antrian berdasarkan MKJI 1997, adalah:

Untuk derajat kejenuhan (DS) > 0.5:

$$NQ_1 = 0,25 \cdot C \cdot \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0,5)}{C}} \right] \dots\dots\dots (13)$$

Untuk DS < 0,5 ; NQ<sub>1</sub> = 0

Dimana:

NQ<sub>1</sub> = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya; DS = Derajat kejenuhan; C = Kapasitas (smp/jam).

Jumlah antrian selama fase merah (NQ<sub>2</sub>):

$$NQ_2 = c \cdot \frac{1 - GR}{1 - GR \cdot DS} \cdot \frac{Q_{masuk}}{3600} \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

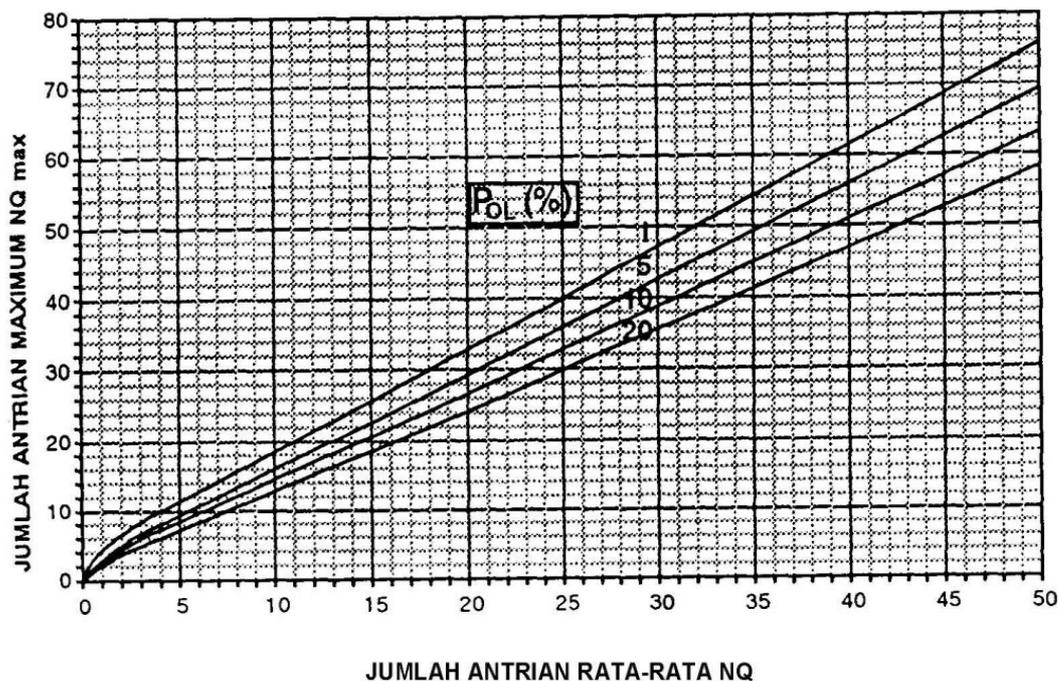
NQ<sub>2</sub> = Jumlah smp yang datang ada fase merah.; GR = Rasio hijau; c = Waktu siklus (detik); Q<sub>masuk</sub> = Arus lalu lintas yang masuk diluar LTOR (smp/jam).

Jumlah kendaraan antri menjadi:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots\dots\dots (15)$$

Maka panjang antrian kendaraan adalah dengan mengalikan NQ<sub>max</sub> dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) kemudian dibagi dengan lebar masuknya. NQ<sub>max</sub> didapat dengan menyesuaikan nilai NQ dalam hal peluang yang diinginkan untuk terjadinya pembebanan lebih P<sub>OL</sub> (%) dengan menggunakan Gambar 1. untuk perencanaan dan perancangan disarankan P<sub>OL</sub> ≤ 5 %, untuk operasi suatu nilai P<sub>OL</sub> = 5–10 % mungkin dapat diterima:

$$QL = (NQ_{max} \cdot 20) / W_{masuk} \dots\dots\dots (16)$$



**Gambar 1** Peluang untuk pembebanan lebih P<sub>OL</sub>  
 Sumber: Departemen P.U. (1997)

**Kendaraan Terhenti (NS)**

Angka henti (NS) masing-masing pendekatan yang didefinisikan sebagai jumlah rata-rata kendaraan berhenti per smp, ini termasuk henti berulang sebelum melewati garis stop simpang.

Dihitung dengan rumus:

$$NS = 0,9 \cdot \frac{NQ}{Q \cdot c} \cdot 3600 \dots\dots\dots (17)$$

Dimana:

c = Waktu siklus (detik); Q = Arus lalu lintas (smp/jam).

Jumlah kendaraan terhenti (N<sub>sv</sub>):

$$N_{sv} = Q \cdot NS \text{ (smp/jam)} \dots\dots\dots (18)$$

Laju henti untuk seluruh simpang:

$$NS_{Total} = \frac{\sum N_{sv}}{Q_{Total}} \dots\dots\dots (19)$$

**Tundaan (Delay)**

Tundaan adalah rata-rata waktu tunggu tiap kendaraan yang masuk dalam pendekatan. Tundaan pada simpang terdiri dari 2 komponen, yaitu tundaan lalu lintas (DT) dan tundaan geometrik (DG):

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots 20)$$

Dimana:

D<sub>j</sub> = Tundaan rata-rata pendekatan j (detik/smp).

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

DG<sub>j</sub> = Tundaan geometrik rata-rata pendekatan (detik/smp).

