

ANALISIS WAKTU TEMPUH KENDARAAN BERMOTOR DENGAN METODE ESTIMASI *INSTANTANEOUS MODEL*

(Studi Kasus: Jalan Pekanbaru – Bangkinang Km. 19 sampai dengan Km. 25)

Rijalul Haqqi¹⁾, Horas. SM Marpaung²⁾, Mardani Sebayang²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil S1, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Riau, Jl. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293

Email: rijalul.haqqi@student.unri.ac.id¹⁾

ABSTRACT

Travel time information is one of reference to planning a trip. Therefore it is needed a reliable travel time estimation method. Travel time estimation models used namely Instantaneous model using time mean speed (TMS) and space mean speed (SMS) based on spot speed data. Reability test result for instantaneous model based on TMS get time travel for Research road segment get value 7,472 minutes and based on SMS get value 7,785 minutes. Therefore the application of instantaneous estimation method of the model on the research road can be used to predict the travel time of the vehicle

Keywords: Travel time estimation, Instantaneous Models, Spot speed

1. PENDAHULUAN

Waktu perjalanan dari suatu ruas jalan merupakan salah satu acuan yang dapat digunakan dalam merencanakan suatu perjalanan. Informasi perkiraan waktu perjalanan sangat berguna bagi pengguna jalan untuk memilih rute perjalanan yang dapat mempermudah untuk sampai ke tujuan. Untuk itu dibutuhkan suatu estimasi waktu perjalanan yang dapat diandalkan.

Metode estimasi waktu perjalanan dapat diperkirakan dengan survei langsung di lapangan dan dapat juga diperoleh dari pemodelan waktu perjalanan. Penelitian ini akan menghitung waktu perjalanan kendaraan bermotor dengan menggunakan metode estimasi *Instantaneous Model* dengan menggunakan metode survei kecepatan setempat (*Spot speed*).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kendaraan

Menurut MKJI (1997) kendaraan dapat digolongkan kedalam empat golongan, diantaranya: kendaraan ringan

(LV), kendaraan berat (HV), sepeda motor (MC), dan Kendaraan tak bermotor.

Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 menerangkan beberapa kendaraan yang termasuk kedalam kategori kendaraan bermotor, diantaranya: sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus, dan mobil barang.

2.2 Jalan

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006).

2.2.1 Klasifikasi Jalan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1997 tentang Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

pada umumnya jalan raya dapat diklasifikasikan berdasarkan 4 (empat) kriteria, antara lain: menurut fungsi, menurut kelas, menurut medan dan menurut wewenang pembinaan jalan.

2.2.2 Sistem Jaringan Jalan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1990 tentang Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Wilayah Perkotaan, jaringan jalan merupakan satu kesatuan sistem yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hirarki.

Sistem jaringan jalan primer disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang dan struktur pengembangan wilayah tingkat nasional, yang menghubungkan simpul-simpul jasa distribusi. Sedangkan sistem jaringan jalan sekunder disusun mengikuti ketentuan pengaturan tata ruang kota yang menghubungkan kawasan-kawasan yang mempunyai fungsi primer, fungsi sekunder ke satu, fungsi sekunder kedua, fungsi sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.

2.3 Kecepatan

Menurut Dirjen Bina Marga Tahun 1990 tentang Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas menjelaskan bahwa kecepatan adalah tingkat pergerakan lalu lintas atau kendaraan tertentu yang sering dinyatakan dalam kilometer per jam. Semakin cepat kecepatan yang dapat disediakan oleh suatu sistem, maka semakin singkat waktu yang diperlukan untuk mencapai tempat tujuan.

2.3.1 Jenis Kecepatan

Menurut Hobbs, F.D (1995) kecepatan umumnya dapat dibagi menjadi 3 (tiga) diantaranya: Kecepatan sesaat (*spot speed*), kecepatan bergerak (*running speed*), dan kecepatan perjalanan (*journey speed*).

Kecepatan sesaat adalah kecepatan yang diukur pada tempat yang telah ditentukan. Kecepatan bergerak adalah kecepatan kendaraan bergerak yang didapat dari hasil bagi waktu dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh suatu ruas jalan. Sedangkan kecepatan perjalanan adalah kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan.

