

## EVALUASI KINERJA SIMPANG DI KAWASAN JALAN BUKIT KAMINTING KOTA PALANGKA RAYA

Sendes Rono Pane<sup>1</sup>, Supiyan<sup>2</sup> dan Desriantomy<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

E-mail: sendespane4@gmail.com<sup>1</sup>, supiyan@eng.upr.ac.id<sup>2</sup> dan

desriantomy@eng.upr.ac.id<sup>3</sup>/ HP. +6282168679208<sup>1</sup>

### ABSTRAK

Persimpangan Jalan Bukit kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda merupakan salah satu persimpangan yang ada di kawasan Jalan Bukit Kaminting yang sering mengalami konflik lalu lintas seperti kemacetan pada jam-jam tertentu. Hal ini disebabkan oleh karena semakin besarnya arus lalu lintas yang melalui persimpangan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi Kinerja Persimpangan Jalan Bukit kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda setelah dilakukan pelebaran ruas jalan pada Jalan Bukit Kaminting. Dalam penelitian ini menggunakan dua data yaitu, data primer dan data sekunder, dan analisis data pada penelitian ini berdasarkan acuan PKJI 2014. Dari hasil analisis data pada simpang diperoleh nilai kapasitas (C) sebesar 2642,51 skr/jam, nilai derajat kejenuhan (Dj) sebesar 0,82, peluang antrian (PA) sebesar 27%–54%, dan nilai tundaan simpang (T) sebesar 13,891 det/skr. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda masuk dalam kategori tingkat pelayanan D dimana kondisi arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.

**Kata kunci : Kinerja Simpang, PKJI 2014, Derajat Kejenuhan, Kapasitas, Tundaan Simpang.**

### ABSTRACT

*The intersection of Bukit Kaminting Street, Bukit Indah Street and Garuda Street is one of the intersections in Bukit Kaminting Street area which often experiences traffic conflicts such as congestion at certain hours. This is due to the increasing flow of traffic through this intersection. This study aims to evaluate the performance of the intersection of Bukit Kaminting Street, Bukit Indah Street and Garuda Street after the road widening of Bukit Kaminting Street. In this study, using primary data and secondary data, and data were analyzed using the PKJI 2014 reference. From the results of data analysis at the intersection, the capacity value (C) was 2642.51 cur / hour, the degree of saturation value (Dj) is 0.82, the queuing opportunity (PA) is 27%–54%, and the intersection delay value (T) is 13.891 seconds / cur. Based on the results of these calculations, the intersection of Bukit Kaminting Street, Bukit Indah Street and Garuda Street was included in the service level category D where the flow conditions were approaching unstable with high traffic volume and speed was still tolerable but was greatly affected by changes in current conditions.*

**Keywords: Intersection Performance, PKJI 2014, Degree of Saturation, Capacity, Delay.**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Peningkatan jumlah penduduk di Kota Palangka Raya mengakibatkan semakin banyaknya jumlah pengguna transportasi darat. Semakin meningkatnya pengguna transportasi menyebabkan volume lalu lintas semakin tinggi. Dan peningkatan volume lalu lintas ini menyebabkan konflik-konflik lalu lintas seperti kemacetan pada persimpangan di kawasan Jalan Bukit Kaminting Kota Palangka Raya pada jam-jam tertentu. Selain diakibatkan oleh faktor volume lalu lintas, konflik pada persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda sering juga disebabkan oleh faktor perilaku pengendara yang melewati persimpangan tersebut. Disamping itu kondisi simpang yang tidak baik dapat menyebabkan terjadinya peningkatan tundaan dan antrian kendaraan dan kondisi tersebut juga dapat mengakibatkan terjadinya kecelakaan pada suatu persimpangan. Dikarenakan kondisi kinerja Jalan Bukit Kaminting yang mengalami penurunan, telah dilakukan pelebaran pada Ruas Jalan Bukit Kaminting. Berdasarkan kondisi saat ini, maka perlu dilakukan evaluasi terhadap persimpangan ini untuk mengetahui kinerja persimpangan setelah dilakukan pelebaran ruas jalan.

### **Tujuan Penelitian:**

1. Mengetahui volume lalu lintas yang melewati Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda.
2. Mengetahui kapasitas Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda.
3. Mengetahui tingkat pelayanan yang terjadi pada Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda.