Tundaan lalu lintas (DT) yaitu akibat interaksi antar lalu lintas pada simpang dengan faktor luar seperti kemacetan pada hilir (pintu keluar) dan pengaturan manual oleh polisi, dengan rumus:

$$DT_j = c \cdot \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_j)} \cdot \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \dots (21)$$

Atau,

$$DT_j = c \cdot A + \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C_j} \dots\dots\dots (22)$$

Dimana:

$$A = \frac{0,5 \cdot (1 - GR_j)}{(1 - GR_j \cdot DS_j)} \dots\dots\dots (23)$$

C = Kapasitas (smp/jam); DS = Derajat kejenuhan.; GR = Rasio hijau (g/c) (detik).; NQ = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.

Tundaan geometrik (DG) adalah tundaan akibat perlambatan atau percepatan pada

simpang atau akibat terhenti karena lampu merah.

$$DG_j = (1 - P_{SV}) \cdot P_T \cdot 6 + (P_{SV} \cdot 4) \dots\dots (24)$$

Atau masukan  $DG_j$  rata-rata 6 detik/smp. Dimana  $P_{SV}$  = Rasio kendaraan terhenti pada pendekatan;  $P_T$  = Rasio kendaraan berbelok pada pendekatan.

**Tingkat Pelayanan Simpang**

Tingkat pelayanan adalah ukuran kualitas kondisi lalu lintas yang dapat diterima oleh pengemudi kendaraan. Tingkat pelayanan umumnya digunakan sebagai ukuran dari pengaruh yang membatasi akibat peningkatan volume setiap ruas jalan yang dapat digolongkan pada tingkat tertentu yaitu antara A sampai F. Apabila volume meningkat maka tingkat pelayanan menurun, suatu akibat dari arus lalu lintas yang lebih buruk dalam kaitannya dengan karakteristik pelayanan. Hubungan tundaan dengan tingkat pelayanan sebagai acuan penilaian simpang, seperti Tabel 5.

**Tabel 5** Kriteria Tingkat Pelayanan untuk Simpang Bersinyal

Tundaan per Kendaraan (detik/kend)	Tingkat Pelayanan
< 5	A
5,1 - 15	B
15,1- 25	C
25,1- 40	D
40,1- 60	E
> 60	F

Sumber : US-HCM, 1985

**Rancangan Penelitian**

Sesuai tujuan yang hendak dicapai, maka konsep rancangan penelitian adalah, sebagai berikut :

Data yang digunakan adalah Data Primer antara lain; data volume lalu lintas, geometrik simpang dan waktu sinyal. Data sekunder berupa kelas jalan dan jumlah penduduk. Data kemudian dianalisis untuk memperoleh kinerja kondisi eksisting yang parameternya adalah; (a) kapasitas (b) derajat kejenuhan (c) panjang antrian (d) kendaraan terhenti dan (e) tundaan. Bilamana diperoleh tundaan > 40 det/smp maka simpang akan diatur dengan sinyal/ APILL dengan mensimulasikan 3 alternatif yaitu: (a) Resetting APILL multi program, (b) Resetting APILL multi program dengan kombinasi pelebaran geometrik dan (c) Resetting APILL multi program dengan kombinasi perubahan arah lalu lintas. Alternatif terbaik yang direkomendasikan adalah alternatif yang menghasilkan parameter kinerja yang paling baik

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kinerja Simpang Eksisting**

Nilai Kinerja Simpang Eksisting Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak didapat seperti Tabel 6a, 6b, dan 6c, dengan tingkat pelayanan D s/d F dianalisis selama 12 jam waktu survei. Arus lalu lintas tertinggi dari pendekatan Timur dan Utara, sedangkan dari pendekatan Barat dan Selatan relatif stabil.

**Tabel 6a.** Kinerja Simpang Eksisting Jam Puncak Pagi

Kaki Simpang	Jam 07.00 – 08.00 ( Jam Puncak Pagi)						TP
	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)	D (dtk/smp)	
JL. Gunung Salak(Utara)	259	1,37	60,44	5,70	487		
JL. Gunung Salak (Selatan)	304	0,67	5,57	0,91	76		
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	740	0,64	8,80	0,62	74	598,24	F
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	813	1,45	270,71	7,69	2879		