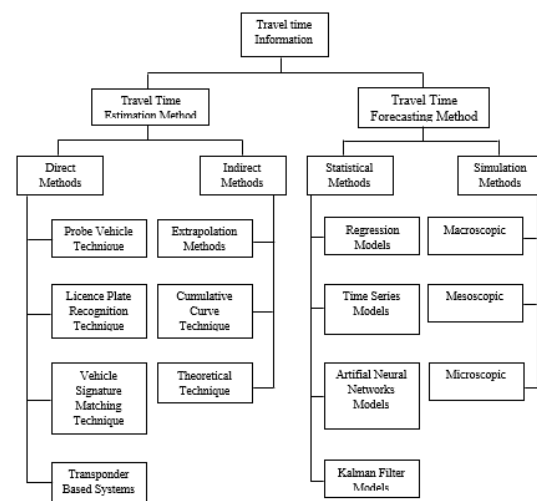
2.3.2 Kecepatan Rata-rata Kendaraan

Menurut Direktorat Jendral Bina Marga Tahun 1990 tentang Panduan Survei dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas, terdapat dua kategori kecepatan rata-rata yaitu kecepatan rata-rata waktu (*Time mean speed*) dan kecepatan rata-rata ruang (*Space mean speed*).

Kecepatan rata-rata waktu adalah kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik dari jalan selama periode waktu tertentu (Ross, 1998).

Kecepatan rata-rata ruang adalah kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati atau melintasi penggalan jalan selama periode tertentu dan mencakup waktu perjalanan dan hambatan.

2.4 Waktu Perjalanan



Waktu perjalanan (*travel time*) adalah waktu total diperlukan untuk melewati suatu panjang jalan tertentu, termasuk waktu-berhenti dan tundaan pada simpang. Waktu perjalanan tidak termasuk

berhenti untuk istirahat atau perbaikan kendaraan. (MKJI, 1997).

2.4.1 Fungsi Informasi Waktu Perjalanan

Linveld (2000) dan Bajwa (2003) yang dikutip oleh Ruimin Li (2006) menjelaskan 2 konteks kegunaan informasi waktu perjalanan, yaitu dalam konteks *off-line* dan *on-line*.

Dalam konteks *off-line*, model estimasi waktu perjalanan dapat digunakan dalam pembaharuan informasi waktu perjalanan dari data-data kecepatan terdahulu. Dalam konteks ini, ketepatan waktu dianggap tidak penting. Perekayasa transportasi lalu lintas dapat menggunakan estimasi waktu perjalanan untuk memantau kinerja jaringan jalan dari waktu ke waktu. Estimasi waktu perjalanan juga sering digunakan oleh pengembang model lalu lintas untuk menyediakan dasar dalam menilai akurasi pemodelan lalu-lintas yang diusulkan.

Dalam konteks *on-line*, model estimasi waktu perjalanan memberikan masukan yang diperlukan dalam informasi waktu perjalanan bagi pengguna jalan melalui *roadside signs*, internet, radio, ponsel, ataupun perangkat komunikasi pada kendaraan.

2.5 Metode Estimasi Waktu Perjalanan

Metode estimasi waktu perjalanan memberikan informasi untuk mengetahui kondisi arus lalu lintas di jalan raya. Waktu perjalanan dapat diperkirakan dengan diukur secara langsung yang disebut dengan *Direct method* atau dengan mengukur variabel lalu lintas seperti kecepatan, hunian dan aliran untuk mengestimasi waktu perjalanan yang disebut dengan *Indirect method* (Angshuman Guin dan Jorge Laval, 2013).

Gambar 2.1: Metode Estimasi dan Prediksi Waktu Perjalanan

Sumber: Georgia Department of Transport (GDOT) Research Project 10-01; TO 02-60

Model yang digunakan pada penelitian ini adalah *Instantaneous Model* yang termasuk kedalam *indirect methods* dan bagian dari *theoretical techniques*.

Instantaneous Model atau Model seketika adalah metode estimasi waktu perjalanan yang menggunakan data kecepatan setempat yang dikumpulkan dari setiap *link* pada saat k . Waktu tempuh untuk setiap *link* dihitung sebagai panjang *link* dibagi dengan rata-rata kecepatan sesaat di hulu dan hilir *link*, dengan perumusan sebagai berikut:

$$t(i, k) = \frac{2 l_i}{v(i_a, k) + v(i_b, k)}$$

Dengan:

- l_i = Panjang link (km)
- $v(i_a, k)$ = Kecepatan di hulu *link* i pada waktu k (km/jam)
- $v(i_b, k)$ = Kecepatan di hilir *link* i pada waktu k (km/jam)
- $t(i, k)$ = Waktu Perjalanan

2.6 Uji Kebutuhan Sampel

Sampel merupakan bagian dari populasi yang ingin diteliti, yang dianggap sebagai suatu pendugaan terhadap populasi, namun bukan populasi itu sendiri. Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2007).

