

ANALISIS BIAYA PERJALANAN AKIBAT TUNDAAN LALU LINTAS PADA PERJALANAN KE PUSAT PERBELANJAAN BERBASIS RUMAH DI KOTA SAMARINDA

M. Jazir Alkas¹⁾

1) Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jalan Sambaliung No.9, Samarinda, 75119
e-mail : mjalkaz@yahoo.com

ABSTRAK

Kemacetan lalu lintas pada jalan perkotaan telah menjadi topik utama permasalahan di Negara berkembang termasuk Indonesia. Jumlah pengendara bermotor di kota Samarinda pada tahun 2016 tercatat sebesar 93.355 unit. Banyaknya jumlah kendaraan ini berdampak pada bertambahnya volume lalu lintas. Gerbang Perumahan Bumi Sempaja jalan P.M. Noor hingga Mall Lembuswana jalan M. Yamin merupakan jalan yang berperan penting dalam melayani arus lalu lintas yang cukup besar.

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada perjalanan dari gerbang Perumahan Bumi Sempaja hingga Mall Lembuswana, mengetahui lama waktu tunda yang terjadi dan mengetahui selisih besarnya biaya perjalanan akibat tundaan yang terjadi pada jaringan jalan tersebut. Penelitian ini dilakukan selama 4 hari pada hari-hari akhir pekan pada 3 jam puncak dan 3 jam tak puncak, tidak dilakukan verifikasi volume kendaraan pada ruas jalan, analisis kinerja jaringan jalan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), analisis biaya operasi kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode LAPI-ITB dan hanya pada kendaraan golongan I.

Pada penelitian ini menunjukkan jalan yang diteliti yang memiliki derajat kejenuhan paling signifikan adalah pada jam puncak pada simpang gerbang Perumahan sebesar 1,01, simpang 4 Sempaja sebesar 1,08, simpang Pramuka sebesar 1,10 dan simpang Vorvo sebesar 1,24. Lama waktu tunda yang terjadi pada jam puncak sebesar 328,2 detik/smp pada arah pergi dan 403,3 detik/smp pada arah pulang, pada jam tak puncak sebesar 157,9 detik/smp pada arah pergi dan 221,3 detik/smp pada arah pulang. Besarnya selisih biaya tundaan yang terjadi sebesar Rp 8.368.669/hari pada arah pergi dan Rp 7.441.176/hari pada arah pulang.

Kata Kunci : Biaya Operasi Kendaraan, Biaya Perjalanan, Nilai Waktu, Ruas Jalan, Simpang Bersinyal, Simpang Tak Bersinyal, Tundaan

ABSTRACT

Traffic jam on the urban roads had been become main problem to the developing country, include Indonesia. The amount of motorcycle rider in Samarinda city in 2016 registered as 93.355 units. The effect of this excessively was impacted to the process of increasingly traffic's volume. Bumi Sempaja Housing complex's gate on P.M. Noor street until Lembuswana Mall in M.Yamin street is one of the routes that have important role on serving heavy traffic specially with the origin and destination between housing-shopping center.

This research aims to analyze the traffic performance of the trip from Bumi Sempaja Housing complex's gate to the Lembuswana Mall, and then to find out the duration of time delay that will be happened and to know the difference between travel costs caused of time delay which is happened to the system of the street. This study have be done in 4 weekend days on the least of 3 hours on on-peak situation and the least of 3 hours on off-peak situation, there was no treatment to the verification of vehicle's mount on the roads, the analysis of road's system performance using Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), the operation cost analysis of the vehicles that using LAPI-ITB methods and only applicable to the vehicles level 1.

Based on this research, road segments which have the most significant Degree of Saturation on on-peak hours are Housing complex's gate crossroad with DS value 1.01, Sempaja crossroad is 1,08, Pramuka crossroad is 1,10, and Vorvo crossroad is 1,24. The delay time that happened on on-peak hours is 328,2 sec/units of passenger to the housing-shopping center route and 403,3 sec/units of passenger to the shopping center-housing route. The differences of travel cost caused by traffic delays are approximately Rp. 8.366.669/day to the housing-shopping center route and Rp. 7.441.176/day to the shopping center-housing route.

Keyword : Vehicle Operating Costs, Travel Cost, The Value of Time, Roads, Singnal-Controlled Intersection, Uncontrolled Intersection, Delay.