**Tabel 6b.** Kinerja Simbang Eksisting Jam Puncak Siang

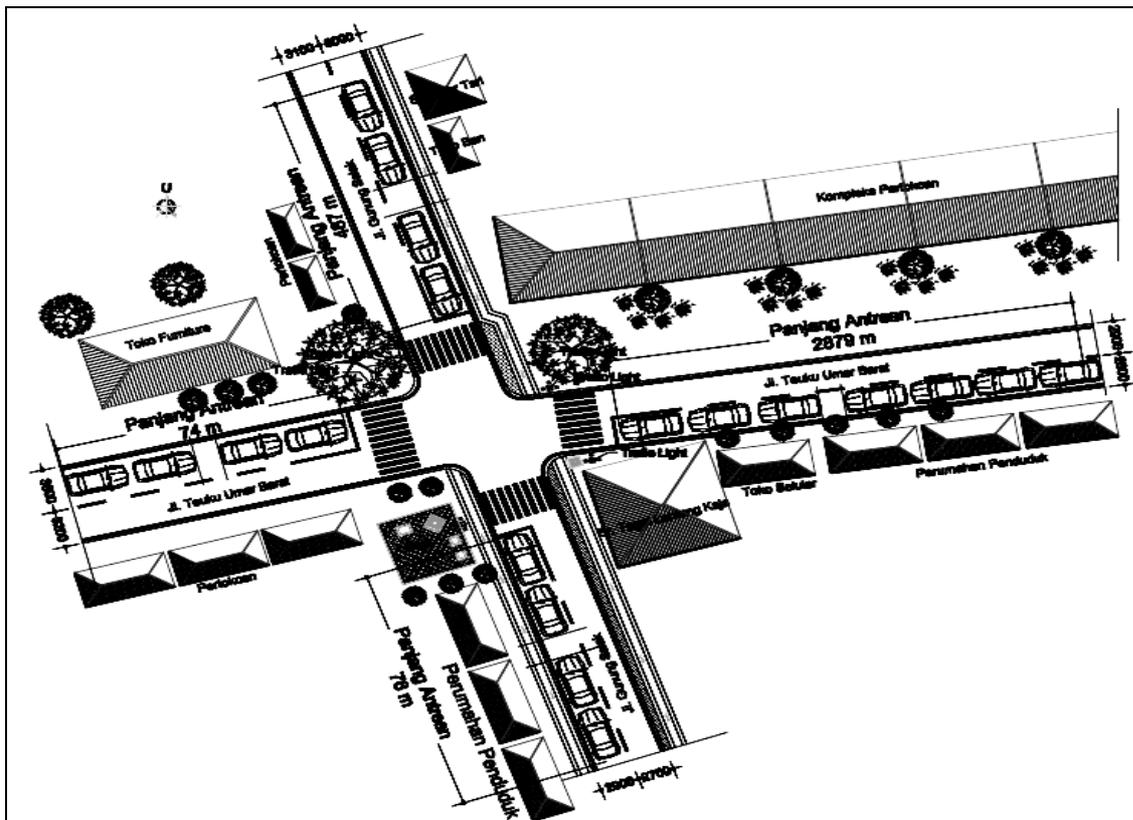
Kaki Simbang	Jam 13.00 – 14.00 ( Jam Puncak Siang)						D (dtk/smp p)	TP
	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)			
JL. Gunung Salak(Utara)	237	0,98	12,88	1,85	133			
JL. Gunung Salak (Selatan)	324	0,56	4,42	0,82	55	112,79	F	
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	934	0,76	15,47	0,73	126			
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	756	1,08	59,81	2,46	514			

**Tabel 6c.** Kinerja Simbang Eksisting Jam Puncak Sore

Kaki Simbang	Jam 17.00 – 18.00 ( Jam Puncak Sore)						D (dtk/smp)	TP
	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)			
JL. Gunung Salak(Utara)	267	0,95	11,91	1,57	120			
JL. Gunung Salak (Selatan)	310	0,75	6,84	0,98	83			
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	950	0,70	13,10	0,66	105	59,95	E	
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	630	0,99	27,00	1,45	271			

Dari hasil evaluasi kinerja simbang eksisting dengan pengaturan 2 Fase dan waktu siklus 97 detik, didapat tingkat

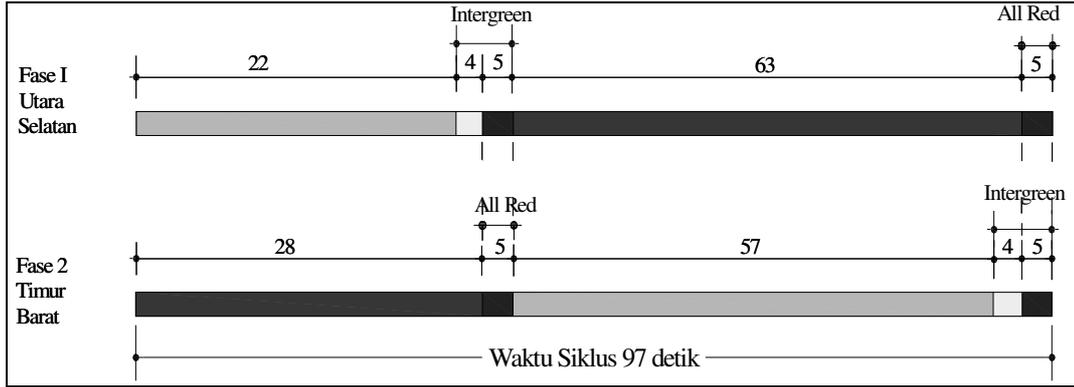
pelayanan simbang berkisar dari D s/d F, terlihat pada besarnya nilai tundaan dan panjang antrian pada kaki-kaki simbang.



**Gambar 2** Panjang Antrian Jam Puncak Pagi (Jam 07.00 – 08.00)

Gambar 2 memperlihatkan panjang antrian pada kaki-kaki simbang. Antrian terpanjang terlihat di kaki Timur simbang,

sedangkan arus lalu lintas dari kaki Barat dan Selatan relatif stabil dengan panjang antrian tidak lebih dari 100 meter.



**Gambar 3** Diagram Waktu Kondisi Eksisting

Pada Gambar 3 ditunjukkan diagram waktu eksisting dengan pengaturan waktu tetap (*single program*) pada Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak. Simpang diatur dengan dua Fase, waktu siklus 97 detik, dan waktu hilang 18 detik.

Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak ini tidak terlalu besar namun memiliki arus lalu lintas tinggi maka dioptimalkan dengan pengaturan 2 Fase agar tidak menghasilkan waktu siklus yang tidak terlalu panjang. Jadi pengaturan ulang ini menitikberatkan pada pengaturan lampu lalu lintas simpang dengan mengubah waktu siklus, waktu hijau, waktu antar hijau. Sehingga dapat memberikan pelayanan yang lebih optimal pada simpang.