Dalam menentukan jumlah sampel minimal, pada penelitian ini digunakan tabel *Krejcie* sebagai teknik dalam menghitung jumlah sampel minimal yang harus dijadikan sasaran penelitian. *Krejcie* dalam menentukan perhitungan ukuran sampel didasarkan atas kesalahan 5%. Jadi sampel yang diperoleh nantinya akan memiliki tingkat kepercayaan 95% terhadap populasi.

3. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penentuan lokasi pengamatan berdasarkan kriteria jalan dan kondisi lalu lintas layaknya jalan bebas hambatan, dimana tidak memiliki tundaan/hambatan yang berarti dan memiliki lalu lintas yang lancar serta memiliki lebar jalan yang memadai dan kondisi perkerasan yang baik. Lokasi penelitian yang dipilih dalam penelitian ini adalah jalan Pekanbaru – Bangkinang via Danau Bengkuang Km. 20 sampai dengan Km. 26, Provinsi Riau.

Adapun alasan pemilihan lokasi penelitian ini adalah lokasi penelitian merupakan jalan yang hanya memiliki sedikit akses masuk sehingga tundaan yang ada pada ruas jalan ini bisa diasumsikan tidak berarti. Lokasi penelitian juga memiliki jalan yang baik dan lebar jalan yang ideal.

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari survei kecepatan setempat (*spot speed*). Jumlah sampel yang akan disurvei ditentukan dari tabel *krejcie* berdasarkan data lalu lintas harian dari Bina Marga Kementerian Provinsi Riau. Setelah didapat persentasi sampel masing-masing kendaraan kemudian dilakukan survei kecepatan setempat (*spot speed*) pada saat jam puncak kendaraan melewati ruas jalan penelitian. Proporsi kendaraan yang akan dihitung dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu: kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC). Kemudian data hasil survei kecepatan setempat (*spot speed*) akan diolah untuk mencari kecepatan rata-rata waktu (U_{TMS}) dan kecepatan rata-rata ruang (U_{SMS}) yang akan berguna untuk mengestimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan dengan menggunakan metode *Instantaneous Model*.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur dalam penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data melalui survei kecepatan setempat (*spot speed*), analisis kecepatan rata-rata waktu (U_{TMS}), analisis kecepatan rata-rata ruang (U_{SMS}) dan analisis waktu tempuh dengan metode estimasi *Instantaneous Model*.

3.3.1 Analisis Penentuan Jumlah Sampel

Penentuan jumlah sampel ditentukan dengan melihat total sepeda motor (*motor cycle*), kendaraan ringan (*light vehicle*), dan kendaraan berat (*heavy vehicle*) yang melintasi ruas jalan yang diteliti melalui data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) kendaraan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data kendaraan terbesar yang melewati ruas jalan penelitian pada saat jam puncak.

Setelah diketahui total kendaraan terbesar selanjutnya dihitung proporsi masing-masing kendaraan yang melintasi ruas jalan yang ditinjau. Setelah diketahui proporsi masing-masing kendaraan yang melewati ruas jalan penelitian pada saat jam puncak, selanjutnya dilakukan penentuan jumlah sampel dengan menggunakan tabel *Krejcie*. Jumlah sampel yang didapat dari tabel *Krejcie* kemudian dikonversikan menjadi sampel untuk tiap lima menitan. Sampel inilah yang kemudian menjadi dasar seberapa banyak data yang akan diambil untuk setiap lima menitan dalam jangka waktu 3 jam.

3.3.2 Desain Survei Kecepatan Setempat (*spot speed*)

Berdasarkan survei pendahuluan, kecepatan kendaraan rata-rata diketahui berkisar 70 km/jam maka jarak pengamatan untuk survei *spot speed* (sesuai dengan aturan Bina Marga No. 001/T/BNKT/1990) adalah 75 m.

Pengambilan data kecepatan setempat (*spot speed*) dilakukan secara manual yaitu menggunakan tenaga surveyor dengan menempatkan 2 orang

surveyor pada *upstream* dan *downstream* masing-masing *link*.