1. Pendahuluan

Latar Belakang

Indonesia merupakan satu Negara berkembang yang memiliki penduduk yang relatif bersifat konsumtif. Hal ini terlihat dari semakin banyaknya jumlah kendaraan pribadi yang naik tiap tahunnya. Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik Kota Samarinda, jumlah pengendara bermotor dari data tahun 2016 tercatat sebesar 93.355 unit jumlah sarana angkutan baik bersifat umum maupun pribadi di Samarinda. Banyaknya jumlah kendaraan ini mau tidak mau berdampak pada bertambahnya volume lalu lintas di jalan-jalan kota, khususnya kota Samarinda. Perkembangan kota Samarinda yang pesat juga dilihat dari peningkatan jumlah penduduk dengan jumlah sebesar 828.303 jiwa pada tahun 2016.

Kemacetan lalu lintas pada jalan perkotaan telah menjadi topik utama permasalahan di Negara berkembang termasuk Indonesia. Secara umum ada tiga faktor yang menyebabkan terjadinya kemacetan, yaitu terus bertambahnya kepemilikan kendaraan (*Demand*), terbatasnya sumber daya untuk pembangunan jalan raya dan fasilitas transportasi yang lainnya (*Supply*), serta belum optimalnya sistem pengoperasian yang ada (sistem operasi).

Peningkatan aksesibilitas pada suatu daerah tentu membutuhkan biaya yang tidak sedikit. Tetapi bagaimana dengan kerugian yang ditimbulkan terhadap masyarakat setempat sebagai akibat kurang baiknya aksesibilitas di daerah tersebut. Apakah kerugiannya jauh lebih besar dibandingkan investasi dalam meningkatkan aksesibilitas pada daerah tersebut atau sebaliknya. Tentu saja dengan peningkatan jalan atau pembuatan jalan baru (peningkatan aksesibilitas) diharapkan akan mendapatkan manfaat yang lebih besar dari biaya investasi yang dikeluarkan nantinya.

Selain volume kendaraan yang banyak, perilaku pengemudi juga turut menjadi salah satu pemicu kemacetan di jalan. Kurangnya kesadaran pengemudi dalam mematuhi peraturan lalu lintas menyebabkan berbagai pelanggaran dan ketidaknyamanan dalam melewati suatu ruas jalan. Kemacetan yang terjadi mau tidak mau menimbulkan kerugian materiil maupun immateriil. Kerugian materiil yakni adanya pemborosan bahan bakar yang bertambah akibat melewati jalan yang macet, dan kerugian immateriil berupa kelelahan pengemudi yang bertambah dan tingkat polusi udara yang meningkat. Akibat kemacetan ini sangatlah

merugikan berbagai pihak, baik dari segi aspek pengemudi, jalan itu sendiri dan juga kendaraan yang melewati jalan tersebut, gerbang Perumahan Bumi Sempaja jalan P.M. Noor hingga Mall Lembuswana jalan M. Yamin merupakan jalan yang berperan penting dalam melayani arus lalu lintas yang cukup besar, sehingga layak apabila kita memperhitungkan kerugian yang ditimbulkan pada jaringan jalan tersebut.

Tujuan Penelitian

1. Menganalisis kinerja lalu lintas pada jaringan jalan (gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor – Mall Lembuswana Jalan M. Yamin).
2. Mengetahui lama waktu tunda yang terjadi pada jaringan jalan dengan tujuan pusat perbelanjaan berbasis rumah (gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor – Mall Lembuswana Jalan M. Yamin).
3. Mengetahuiseselisih besarnya biaya perjalanan akibat tundaan yang terjadi pada jaringan jalan pada jam sibuk dan jam tidak sibuk (gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor – Mall Lembuswana Jalan M. Yamin).

Batasan Masalah

1. Pada perhitungan Biaya Operasi Kendaraan, objek penelitian hanya dilakukan pada kendaraan pribadi saja.
2. Penelitian dilakukan pada jaringan jalan gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor sampai dengan Mall Lembuswana Jalan M. Yamin dan dilakukan selama 4 hari pada hari-hari akhir pekan jam puncak dan jam tak puncak.
3. Analisis kinerja jaringan jalan dilakukan dengan parameter derajat jenuh, kapasitas, panjang antrian, waktu tempuh dan waktu tunda yang dikoreksi menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).
4. Analisis biaya operasional kendaraan dilakukan dengan menggunakan metode LAPI-ITB (1996).
5. Tidak dilakukan verifikasi volume kendaraan pada ruas jalan.
6. Jumlah penduduk dan PDRB Kota Samarinda serta komponen harga dasar pada biaya operasi kendaraan mengikuti data dan harga komponen pada tahun 2016.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Waktu Tempuh Ruas Jalan Perkotaan