**Alternatif 1: Analisis Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas (*Resetting*)**

Pengaturan ulang simpang dilakukan tetap dengan 2 Fase mengingat Simpang

**Tabel 7** Kinerja Simpang *Resetting*

Jam 07.00 – 08.00 ( Jam Puncak Pagi)							
Kaki Simpang	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)	D (dtk/smp)	TP
JL. Gunung Salak(Utara)	313	1,13	9,83	3,31	327		
JL. Gunung Salak (Selatan)	367	0,56	4,64	0,79	62	448,22	F
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	782	0,61	7,58	0,57	68		
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	860	1,37	78,01	6,91	1779		

Jam 13.00 – 14.00 ( Jam Puncak Siang)							
Kaki Simpang	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)	D (dtk/smp)	TP
JL. Gunung Salak(Utara)	239	0,98	11,51	1,93	127		
JL. Gunung Salak (Selatan)	327	0,55	3,77	0,82	55	48,90	E
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	1034	0,69	11,03	0,60	100		
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	837	0,97	27,30	1,31	286		

Jam 17.00 – 18.00 ( Jam Puncak Sore)							
Kaki Simpang	C (smp/jam)	DS	NQ (smp)	NS (stop/smp)	QL (m)	D (dtk/smp)	TP
JL. Gunung Salak(Utara)	291	0,87	8,06	1,27	93		
JL. Gunung Salak (Selatan)	337	0,69	5,37	0,92	69	31,99	D
JL.Teuku Umar Barat (Barat)	1038	0,64	9,41	0,57	84		
JL.Teuku Umar Barat (Timur)	688	0,90	15,72	1,00	171		

Resetting lampu lalu lintas menggunakan multi program dengan 12 rencana pengaturan waktu siklus yang disesuaikan de-

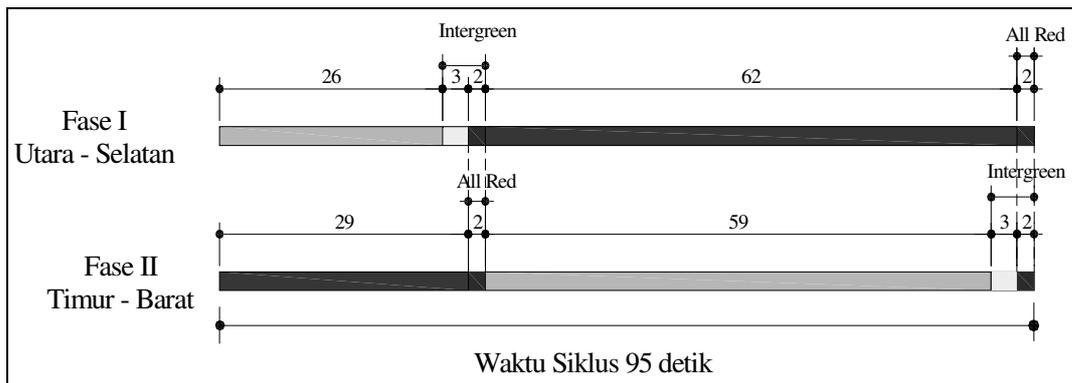
ngan tingkat kepadatan di kaki-kaki simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak.

**Tabel 8** Waktu Siklus dan tundaan dengan alternatif-1

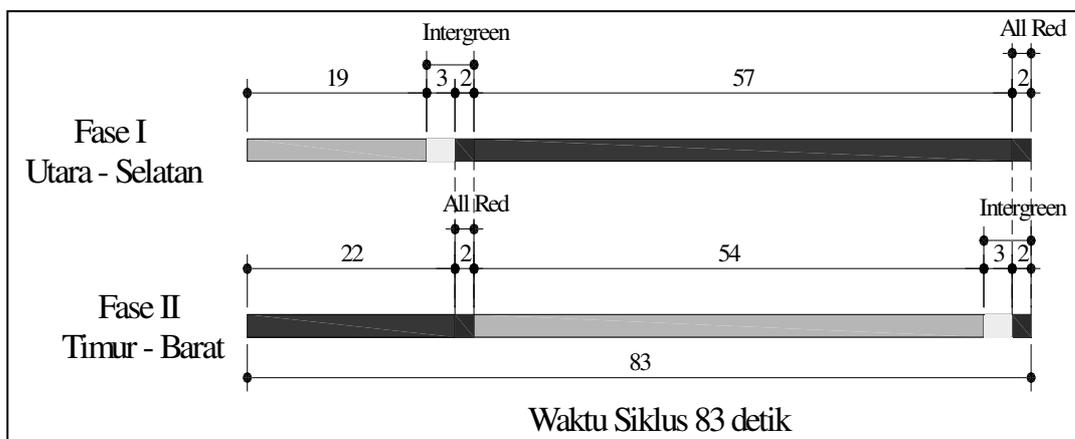
Waktu	C	LTI	g1	g2	Tundaan	Tingkat Pelayanan
07.00 – 08.00	95	10	26	59	448,22	F
08.00 – 09.00	102	10	30	62	499,79	F
09.00 – 10.00	100	10	28	62	302,51	F
10.00 – 11.00	97	10	16	71	32,83	D
11.00 – 12.00	95	10	26	59	31,12	D
12.00 – 13.00	100	10	19	71	47,19	E
13.00 – 14.00	83	10	19	54	48,90	E
14.00 – 15.00	81	10	16	55	23,83	C
15.00 – 16.00	83	10	16	57	24,68	C
16.00 – 17.00	100	10	21	69	41,18	E
17.00 – 18.00	81	10	20	52	31,99	D
18.00 – 19.00	82	10	20	52	19,34	C