Surveyor 1 pada masing-masing titik pengamatan bertugas untuk menghitung dan mencatat waktu tempuh dari kendaraan yang melintasi titik pengamatan dengan menggunakan *stopwatch*, sedangkan surveyor 2 bertugas mengangkat bendera sebagai acuan bagi surveyor 1 untuk menghentikan pencatatan waktu. Sebagai contoh ketika ada kendaraan yang hendak diamati maka surveyor 1 menginformasikan kepada surveyor 2 sekaligus menghidupkan *stopwatch* saat roda depan kendaraan yang hendak diamati menyentuh lakban putih (penanda) pada titik awal pengamatan. Kemudian surveyor 2 mengibarkan bendera ketika roda depan kendaraan yang diamati menyentuh lakban putih pada titik akhir pengamatan yang merupakan acuan bagi surveyor 1 untuk menghentikan *stopwatch*. Dibutuhkan koordinasi yang baik antara sesama surveyor demi mendapatkan data yang sesuai dengan yang diharapkan. Formulir yang digunakan dalam survei *spot speed* dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Formulir Survei *Spot speed*

Interval Waktu	Sampel (n)	Jarak (m)	Jenis Kendaraan	Waktu Tempuh (detik)
-	10	50		

Sumber: Form Pelaksanaan Survei *Spot Speed*

3.3.3 Analisis Kecepatan Rata-rata Waktu dan Kecepatan Rata-rata Ruang

Setelah didapatkan jumlah sampel yang dibutuhkan maka data *spot speed* yang telah diperoleh dimasukkan sesuai dengan jumlah sampel yang dibutuhkan, kemudian dapat dilakukan analisa terhadap

2 (dua) variabel kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata yang di analisa adalah kecepatan rata-rata waktu (TMS) dan kecepatan rata-rata ruang (SMS).

3.3.4 Analisis Waktu Tempuh dengan *Instantaneous Models*

Masing-masing data kecepatan rata-rata, baik kecepatan rata-rata waktu (TMS) maupun kecepatan rata-rata ruang (SMS) dianalisa menggunakan metode estimasi *Instantaneous model*, sehingga akan memperoleh hasil berupa waktu perjalanan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Penentuan Jumlah Sampel

Jumlah sampel dan proporsi masing-masing jenis kendaraan ditentukan dengan menggunakan Tabel *Krejcie* berdasarkan jumlah populasi terbesar dari data Lalu Lintas Harian Rata-rata. Setelah diketahui total kendaraan terbesar yaitu sebesar 833 kendaraan selanjutnya dihitung proporsi masing-masing kendaraan yang melintasi ruas jalan yang ditinjau. Rekapitulasi perhitungan dan proporsi kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rekapitulasi Perhitungan dan Proporsi Kendaraan

Interval Waktu	Jumlah Kendaraan			Total
	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)	
12.00 - 13.00	86	161	32	279
13.00 - 14.00	98	149	24	271
14.00 - 15.00	95	159	29	283
Jumlah	279	469	85	833
Proporsi	33,49 %	56,30 %	10,20 %	100 %

Sumber: Analisis Perhitungan

Setelah diketahui proporsi masing-masing kendaraan yang melewati ruas jalan penelitian pada saat jam puncak, selanjutnya dilakukan penentuan jumlah sampel yang dibutuhkan dengan menggunakan Tabel *Krejcic*. Berdasarkan tabel *Krejcic* populasi yang mendekati populasi terbesar adalah 850 kendaraan, maka diperoleh jumlah sampel sebanyak 265 kendaraan. Pada saat survei dilakukan, data diambil per lima menitan. Total sampel yang diambil selama lima menit adalah 850/36 yaitu sebesar 8 kendaraan.

Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah sampel untuk masing-masing jenis kendaraan (sepeda motor, kendaraan ringan dan kendaraan berat). Proporsi untuk masing-masing jenis kendaraan yang akan disurvei per lima menitan yaitu: sepeda motor (MC) sebanyak 3 kendaraan, kendaraan ringan (LV) sebanyak 4 kendaraan, dan kendaraan berat (HV) sebanyak 1 kendaraan.