Waktu tempuh (TT) adalah waktu rata-rata yang dipergunakan kendaraan untuk menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk tundaan, waktu henti, waktu tempuh rata-rata kendaraan didapat dari membandingkan panjang segmen jalan L (km) (MKJI 1997). Hubungan antara kecepatan (V) dan waktu tempuh (TT), dinyatakan dalam persamaan berikut ini :

$$T = \frac{L}{V}$$

Keterangan :

TT = Waktu tempuh rata-rata LV panjang segmen jalan (jam)

L = Panjang segmen (km)

V = Kecepatan rata-rata LV (km/jam)

Tundaan Simping Bersinyal

Tundaan adalah waktu tempuh tambahan yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa simpang. Tundaan terdiri dari :

1. Tundaan Lalu Lintas

$$D = (A \times c) + \frac{(N_1 \times 3600)}{C}$$

Keterangan :

c = waktu siklus yang disesuaikan (detik)

A = $1,5 \times (1 - GR)^2 / (1 - GR \times DS)$

C = kapasitas simpang (smp/jam)

NQ₁ = jumlah smp yang tersisa dari fase sebelumnya (smp/jam)

2. Tundaan Geometrik

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

Keterangan :

P_{sv} = rasio kendaraan berhenti dalam kaki simpang (=NS)

P_T = rasio kendaraan berbelok dalam kaki simpang

Tundaan rata-rata tiap pendekat (D) adalah jumlah dari tundaan lalu lintas rata-rata dan tundaan geometrik masing-masing pendekat :

$$D = DT + DG$$

Keterangan :

D = tundaan rata-rata tiap pendekat

DT = rata-rata tundaan lalu lintas tiap pendekat (detik/smp)

DG = rata-rata tundaan geometrik tiap pendekat (detik/smp)

Tundaan Simping Tak Bersinyal

1. Tundaan lalu lintas (DT₁)

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu lintas, rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk simpang. Tundaan lalu lintas ditentukan dari kurva empiris antara DT dan DS dan didapatkan :

$$DT = 2 + 8,2078 \times DS - (1 - DS) \times 2, \text{ untuk } DS \leq 0,6$$

$$DT = 1,0504 / (0,2742 - 0,2042 \times DS) - (1 - DS) \times 2, \text{ untuk } > 0,6$$

2. Tundaan geometrik simpang (DG)

Tundaan geometrik simpang adalah tundaan geometrik rata-rata seluruh kendaraan bermotor yang masuk simpang, dapat dihitung dari rumus sebagai berikut :

$$\text{untuk } DS < 1,0$$

$$DG = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \text{ (det/smp)}$$

$$\text{Untuk } DS \geq 1,0 : DG = 4$$

Didapatkan tundaan simpang dengan rumus sebagai berikut :

$$D = DG + DT_1$$

Keterangan :

DG = tundaan geometrik simpang

DT₁ = tundaan lalu lintas simpang

U-turn

Secara harfiah gerakan *u-turn* adalah suatu putaran di dalam suatu sarana (angkutan/kendaraan) yang dilaksanakan dengan cara mengemudi setengah lingkaran yang bertujuan untuk bepergian menuju arah kebalikan (Rohani, 2010). Kecepatan lalu lintas pada *u-turn* dapat ditulis dengan persamaan berikut (Morlok, 1988 : hal. 190) :

$$V = \frac{d}{t}$$

Keterangan :

d = jarak yang ditempuh (km)

t = waktu tempuh (jam)

Biaya Operasional Kendaraan

Biaya Operasional Kendaraan (BOK) adalah biaya yang ekonomis yang terjadi dengan dioperasikannya suatu kendaraan pada kondisi

normal untuk suatu tujuan tertentu. Pengertian biaya ekonomi yang dimaksud disini yaitu biaya yang sebenarnya terjadi.

Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan jenis kendaraan ringan dan berat pada studi ini menggunakan metode LAPI-ITB (1996) bekerja sama dengan KBK Rekayasa Transportasi, Jurusan Teknik Sipil, ITB melalui kajian “Perhitungan Besar Keuntungan Biaya Operasi Kendaraan” yang didanai oleh PT Jasa Marga, sedangkan komponen bunga modal dikembangkan oleh Bina Marga melalui proyek *Road User Costs Model* (1991). Secara umum, komponen biaya operasi kendaraan terdiri dari :

1. Pemakaian bahan bakar
2. Pemakaian minyak pelumas
3. Pemakaian ban
4. Biaya pemeliharaan
5. Biaya penyusutan (Depresiasi)
6. Bunga modal
7. Biaya asuransi

Nilai Waktu

Nilai waktu perjalanan merupakan gambaran layanan yang diberikan oleh jalan kepada pengguna jalan atau merupakan derajat kepentingan dari waktu yang dihabiskan selama perjalanan. Waktu yang dihabiskan ini adalah waktu yang tidak produktif sehingga pada umumnya pengguna jalan ingin mempersingkat waktu perjalanannya. Gunanya adalah untuk meminimalkan waktu perjalanan sehingga waktu yang dihambat tersebut dapat digunakan untuk kegiatan lain yang produktif.

Biaya Tundaan Lalu Lintas

Biaya tundaan lalu lintas merupakan tambahan biaya perjalanan yang harus ditanggung oleh pengguna jalan akibat bertambahnya volume lalu lintas dan waktu perjalanan. Bentuk persamaan biaya perjalanan adalah sebagai berikut :

$$Tc = (\text{panjang segmen} \times \text{BOK}) + (D \times \text{nilai waktu})$$

Keterangan :

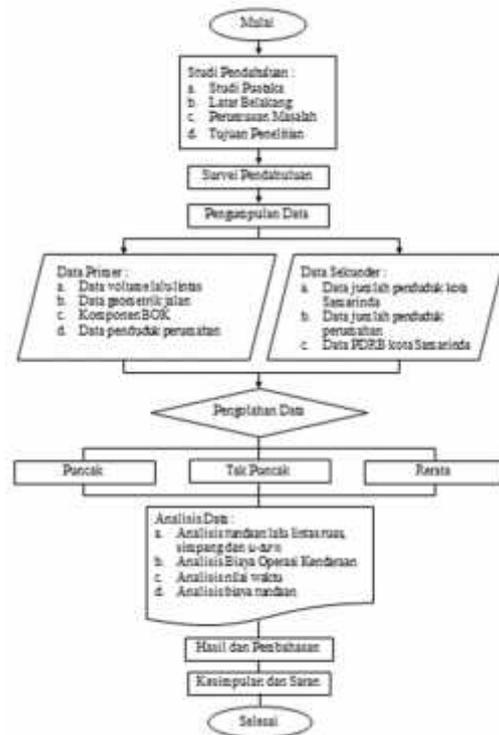
Tc = biaya perjalanan per satu kendaraan (kendaraan ringan)

D = waktu tundaan

BOK = biaya operasi kendaraan

NW = nilai waktu perjalanan

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Volume Lalu Lintas

Berdasarkan survey pendahuluan yang dilakukan selama 16 jam didapatkan 3 (tiga) waktu puncak diambil pada jam 11.00 – 12.00, 14.00 – 15.00 dan 16.30 – 17.30 dan tak puncak diambil pada jam 07.00 – 08.00, 13.00 – 14.00 dan 18.45 – 19.45 untuk dilakukan survey inti selama 4 hari pada rute perjalanan dari gerbang Perumahan Bumi Sempaja menuju Mall Lembuswana dan sebaliknya.

Dengan data lalu lintas yang dilakukan selama 4 hari dengan waktu puncak 3 jam per hari dan tak puncak 3 jam per hari, volume kendaraan yang didapat didistribusikan sehingga didapat nilai rata-rata volume kendaraan pada waktu puncak dan tak puncak tersebut dan juga didapatkan volume rerata.

Waktu Tempuh Ruas Jalan Perkotaan

Waktu tempuh (TT) untuk kondisi yang telah diamati didapatkan berdasarkan perhitungan MKJI 1997 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perhitungan Waktu Tempuh (detik/smp)

Jalan	Pergi	Pulang
P.M. Noor segmen 1	57,27	57,27
P.M. Noor segmen 2	40,91	40,91
P.M. Noor segmen 3	31,50	30,73
K.H. Wahid Hasyim 1	115,69	118,34
M. Yamin segmen 1	94,60	95,72
M. Yamin segmen 2	12,29	18,00
S. Parman segmen 1	-	18,00
S. Parman segmen 2 kiri	-	7,66
S. Parman segmen 2 kanan	-	10,72

Data pada tabel di atas merupakan data lalu lintas pada jam puncak sebagai contoh penjabaran perhitungan waktu tempuh dalam bentuk tabel.