Tabel 8 memperlihatkan rencana pengaturan waktu siklus, waktu hijau dan waktu hilang dan besarnya nilai tundaan

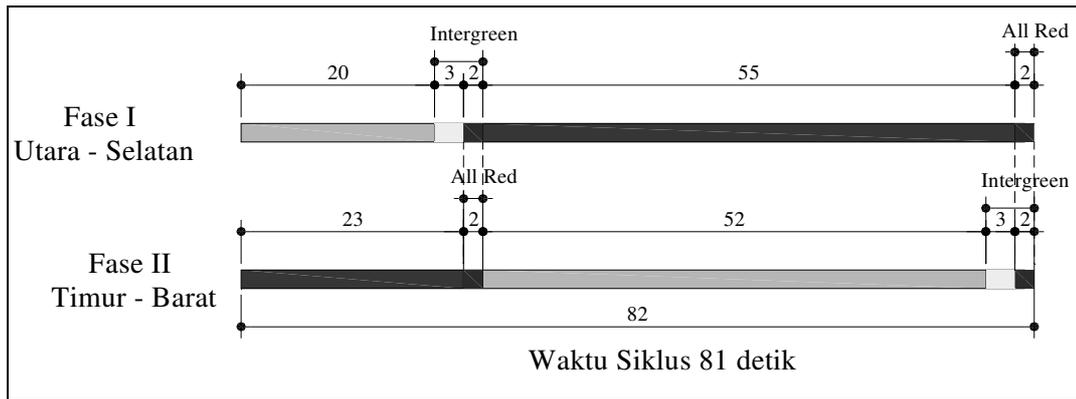
rata-rata pada simpang selama 12 jam. Berikut ditampilkan Diagram Waktu jam puncak pada simpang.



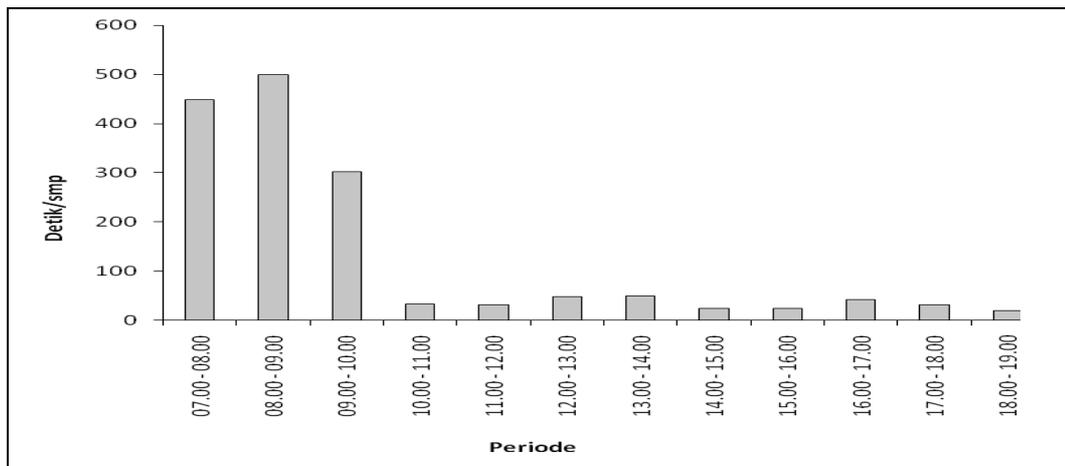
**Gambar 4** Diagram waktu siklus jam puncak pagi (jam 07.00 – 08.00)



**Gambar 5** Diagram waktu siklus jam puncak siang (jam 13.00 – 14.00)



**Gambar 6** Diagram waktu siklus jam puncak sore (jam 17.00 – 18.00)



**Gambar 7** Nilai tundaan simpang alternatif-1

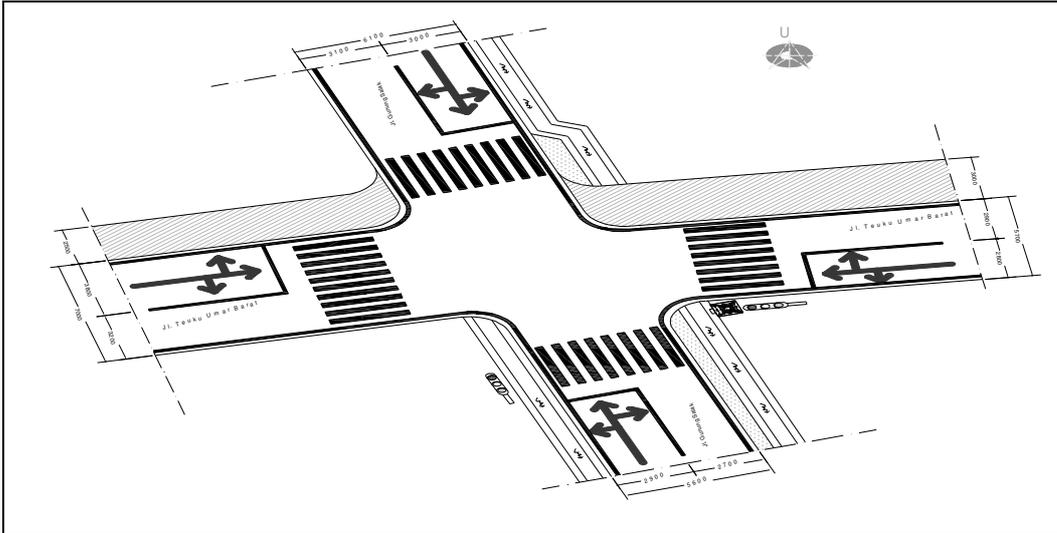
Gambar 7 memperlihatkan nilai tundaan rata-rata pada simpang selama 12 jam. Dilihat dari Grafik tundaan simpang setelah dilakukan *resetting*, besarnya tundaan masih belum bisa diatasi pada jam 07.00-09.00, dengan tingkat pelayanan F, sedangkan dari jam 10.00-19.00 setelah dilakukan *resetting multi program* menunjukkan tingkat pelayanan berkisar antara C-D sudah mampu mengurangi nilai tundaan dan panjang antrian pada kaki-kaki simpang.