4.2 Analisis Kecepatan Rata-rata Waktu (U_{TMS})

Analisa kecepatan rata-rata waktu dilakukan untuk semua *link* yang ada pada ruas jalan penelitian. Contoh perhitungan analisa kecepatan rata-rata waktu pada *upstream link 1* pada interval 5 menit pertama yaitu pada pukul 12.00 WIB dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Data *Spot Speed* pada *Upstream Link 1* Interval 2 Menit Pertama

Interval waktu	Sampel (n)	Jarak (m)	Jenis kendaraan	Waktu tempuh (detik)	Kecepatan (km/jam)
12.00 - 12.05	8	75 m	MC	4,69	57,569
			MC	3,54	76,271
			MC	4,82	56,017
			LV	5,21	51,823
			LV	5,87	45,997
			LV	4,16	64,904
			LV	5,46	49,451
			HV	7,84	34,439
				Jumlah (Σ)	436,470

Sumber: Data Hasil Survei *Spot Speed*

Berdasarkan data pada tabel di atas, selanjutnya dapat dilakukan analisa data

kecepatan rata-rata waktu (\bar{U}_{TMS}) sebagai berikut:

$$\bar{U}_{TMS} = \frac{\Sigma \text{kecepatan}}{\text{Jumlah Sampel}} = \frac{436,470}{8} = 54,559 \text{ km/jam}$$

4.3 Analisis Kecepatan Rata-rata Ruang (U_{SMS})

Analisa kecepatan rata-rata ruang (\bar{U}_{SMS}) juga dilakukan untuk semua *link* pada ruas jalan yang diteliti. Contoh perhitungan analisa kecepatan rata-rata ruang pada *upstream link 1* pada interval 5 menit pertama yaitu pada pukul 12 WIB dapat dilihat pada tabel 4.3

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai $1/U$ *Upstream Link 1* Interval 5 Menit Pertama

Interval waktu	Sampel (n)	Jarak (m)	Jenis kendaraan	Waktu tempuh (detik)	Kecepatan (km/jam)	1/U
12.00 - 12.05	8	75 m	MC	4,69	57,569	0,017
			MC	3,54	76,271	0,013
			MC	4,82	56,017	0,018
			LV	5,21	51,823	0,019
			LV	5,87	45,997	0,022
			LV	4,16	64,904	0,015
			LV	5,46	49,451	0,020
			HV	7,84	34,439	0,029
				Jumlah (Σ)	436,470	0,154

Sumber: Analisa Perhitungan \bar{U}_{SMS} Berdasarkan Data *Spot Speed*

Berdasarkan data pada tabel di atas, selanjutnya dapat dilakukan analisa data kecepatan rata-rata ruang (\bar{U}_{SMS}) sebagai berikut:

$$\bar{U}_{SMS} = \frac{1}{\frac{1}{n} \Sigma \frac{1}{U}} = \frac{1}{\frac{0,154}{8}} = 51,936 \text{ Km/jam}$$

4.4 Analisis Waktu Perjalanan dengan *Instantaneous Model*

Estimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan pada penelitian ini menggunakan metode *Instantaneous model* berdasarkan data *spot speed* yang telah diolah menjadi 2 (dua) variabel kecepatan yaitu kecepatan rata-rata waktu (TMS) dan kecepatan rata-rata ruang (SMS). Estimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan dilakukan untuk kedua parameter

kecepatan ini. Untuk contoh perhitungan estimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan berdasarkan data kecepatan rata-rata waktu (\bar{U}_{TMS}) pada interval 5 menit pertama pada pukul 12.00 – 12.05 WIB adalah sebagai berikut:

Upstream link 1 = 54,559 km/jam
Upstream link 2 = 47,733 km/jam
Upstream link 3 = 48,354 km/jam
Downstream link 3 = 46,864 km/jam

Waktu perjalanan untuk setiap *link* dihitung sebagai panjang *link* dibagi dengan rata-rata kecepatan setempat di hulu dan hilir *link* seperti di bawah ini:

Waktu perjalanan *link 1*
 = $((2 \times 2)/(54,559+47,733)) \times 60 = 2,346$ menit

Waktu perjalanan *link 2*
 = $((2 \times 2)/(47,733+48,354)) \times 60 = 2,498$ menit

Waktu perjalanan *link 3*
 = $((2 \times 2)/(48,354+46,864)) \times 60 = 2,521$ menit

Berdasarkan perhitungan di atas maka estimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan untuk melintasi ruas jalan yang di teliti pada interval 5 menit pertama pada pukul 12.00 – 12.05 WIB dari *upstream link 1* sampai dengan *downstream link 3* adalah $2,346 + 2,498 + 2,521 = 7,364$ menit

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan menggunakan metode estimasi *Instantaneous model* diketahui bahwa waktu tempuh perjalanan kendaraan untuk ruas jalan Pekanbaru – Bangkinang kilometer 19 sampai dengan kilometer 25 menggunakan parameter kecepatan rata-rata waktu adalah 7,472 menit. Sedangkan menggunakan parameter kecepatan rata-rata ruang adalah 7,785 menit.