Tundaan Simpang Bersinyal

Tundaan lalu lintas (DT) didapatkan dengan berdasarkan perhitungan MKJI 1997 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perhitungan Tundaan Simpang Sempaja

Pendekat	D (det/smp)	Total (smp.det)
Utara	233,6	205083
Selatan	258,6	133678
Timur	238,1	104320
Barat	254,9	136131
		679212
Tundaan simpang rata-rata		243,707

Tabel 4.3 Perhitungan Tundaan Simpang Lembuswana

Pendekat	D (det/smp)	Total (smp.det)
Utara	89,636	38364
Selatan	69,095	49818
Timur	65,707	61436
Barat	75,617	55578
		205196
Tundaan simpang rata-rata		72,790

Data pada tabel di atas diambil berdasarkan data lalu lintas pada jam puncak pertama sebagai contoh penjabaran perhitungan tundaan dalam bentuk tabel.

Tundaan Simpang Tak Bersinyal

Tundaan simpang (D) didapatkan berdasarkan perhitungan MKJI 1997 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 4.4 Tundaan Simpang (D)

Simpang	D (det/smp)
Simpang Perumahan	19,5
Simpang Perjuangan	14,4
Simpang Ahim	10,1
Simpang Pramuka	26,6
Simpang Vorvo	53,4

Data pada tabel di atas diambil berdasarkan data lalu lintas pada jam puncak sebagai contoh penjabaran perhitungan tundaan dalam bentuk tabel.

Analisis Perhitungan U-turn

Pada waktu puncak waktu tempuh rerata sepeda motor dan mobil yang didapatkan berdasarkan survey langsung di lapangan adalah sebesar 10,9 detik dengan panjang segmen yang ditempuh senilai 40 meter. Dengan menggunakan rumus diperoleh nilai kecepatan 13,182 km/jam pada waktu puncak dan 14.036 km/jam pada waktu tak puncak.

Waktu Perjalanan

Berdasarkan analisis MKJI 1997 dan analisis perhitungan *u-turn*, didapatkan waktu perjalanan dari gerbang Perumahan Bumi Sempaja menuju Mall Lembuswana dan sebaliknya pada jam puncak sebagai berikut :

Tabel 4.5 Waktu Perjalanan (detik/smp)

Uraian	Pergi	Pulang
<i>On Peak</i>	672,5	813,1
<i>Off Peak</i>	499,4	607,2
Rerata	666,9	805,9

Biaya Operasional Kendaraan

Biaya operasional kendaraan adalah biaya yang dikeluarkan oleh kendaraan. Analisis menggunakan metode LAPI-ITB 1996.

Tabel 4.6 Biaya Perjalanan Ruas

Uraian	Pergi	Pulang
<i>On Peak</i>	10.422	11.976
<i>Off Peak</i>	10.418	11.846
Rerata	10.422	11.969

Analisis Nilai Waktu

Perhitungan nilai waktu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.7 Nilai Waktu Kendaraan

Gol. Kendaraan	Nilai Waktu (Rp)	Faktor Koreksi	Total (Rp)
Gol I	6.000	3,117	18.701

Biaya Perjalanan

Berdasarkan biaya operasional kendaraan, tundaan dan nilai waktu maka didapatkan biaya perjalanan sebagai berikut

Tabel 4.8 Biaya Perjalanan per Smp (Rp/trip/smp)

Uraian	Pergi	Pulang
On Peak	12.079	14.083
Off Peak	11.178	12.939
Rerata	12.050	14.042

Untuk menghitung biaya operasi kendaraan selama satu hari dibutuhkan volume lalu lintas yang tereduksi dari perumahan ke mall. Pada penelitian ini verifikasi volume lalu lintas di ruas jalan tidak dilakukan, sehingga jumlah kendaraan yang pergi ke mall maupun yang pulang diasumsikan dengan skema teroptimis. Sesuai dengan asal dan tujuan perjalanan perumahan ke mall maka interval waktu yang digunakan untuk menghitung biaya perjalanan total per hari untuk arah pergi dan pulang masing-masing 14 jam. Berikut biaya perjalanan total selama satu hari :