**Kesimpulan Penerapan Alternatif-1**

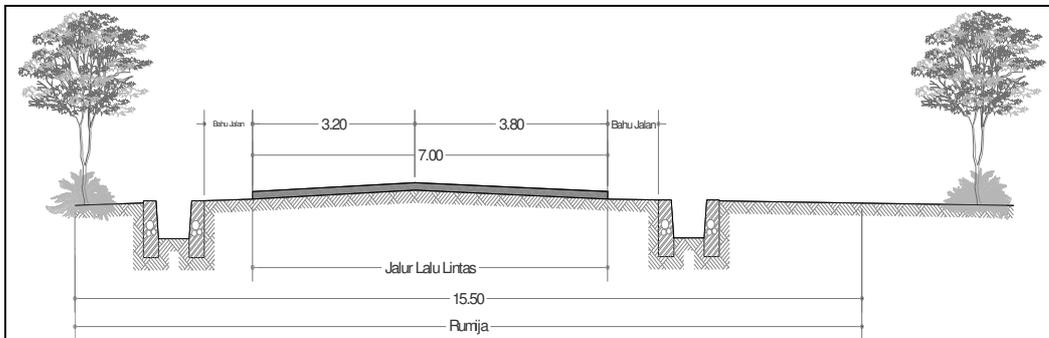
Pengaturan ulang lampu lalu-lintas pada Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak dapat dilakukan, perhitungan kinerja simpang eksisting sebelumnya, pada jam 17.00-18.00 (jam puncak sore) dengan tingkat pelayanan F, setelah dilakukan *resetting* ulang tingkat pelayanan menjadi D dengan nilai tundaan di bawah 40 detik/smp.

**Alternatif-2: Kombinasi Pelebaran Geometrik Simpang dengan Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas**

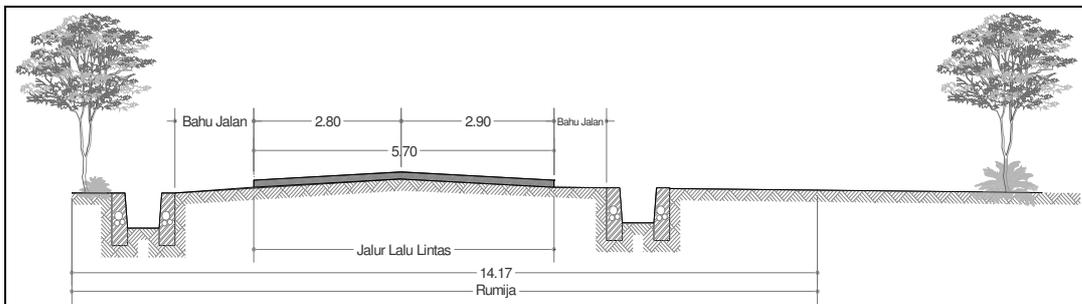
Pelebaran geometrik adalah alternatif kedua untuk memecahkan masalah di Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak. Adapun perencanaan perbaikan geometrik ini dikombinasikan dengan *resetting APILL* yang telah dianalisis sebelumnya dan diharapkan mampu meningkatkan kinerja simpang menjadi lebih baik lagi, seiring dengan meningkatnya kapasitas simpang. Yang dilakukan dalam perbaikan geometrik simpang ini adalah dengan menambah lebar pada masing-masing lajur di ruas Jalan Teuku Umar Barat, dengan total pelebaran sebesar 3 m pada kaki Timur dan 2,5 m pada kaki Barat. Untuk Jalan Gunung Salak tidak dilakukan pelebaran, mengingat lahan yang tidak memungkinkan untuk penambahan badan jalan.



**Gambar 8** Pelebaran Geometrik pada kaki Barat dan Timur



**Gambar 9** Potongan melintang eksisting kaki Barat simpang



**Gambar 10** Potongan melintang eksisting kaki Timur simpang

Gambar 9 dan Gambar 10 memperlihatkan potongan melintang Jalan Teuku Umar Barat, tujuannya untuk mempermudah perencanaan pelebaran dengan mengetahui batas-batas Ruang Milik Jalan (Rumija).