### **Batasan masalah:**

1. Pada penelitian ini hanya menganalisis kinerja pada Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah, dan Jalan Garuda.
2. Penelitian ini mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014.

## **METODE PENELITIAN**

### **Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yaitu pada Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda di Kota Palangka Raya, Provinsi Kalimantan Tengah.

### **Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan selama 1 minggu pada jam puncak pagi, siang dan sore dengan periode waktu 2 jam.

### **Tahapan Penelitian**

Tahapan dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut

1. Identifikasi masalah

- Melakukan identifikasi terhadap permasalahan yang akan diteliti di lokasi penelitian.
2. Studi Literatur  
Mengumpulkan literatur yang berkaitan dengan permasalahan atau topik yang akan diteliti.
  3. Survei Pendahuluan  
Menggambarkan sketsa lokasi, dan menentukan posisi letak peralatan dan surveyor.
  4. Pengumpulan Data  
Mengumpulkan data primer dan sekunder yang diperlukan dalam analisis data.
  5. Analisis Data dan Pembahasan  
Melakukan analisis terhadap data primer dan sekunder yang sudah didapat.
  6. Kesimpulan dan Saran  
Menyatakan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis yang didapat.

## **HASIL & PEMBAHASAN**

### **Analisis Simpang**

Data lalu lintas pada lokasi penelitian didapat dari hasil survei LHR (Lalu lintas Harian Rata-rata) yang dilakukan selama 1 minggu yaitu pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu dan Minggu. Survei LHR dilakukan pada waktu jam sibuk pagi pukul 06.00-08.00 WIB, jam sibuk siang pukul 11.00-13.00 WIB dan jam sibuk sore pukul 16.00-18.00 WIB dengan interval waktu 15 menit untuk masing-masing periode. Komposisi Lalu Lintas yang dicatat pada formulir survei yaitu Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Sedang (KS), Sepeda Motor (SM), dan Kendaraan Tak Bermotor (KTB). Adapun untuk pengukuran lebar lajur pendekat dilakukan pada jarak 10 meter dari garis pertemuan batas lajur yang bersimpangan. Data yang digunakan dalam analisis persimpangan ini adalah data jam puncak maksimum diantara periode jam sibuk dari hasil penelitian yang dilakukan. Penentuan arus lalu lintas puncak yaitu dengan cara menjumlahkan semua komposisi lalu lintas yang didapat dari hasil survei dalam periode waktu 1 jam tanpa mengikutkan kendaraan tak bermotor. Total semua volume lalu lintas dalam satuan kendaraan/jam (kend/jam) kemudian diubah kedalam satuan skr/jam. Dari hasil penelitian di lapangan didapat data volume lalu lintas maksimum sebagai berikut:

**Tabel 1. Data Volume Lalu Lintas**

<b>Komposisi Lalu Lintas</b>	<b>Volume Lalu Lintas (q) (skr/jam)</b>
KR	577
KS	6,5
SM	1575,5
Lengan Mayor	1493,4
Lengan Minor	665,6
Total	2159

*Sumber: Hasil Survei, (2020)*

1. Rasio Belok

Dari hasil survei di lapangan didapat volume belok kanan ( $q_{BKa}$ ) = 502,1 skr/jam dan volume belok kiri ( $q_{BKk}$ ) = 553,1 skr/jam, maka dapat dihitung untuk rasio belok dengan rumus berikut:

$$R_{BKa} = \frac{q_{BKa}}{q_{Tot}}$$

$$R_{BKa} = \frac{502,1}{2159}$$

$$R_{BKa} = 0,233$$

$$R_{BKk} = \frac{q_{BKk}}{q_{Tot}}$$

$$R_{BKk} = \frac{553,1}{2159}$$

$$R_{BKk} = 0,256$$

2. Rasio Arus Jalan Minor

Volume lalu lintas lengan minor ( $q_{mi}$ ) = 665,6 skr/ jam dan volume lalu lintas total ( $q_{Tot}$ ) = 2159 skr/jam, maka didapat:

$$R_{mi} = \frac{q_{mi}}{q_{Tot}}$$

$$R_{mi} = \frac{665,6}{2159}$$

$$R_{mi} = 0,308$$

3. Rasio Kendaraan Tak Bermotor

Volume lalu lintas kendaraan tak bermotor ( $q_{KTB}$ ) = 11 kend/jam dan volume lalu lintas total ( $q_{Tot}$ ) = 3733 kend/jam, maka didapat:

$$R_{KTB} = \frac{q_{KTB}}{q_{Tot}}$$

$$R_{KTB} = \frac{11}{3733}$$

$$R_{KTB} = 0,003$$

**Lebar Pendekat dan Tipe Simpang**

a. Lebar pendekat jalan minor

Lebar pendekat Jalan Bukit Indah lengan A,  $a = 5,1$  m. Lebar pendekat Jalan Garuda lengan C,  $c = 4,9$  m. Lebar rata-rata pendekat jalan minor adalah:

$$L_{AC} = \frac{\left(\frac{a}{2}\right) + \left(\frac{c}{2}\right)}{2}$$

$$L_{AC} = \frac{\left(\frac{5,1}{2}\right) + \left(\frac{4,9}{2}\right)}{2} = 2,5 \text{ m}$$

b. Lebar pendekat rata-rata jalan mayor

Lebar pendekat Jalan Bukit Kaminting lengan B,  $b = 6,1$  m. Lebar pendekat Jalan Bukit Kaminting lengan D,  $d = 6,1$  m. Lebar rata-rata pendekat jalan mayor adalah:

$$L_{BD} = \frac{((\frac{b}{2})+(\frac{d}{2}))}{2}$$

$$L_{BD} = \frac{((\frac{6,1}{2})+(\frac{6,1}{2}))}{2} = 3,05 \text{ m}$$

- c. Lebar pendekat rata-rata seluruh simpang

$$L_{RP} = \frac{L_{AC}+L_{BD}}{2}$$

$$L_{RP} = \frac{2,5+3,05}{2} = 2,775 \text{ m}$$

- d. Tipe simpang untuk lengan simpang = 4, jumlah lajur minor = 2, jumlah lajur mayor = 2, maka Kode Tipe Simpangnya adalah 422.

### Kapasitas

- a. Kapasitas dasar

Kapasitas dasar untuk tipe simpang 422, maka  $C_0 = 2900$  skr/jam .

- b. Faktor penyesuaian kapasitas

- 1) Faktor koreksi lebar rata-rata pendekat ( $F_{LP}$ )

Untuk kode tipe simpang 422, digunakan rumus berikut:

$$F_{LP} = 0,70 + 0,0866 L_{RP}$$

$$F_{LP} = 0,70 + 0,0866 \times 2,775$$

$$F_{LP} = 0,94$$

- 2) Faktor koreksi tipe median ( $F_M$ )

Pada jalan utama tidak terdapat median jalan maka  $F_M = 1$

- 3) Faktor koreksi ukuran kota ( $F_{UK}$ )

Jumlah penduduk kota Palangka Raya sebesar 299.691 jiwa ( BPS, 2020), maka didapat  $F_{UK} = 0,88$

- 4) Faktor koreksi hambatan samping ( $F_{HS}$ )

Berdasarkan nilai  $q_{KTb}/q_{TOT} = 0,003$ , kelas tipe Ruas Jalan Bukit Kaminting adalah Komersial dengan kelas hambatan samping (HS) adalah sedang, maka  $F_{HS} = 0,94$

- 5) Faktor koreksi rasio belok kiri ( $F_{BK_i}$ )

Rasio belok kiri ( $R_{BK_i}$ ) = 0,256, maka dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61R_{BK_i}$$

$$F_{BK_i} = 0,84 + 1,61 \times 0,256$$

$$F_{BK_i} = 1,252$$

- 6) Faktor koreksi belok kanan ( $F_{BK_a}$ )

Rasio belok kanan ( $R_{BK_a}$ ) = 0,108, sehingga batas nilai yang diberikan adalah dengan simpang 4 lengan  $F_{BK_a} = 1,0$

- 7) Faktor koreksi rasio arus dari jalan minor ( $F_{R_{mi}}$ )

Rasio arus jalan minor tipe simpang 422 dengan  $R_{mi} = 0,122$  didapat dengan rumus berikut:

$$F_{R_{mi}} = 1,19 R_{mi}^2 - 1,19 R_{mi} + 1,19$$

$$F_{R_{mi}} = 1,19 \times 0,308^2 - 1,19 \times 0,308 + 1,19$$

$$F_{R_{mi}} = 0,936$$

Sehingga dapat dihitung nilai kapasitas dengan rumus berikut:

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{Rmi}$$

$$C = 2900 \times 0,94 \times 1,00 \times 0,88 \times 0,94 \times 1,252 \times 1,00 \times 0,936$$

$$C = 2642,51 \text{ skr/jam}$$

### Perilaku Lalu Lintas

1. Arus Lalu Lintas Total ( $q_{Tot}$ )

$$q_{Tot} = 2159 \text{ skr/jam}$$

2. Derajat Kejenuhan ( $D_j$ )

Dengan  $q_{Tot} = 2159 \text{ skr/jam}$  dan  $C = 2642,51 \text{ skr/jam}$ , maka didapat:

$$D_j = \frac{q_{TOT}}{C} = \frac{2159}{2642,51} = 0,82$$

3. Tundaan Simpang

- 1) Tundaan lalu lintas ( $T_{LL}$ )

Untuk  $D_j > 0,60$  ( $0,82 > 0,60$ ), maka digunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} T_{LL} &= \frac{1,0504}{0,2742 - 0,0242D_j} - (1 - D_j)^2 \\ &= \frac{1,0504}{0,2742 - 0,2042 \times 0,82} - (1 - 0,82)^2 \\ &= 9,807 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

- 2) Tundaan Lalu lintas Jalan Mayor ( $T_{LLma}$ )

Dengan  $D_j > 0,60$  ( $0,82 > 0,60$ ), maka digunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= \frac{1,0503}{0,3460 - 0,2460D_j} - (1 - D_j)^{1,8} \\ &= \frac{1,0503}{0,3460 - 0,2460 \times 0,82} - (1 - 0,82)^{1,8} \\ &= 7,234 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

- 3) Tundaan Lalu Lintas Jalan minor ( $T_{LLmi}$ )

Dengan  $q_{Tot} = 2159 \text{ skr/jam}$ ,  $T_{LL} = 9,807 \text{ detik/skr}$ ,  $q_{ma} = 1493,4 \text{ skr/jam}$  dan

$T_{LLma} = 7,234 \text{ detik/skr}$ , maka dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} T_{LLmi} &= \frac{q_{Tot} \times T_{LL} - q_{ma} \times T_{LLma}}{q_{mi}} \\ &= \frac{2159 \times 9,807 - 1493,4 \times 7,234}{665,6} \\ &= 15,58 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

- 4) Tundaan Geometrik ( $T_G$ )

Untuk  $D_j < 1$  ( $0,82 < 1$ ), maka digunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} T_G &= (1 - D_j) \times \{(6R_B + 3(1 - R_B))\} + 4D_j \\ &= (1 - 0,82) \times \{(6 \times 0,489 + 3(1 - 0,489))\} + 4 \times 0,82 \\ &= 4,084 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

- 5) Tundaan Simpang ( $T$ )

Dengan tundaan lalu lintas ( $T_{LL}$ ) = 9,807 detik/skr dan tundaan geometrik

( $T_G$ ) = 4,084 detik/skr

$$\begin{aligned} T &= T_{LL} + T_G \\ &= 9,807 + 4,084 \\ &= 13,891 \text{ detik/skr} \end{aligned}$$

4. Peluang Antrian

Batas atas peluang:

$$\begin{aligned} P_A &= 47,71 \times Dj - 24,68 \times Dj^2 + 56,47 \times Dj^3 \\ P_A &= 47,71 \times 0,82 - 24,68 \times 0,82^2 + 56,47 \times 0,82^3 \\ &= 53,663 \% \end{aligned}$$

Batas bawah peluang:

$$\begin{aligned} P_A &= 9,02 \times Dj + 20,66 \times Dj^2 + 10,49 \times Dj^3 \\ P_A &= 9,02 \times 0,82 + 20,66 \times 0,82^2 + 10,49 \times 0,82^3 \\ &= 27,072 \% \end{aligned}$$

Hasil perhitungan analisis simpang dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil perhitungan Analisis Simpang, berikut.