5.2 Saran

Untuk mendapatkan perkiraan waktu tempuh perjalanan kendaraan bermotor pada ruas jalan Pekanbaru – Bangkinang dengan jalan yang memiliki peralihan lebar (segmen perkerasan lentur ke segmen perkerasan kaku) dapat menggunakan metode estimasi *Instantaneous Model*. Dalam mengestimasi waktu tempuh perjalanan kendaraan bermotor, maka disarankan:

1. Dalam estimasi waktu perjalanan hendaknya perlu diperhatikan tentang kendaraan *delay* yang akan berpengaruh terhadap tundaan waktu perjalanan. Adanya tundaan akan berbanding lurus dengan waktu perjalanan, dalam artian semakin lama tundaan maka akan semakin lama waktu perjalanan yang dibutuhkan, sehingga keberadaan *delay* harus menjadi perhatian khusus. Penggunaan estimasi waktu perjalanan dengan menggunakan *Instantaneous Model* sebaiknya dilakukan pada ruas jalan yang tidak memiliki tundaan yang banyak. Dengan kata lain lokasi penelitian yang dipilih sebaiknya bertempat di jalan luar kota dengan hambatan yang sedikit. Agar hasil yang diperoleh akan mendekati waktu perjalanan yang sebenarnya.

2. Penggunaan teknologi canggih akan sangat membantu dalam proses pengambilan data, dikarenakan akan lebih menghemat waktu dan tenaga. Akan tetapi penggunaan teknologi berupa kamera akan memerlukan biaya yang tidak sedikit baik dalam pengadaan serta pemeliharannya. Dengan adanya teknologi berupa kamera perekam ketelitian akan data yang akan diambil akan lebih akurat. Hal yang harus diperhatikan ketika menggunakan bantuan kamera sebagai alat perekam pada saat pengambilan data adalah penempatan kamera yang harus disesuaikan dengan jarak pengamatan dan dilengkapi dengan alat yang memadai agar dapat menghasilkan kualitas rekaman sesuai dengan yang diinginkan.

6. DAFTAR PUSTAKA

**Departemen Pekerjaan Umum
Direktorat Jenderal Bina Marga.** 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990, *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan di Wilayah Perkotaan*, No. 010/T/BNKT/1990, Direktur Pembinaan Jalan Kota, Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, No. 038/TBM/1997, Pgs. Direktur Jenderal Bina Marga, Jakarta.

Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990, *Panduan Survei Dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas*, No. 001/T/BNKT/1990, Direktur Pembinaan Jalan Kota, Jakarta.

Guin, A. 2013. *Freeway Travel-time Estimation an Forecasting*, GDOT Research Project 10-01; TO 02-60. Georgia Institute of Technology.

Hobbs, FD. 1995. *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*. Yogyakarta. UGM Press.

Holt, Russel B., Dr. Brian L. Smith., Dr. B. "Brian" Park, 2003, *An Investigation of Travel Time Estimation Based on Point Sensors*, Transport, STL-2003-03.

KIM, Hyungjoo, 2013, *Assessment of Travel Time Estimation Based on Different Vehicle Speed Data: Spot Speed vs Sampled Journey Speed in South Korean Expressways*, The Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.9.

Li, Ruimin, 2006, *Evaluation of Speed-Based Travel Time Estimation Models*, Transport, 10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:7(540).

Republik Indonesia, 2009, *Undang-undang No. 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*, Lembaran Negara RI No. 5025, Sekretariat Negara, Jakarta.

Republik Indonesia, 2006, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan*, Lembaran Negara RI No. 4655, Presiden Republik Indonesia, Jakarta.

Zhang, W., 2006, *Freeway Travel Time Estimation Based on Sopt Speed*, PhD Thesis Virginia Polytechnic Institute and State University.

Wijayanto, Yudha, 2009, *Analisis Kecepatan Kendaraan Pada Ruas Jalan Brigjen Sudiarto (Majapahit) Kota Semarang dan Pengaruhnya Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM)*, Tesis, Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro Semarang.