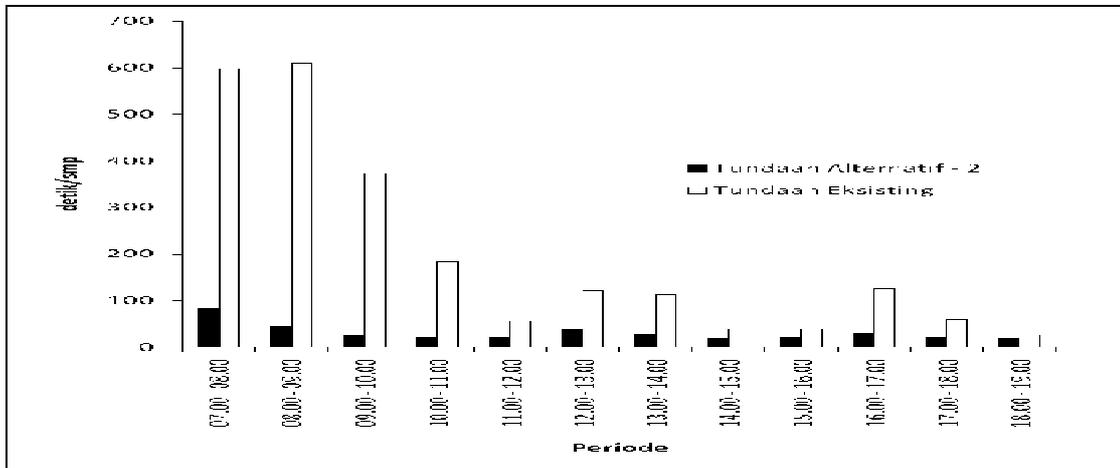
**Kesimpulan Penerapan Alternatif-2**

Dari alternatif-2 dapat disimpulkan, dengan kombinasi pelebaran dan

alternatif *resetting*, dapat meningkatkan kinerja Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak. Dilihat dari nilai tundaan dan tingkat pelayanan simpang setelah dilakukan alternatif-2 ternyata efektif memperbaiki kondisi tingkat pelayanan Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak.

**Tabel 9** Waktu siklus dan tundaan dengan alternatif-2

Waktu	C (det)	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan
07.00 – 08.00	95	81,42	F
08.00 – 09.00	102	43,39	E
09.00 – 10.00	100	25,81	D
10.00 – 11.00	97	20,26	C
11.00 – 12.00	95	21,63	C
12.00 – 13.00	100	37,68	D
13.00 – 14.00	83	27,27	D
14.00 – 15.00	81	19,06	C
15.00 – 16.00	83	20,33	C
16.00 – 17.00	100	30,28	D
17.00 – 18.00	81	22,96	C
18.00 – 19.00	82	17,22	C



**Gambar 11** Perbandingan Tundaan kondisi eksisting dengan alternatif-2

**Alternatif-3: Menghilangkan Pergerakan di Kaki Selatan (Jl. Gunung Salak) dikombinasikan dengan Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas**

Alternatif-3 untuk menyelesaikan permasalahan di Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak adalah dengan menghilangkan pergerakan di kaki Selatan pada simpang ini. Manajemen lalu-lintas yang dilakukan disini adalah dengan menghilangkan arus dari pendekat Selatan (Jalan Gunung Salak) yang menuju simpang dimana pendekat Selatan hanya berfungsi sebagai penerima arus keluar dari simpang. dengan tidak memasukkan arus ke dalam Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung

Salak yang mana arus berasal dari Jalan Iman Bonjol dan By Pass Sunset Road. Arus dari By Pass Sunset Road biasanya masuk ke Jalan Kunti, kemudian ke Jalan Gunung Athena, Jalan Tangku-ban Perahu baru masuk ke Gunung Salak. Karena arus di kaki Selatan dihilangkan, maka lalu lintas dialihkan ke Jalan Tang-kuban Perahu untuk masuk ke Jalan Teuku Umar Barat. Kemudian arus lalu lintas dari Jalan Iman Bonjol, setelah masuk ke Jalan Gunung Soputan dialihkan ke Jalan Mahendradatta Selatan untuk kembali masuk ke jalan Teuku Umar Barat. Berikut dapat dilihat hasil analisis dengan Alternatif-3, seperti tabel dibawah ini.

**Tabel 10** Kinerja Simpang alternatif-3

Kaki Simpang	Jam Puncak Pagi (Jam 07.00 – 08.00)			
	C (smp/jam)	QL (meter)	D (detik/ smp)	TP
Jl. Gunung Salak ( Utara)	283	327		
Jl. Teuku Umar Barat ( Barat)	818	68	458,43	F
Jl. Teuku Umar Barat (Timur)	899	1799		

Kaki Simpang	Jam Puncak Siang (Jam 13.00 – 14.00)			
	C (smp/jam)	QL (meter)	D (detik/ smp)	TP
Jl. Gunung Salak ( Utara)	239	127		
Jl. Teuku Umar Barat ( Barat)	1034	100	50,48	E
Jl. Teuku Umar Barat (Timur)	837	286		

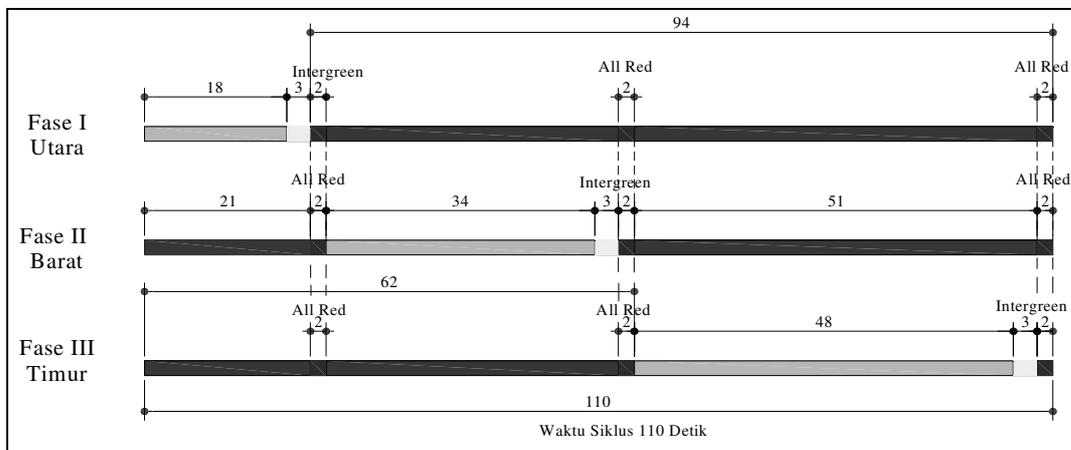
Kaki Simpang	Jam Puncak Sore (Jam 17.00 – 18.00)			
	C (smp/jam)	QL (meter)	D (detik/ smp)	TP
Jl. Gunung Salak ( Utara)	284	93		
Jl. Teuku Umar Barat ( Barat)	1052	84	31,09	D
Jl. Teuku Umar Barat (Timur)	697	171		