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Analisis Simpang

Kapasitas (C) Skr/jam	Volume arus lalu lintas( $q_{Tot}$ ) Skr/jam	Derajat Kejenuhan	Tundaan Simpang (T) det/skr	Peluang Antrian ( $P_A$ ) %
2642,51	2159	0,82	13,891	27–54

*Sumber: Hasil Perhitungan, (2021)*

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Dari hasil survei yang dilakukan pada lokasi penelitian selama 1 minggu (tanggal 14 Desember–20 Desember 2020) didapat volume lalu lintas jam puncak untuk masing-masing lengan simpang yaitu untuk lengan A Jalan Bukit Indah pada hari Kamis, pukul 16.30–17.30, lengan B Jalan Bukit Kaminting pada hari Kamis, pukul 06.45–07.45, lengan C pada hari Minggu, pukul 16.00–17.00 dan lengan D pada hari Kamis, pukul 16.45–17.45. Berdasarkan hasil perhitungan dengan acuan PKJI 2014 didapat volume lalu lintas total ( $Q_{Tot}$ )= 2159 skr/jam.
2. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai kapasitas pada persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda sebesar 2642,51 skr/jam.
3. Berdasarkan hasil analisis diperoleh nilai derajat kejenuhan sebesar 0,82, Sehingga pada persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda dapat dikategorikan dalam tingkat pelayanan D dimana kondisi arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus.

### Saran

1. Pada Jalan Minor Persimpangan Jalan Bukit Kaminting, Jalan Bukit Indah dan Jalan Garuda perlu dipasang rambu yaitu berupa Rambu Yield dan Rambu Stop.

- Rambu Yield perlu dipasang pada Jalan Bukit Indah dan Rambu Stop dipasang pada Jalan Garuda,
2. Perlu dilakukan analisis pada persimpangan secara berkala untuk mengetahui kinerja persimpangan tersebut di kemudian hari, sehingga jika kondisi simpang sudah mulai jenuh maka dapat dilakukan penanganan sesuai dengan kondisi yang terjadi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta: Dirjen Bina Marga DPU.
- Anonim. 2020. Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya.
- Bawangun, Vrisilya., Theo K. S. dan Lintong S. 2015. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal untuk Simpang Jalan W. R. Supratman dan Jalan B. W. Lopian di Kota Manado. Manado: Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi Manado. Vol. 3 No. 6.
- Cahyo, R. D. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Kawasan Jalan Bukit Kaminting Palangka Raya. Tugas Akhir Fakultas Teknik UPR, Palangka Raya.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1992), Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan Perkotaan, Jakarta.
- H., Mursid Budi., Wicaksono A. dan Anwar M. R. 2014. Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Raya Mengkreg Kabupaten Jombang. Jurnal Rekayasa Sipil Universitas Brawijaya. Vol. 8 No.3
- Hendarto, S. (2001). Dasar-Dasar Transportasi. Bandung: ITB.
- Kabi, Marchyano B. R., Lintong E. dan James A. T. 2015. Analisis Kinerja Simpang Tanpa Sinyal (Studi Kasus pada simpang Tiga Ringroad sampai Maumbi). Manado: Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi. Vol. 3 No. 7.
- Listiana, Novi. dan Tri Sudibyo. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat. Bogor: Jurnal Teknik sipil dan Lingkungan Institut Pertanian Bogor. Vol. 04 No. 01.
- Morlok, E. K. 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga.
- Pasaribu, Eriko. 2015. Analisa Tingkat Pelayanan Persimpangan Tidak Bersinyal (Studi Kasus Persimpangan Empat Lengan Jalan Yos sudarso, Jalan Yos Sudarso III dan Jalan Bukit Keminting, Palangka Raya. Tugas Akhir Fakultas Teknik UPR, Palangka Raya.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta.



- Pratama, M. D. M. dan Elkhasnet. 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A. H. Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung. Bandung: Jurnal teknik Sipil Institut Teknologi Nasional. Vol. 5 No. 2.
- Republik Indonesia. 2006. Peraturan Menteri Perhubungan No. 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa lalu Lintas di Jalan. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Rorong, Novriyadi., Lintong E. dan Joice E. W. 2015. Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S. Parman dan Jalan D. I. Panjaitan. Manado: Jurnal Sipil Statik Universitas Sam Ratulangi. Vol. 3 No. 11.
- Sriharyani, Leni. dan M. Nur Hidayat. 2017. Analisa Arus Kendaraan terhadap Kinerja Simpang Tak Bersinyal dengan Metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 ( Studi Kasus Simpang Tiga Pasar Punggur Lampung Tengah). Lampung: Jurnal Universitas Muhammadiyah Metro. Tapak Vol. 6 No. 2.
- Tamin, O. Z. 2000. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. Bandung: ITB.