Tabel 4.7 Biaya Perjalanan per Hari (Rp/hari)

Uraian	Pergi	Pulang
On Peak	35.512.099	34.504.171
Off Peak	27.228.848	26.991.085
Rerata	32.896.547	31.846.610

Dengan diketahuinya masing-masing biaya perjalanan yang terjadi pada jam puncak dan jam tak puncak, maka didapatkan selisih biaya perjalanan pada masing-masing arah selama satu hari sebagai berikut :

Tabel 4.8 Selisih Biaya Perjalanan per Hari

Uraian	Selisih Biaya Perjalanan (Rp/hari)
Pergi	8.283.251
Pulang	7.513.086

5. KESIMPULAN DAN SARAN**Kesimpulan**

1. Nilai derajat kejenuhan pada asal dan tujuan perjalanan dari gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor sampai dengan Mall Lembuswana Jalan M. Yamin Kota Samarinda ada yang termasuk dalam nilai jenuh 13a nada

yang tidak, tergantung pada kondisi jam puncak dan tak puncak. Beberapa simpang yang memiliki nilai jenuh yang signifikan ($DS > 0,85$) pada jam puncak adalah simpang gerbang Perumahan (1,01), simpang 4 Sempaja (1,08), simpang Pramuka (1,10) serta simpang Vorvo (1,24).

2. Lama waktu tunda yang terjadi pada asal dan tujuan perjalanan dari gerbang Perumahan Bumi Sempaja Jalan P.M. Noor hingga Mall Lembuswana Jalan M. Yamin Kota Samarinda pada arah pergi di jam puncak adalah sebesar 318,9 detik/smp dan pada arah pulang sebesar 405,6 detik/smp. Pada jam Tak Puncak pada arah pergi sebesar 146,1 detik/smp dan pada arah pulang sebesar 210,4. Dan pada jam rerata pada arah pergi sebesar 313,3 detik/smp dan pada arah pulang sebesar 399 detik/smp.
3. Besarnya selisih biaya tundaan lalu lintas yang terjadi antara jam puncak dan jam tak puncak pada arah pergi adalah Rp 8.283.251,- per hari. Sedangkan pada arah pulang adalah Rp 7.513.086,- per hari.

Saran

1. Melaksanakan perhitungan simulasi pelebaran di beberapa jalan untuk mencari solusi agar kapasitas jalan dapat memenuhi kebutuhan secara efektif.
2. Melakukan perubahan waktu hijau pada masing-masing pendekatan untuk mengurangi derajat kejenuhan, tundaan dan antrian yang berakibat pada besarnya biaya perjalanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Putra, Adris dan Ady Sarwono Sarewo. 2008. *Jurnal: Pengaruh Pergerakan U-turn (Putaran Balik Arah terhadap Kecepatan Arus Lalu Lintas Menerus)*. Media Komunikasi Teknik Sipil: Kendari)
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Government of The Republic Indonesia Ministry of Republic Works Directorate General of Highways. 1992. *Road User Cost Model*. Hoff & Overgaard. : Denmark & PT. Multhi Phi Beta : Indonesia
- Jotin, Kristy C. dan B. Kent Lall. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid I*. Erlangga: Jakarta.
- Jotin, Kristy C. dan B. Kent Lall. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid II*. Erlangga: Jakarta.
- Munawar, Ahmad. 2006. *Manajemen Lalu Lintas Perkotaan*. Beta Offset: Yogyakarta
- Nasution, Ariany F. dan D.M. Priyantha. 2012. *Jurnal: Analisis Biaya Perjalanan Akibat*

- Tundaan Lalu Lintas*. Universitas Udayana: Denpasar.
- Ortuzar, J. de D dan Willumsen. 1996. *Modelling Transport Second Edition*. John Wiley & Sons Ltd: England.
- Pasaribu, Rama Miranda dan Zulkarnain Muis. 2009. *Jurnal: Analisa Biaya Tundaan Kendaraan di Ruas Jalan Kota Medan (Studi Kasus : Jalan Guru Patimpus Medan)*. Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara: Medan.
- Tamin, O.Z. 2008 *Perencanaan, Permodelan, dan Rekayasa Transportasi*. ITB: Bandung
- PT Jasa Marga. 1996. *Laporan Akhir Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan*. LAPI-ITB: Bandung.