Perhitungan tetap menggunakan 2 Fase dengan pengaturan waktu siklus sama dengan alternatif-1, dicoba juga perhitungan 3 Fase pada jam 17.00-18.00 (jam puncak sore). Penggunaan 3 Fase di sini sangat tidak efektif karena menambah

waktu siklus dan mengurangi kapasitas dari masing-masing kaki simpang yang akibatnya nilai tundaan dan panjang antrian semakin besar. Oleh karena itu perhitungan 3 Fase tidak dilanjutkan pada jam-jam lainnya.

**Tabel 11** Pengaturan 3 fase pada jam puncak sore alternatif-3

Kaki Simpang	Jam Puncak Sore (Jam 17.00 – 18.00)						
	C (smp/jam)	c (dtk)	Waktu Hijau (dtk)	DS	QL (m)	D (dtk/smp)	TP
Jl. Gunung Salak (Utara)	193		18	1,32	387		
Jl. Teuku Umar Barat (Barat)	500	110	34	1,32	987	658,52	F
Jl. Teuku Umar Barat (Timur)	468		48	1,33	880		



**Gambar 13** Diagram Waktu dengan 3 fase Alternatif-3

### Kesimpulan Penerapan Alternatif-3

Untuk penerapan manajemen lalu-lintas, alternatif-3, ditambah dengan pengaturan lampu lalu lintas alternatif-1, maka didapat waktu tundaan dan tingkat pelayanan yang lebih baik dari kondisi eksisting. Dilihat dari nilai tundaan dan tingkat pelayanan simpang setelah dilakukan manajemen lalu-lintas ternyata hanya mampu menurunkan nilai tundaan secara keseluruhan tetapi belum mampu meningkatkan nilai tingkat pelayanan simpang dari simpang eksisting. Hal ini dikarenakan pendekatan Selatan Simpang Jalan Teuku Umar Barat-Jalan Gunung Salak hanya menjadi pendekatan untuk keluar dari simpang. Sebagaimana manajemen lalu-lintas yang direncanakan belum mampu mengurangi tingkat kejenuhan simpang secara signifikan. Jadi dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan alternatif-3 dengan tetap melakukan pengaturan ulang lampu lalu-lintas belum cukup untuk meminimalkan tundaan dan meningkatkan tingkat pelayanan simpang.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari hasil analisis diperoleh simpulan sebagai berikut:

Hasil analisis kinerja Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak eksisting untuk kaki Utara, Selatan, Barat dan Timur menghasilkan kisaran nilai kapasitas sebesar 237-259 smp/jam, 304-324 smp/jam, 740-950 smp/jam dan 630-813 smp/jam. Panjang antrian adalah 120-487 m, 55-83 m, 74-105 m, dan 271-2879 m. Nilai derajat kejenuhan adalah 0,95-1,37, 0,56-0,75, 0,64-0,76 dan 0,99-1,45. Rata-rata tundaan seluruh lengan simpang adalah 59,95-598,24 detik/smp dengan tingkat pelayanan pada jam puncak adalah  $E_s/d F$ .

Dari hasil analisis alternatif pemecahan masalah diperoleh tiga alternatif, yaitu **Alternatif-1** (Analisis Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas) dengan 12 pengaturan waktu siklus yang menghasilkan tingkat

pelayanan C-F, **Alternatif-2** (Kombinasi Pelebaran Geometrik Simpang dengan Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas) yang menghasilkan tingkat pelayanan C-F. Alternatif ini merupakan solusi terbaik dari permasalahan Simpang Jalan Teuku Umar Barat – Jalan Gunung Salak, dan **Alternatif-3** (Menghilangkan Pergerakan di Kaki Selatan dikombinasikan dengan Pengaturan Ulang Lampu Lalu Lintas) dengan tetap menggunakan 2 Fase menunjukkan kinerja simpang selama 12 jam dengan tingkat pelayanan C-F.

### Saran

Saran yang dapat disampaikan dari hasil penelitian ini adalah direkomendasikan alternatif-2 untuk memecahkan masalah yang ada serta perlu untuk melakukan suatu perubahan sirkulasi arus lalu lintas kawasan sehingga tidak terjadi penumpukan arus di satu titik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, A.A. 2005. *Rekayasa Lalu Lintas*. Penerbit Universitas Muhammadiyah, Malang.
- Badan Pusat Statistik. 2009. *Denpasar Dalam Angka Tahun 2009*. Kantor Statistik Denpasar.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Direktorat Bina Sistem Lalu Lintas dan Angkutan Kota, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat. 1999. *Pedoman Pengumpulan Data Lalu Lintas*, Jakarta.
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2005, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*, Erlangga, Jakarta
- Khisty, C.J dan Lall, B.K., B.K. 2005, *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi Jilid 2*, Erlangga, Jakarta
- Warpani, S. 1993, *Rekayasa Lalu-Lintas*, Jakarta.