

# Estimasi Waktu Perjalanan Berbasis Kecepatan Sesaat Dengan Bahasa Pemrograman VB.NET (Menggunakan Metode Instantaneous Model dan Time Slice Model)

<sup>3)</sup>Anjas Budi Priono, <sup>1)</sup>Setiono, <sup>2)</sup>Mahmudah AHM

<sup>1,2)</sup>Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

<sup>3)</sup>Mahasiswa Sarjana, Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524

Email : anjas\_26@yahoo.com

## Abstract

Information about travel time on the traffic is very useful for driver therefore they can pick and choose the best travel time before travelling. Implementation of Intelligent Transport System (ITS) is a needed media on the future because transportation problems always increase in Surakarta city. Travel Time Information (TTI) is needed to be informed through the media so as to provide information about the travel time estimation. The program travel time estimation will be very helpful to informing a travel time for driver. The purpose of this study was to determine the accuracy program calculation when compared with manual conventional calculations and determine the advantages gained from the program travel time estimation have been made by modeling existing calculation of travel time estimation. This program is made by Visual Studio Express 2010 with Microsoft Access as a database, the modelling process program includes the concept and calculation of travel time estimation based on spot speed with two models, is called Instantaneous Model and Time Slice Model. The validation test program calculations using a comparison calculation with three digits decimals rounding. The difference results between calculation of program and manual conventional estimation is approximately 0%. The advantages using this program are: to decrease error occurred when entry data then display warning when an error occurs; accelerate when calculating travel time estimation; automacally recording and storing spot speed data into a database; and print data into a sheet of paper.

Keywords: spot speed, estimation of travel time, Visual Basic, instantaneous model, time slice model

## Abstrak

Informasi tentang perkiraan waktu perjalanan lalu lintas sangat berguna bagi para pengguna jalan karena pengguna jalan tersebut dapat memilih dan menentukan waktu perjalanan terbaik yang akan dilaluinya pada rute yang telah ditentukan/dilewati sebelum melakukan perjalanan. Implementasi Intelegent Transport System (ITS) merupakan suatu media yang dibutuhkan di tengah meningkatnya masalah transportasi yang dihadapi di Kota Surakarta. Travel Time Information (TTI) yang dibutuhkan nantinya dapat diinformasikan melalui media tersebut sehingga dapat memberikan informasi tentang estimasi waktu perjalanan. Suatu program estimasi waktu perjalanan akan sangat membantu dalam menginformasikan suatu waktu perjalanan kepada pengguna jalan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui deviasi keakuratan suatu program dibandingkan dengan perhitungan manual dan mengetahui kelebihan-kelebihan yang didapat dari program rekayasa estimasi waktu perjalanan yang telah dibuat dengan memerjemahkan/memodelkan perhitungan estimasi waktu perjalanan yang telah ada. Program ini dibuat dengan Visual Studio Express 2010 dengan penggunaan database Microsoft Access, proses pembuatannya meliputi konsep dan perhitungan estimasi waktu perjalanan berbasis kecepatan sesaat dengan dua model, yaitu Instantaneous Model dan Time Slice Model. Uji validasi antara program dengan perhitungan manual menggunakan perbandingan dengan pembulatan tiga angka dibelakang koma. Hasil penelitian dari program TravTime didapat selisih perhitungan antara program dengan hitungan manual apabila digunakan pembulatan tiga angka dibelakang koma adalah 0%. Keuntungan-keuntungan penggunaan program adalah meminimalisasi kesalahan masukan data dan menampilkan peringatan apabila terjadi kesalahan; mempercepat perhitungan estimasi waktu perjalanan; menyimpan data kecepatan yang terekam ke dalam database secara otomatis; serta mencetak datanya ke dalam selemba kertas.

Kata kunci : kecepatan sesaat, estimasi waktu perjalanan, Visual Basic, *instantaneous model*, *time slice model*

## PENDAHULUAN

Kebutuhan transportasi sangat erat kaitannya dengan interaksi antara kegiatan ekonomi dan sosial masyarakat. Interaksi antara aktivitas-aktivitas masyarakat dimanifestasikan oleh adanya pergerakan orang dan ataupun barang dari suatu zona ke zona tujuan. Setiap aktivitas pergerakan selalu didasarkan kepada pertimbangan terhadap variabel waktu, kecepatan, keamanan dan kenyamanan.

Tingginya pertumbuhan ekonomi dan makin bertambahnya jumlah penduduk serta jumlah kepemilikan kendaraan menyebabkan kebutuhan akan sarana dan prasarana transportasi makin meningkat, dan bila permintaan lebih besar dari pada kesediaan (*supply*), maka akan terjadi ketidak seimbangan, dan hal tersebut akan menimbulkan permasalahan transportasi seperti masalah kemacetan, tundaan dan polusi suara serta polusi udara. Permasalahan tersebut berdampak pada waktu tempuh perjalanan. Seperti pada kota-kota besar lainnya di Indonesia, Kota Surakarta tidak terlepas dari permasalahan transportasi, akibat besarnya pertumbuhan jumlah penduduk dan kepemilikan kendaraan, serta makin meningkatnya tingkat urbanisasi di perkotaan yang tidak sebanding dengan tingkat penambahan jaringan jalan, maka hal tersebut akan berdampak pada permasalahan transportasi, seperti tidak seimbangnya penyediaan sarana dan prasarana transportasi dibandingkan dengan tingkat permintaan (*demand*).

Informasi tentang perkiraan waktu perjalanan lalu lintas sangat berguna bagi para pengguna jalan karena pengguna jalan tersebut dapat memilih dan menentukan waktu perjalanan terbaik yang akan dilaluinya pada rute yang telah ditentukan/dilewati sebelum melakukan perjalanan. Untuk itu diperlukan suatu ukuran waktu perjalanan yang dapat diandalkan/dipercaya agar para pengguna jalan tersebut dapat sampai di tempat/tujuan perjalanannya dengan tepat waktu atau dengan kata lain, perjalanannya tidak mengalami keterlambatan.

Implementasi *Intelligent Transport System (ITS)*, *Variable Message Signs (VMS)*, *Website*, *Global Positioning System (GPS)* merupakan suatu media yang dibutuhkan di tengah meningkatnya masalah transportasi yang dihadapi di Kota Surakarta. *Travel Time Information (TTI)* yang dibutuhkan nantinya dapat diinformasikan melalui media tersebut sehingga dapat memberikan informasi tentang estimasi waktu perjalanan. Metode estimasi waktu perjalanan yang dianalisis pada skripsi ini *Instantaneous* dan *Time slice* model, dengan berdasar kecepatan sesaat (*spot speed*) yang menggunakan *Time mean speed (TMS)* dan *Space mean speed (SMS)*

Muncul anggapan bahwa para insinyur era sekarang tidak perlu menguasai bahasa pemrograman, khususnya untuk menyelesaikan kasus-kasus yang rutin karena program aplikasinya sudah ada. Dalam pengertian sempit, untuk mendapatkan penyelesaian secara cepat dengan program yang sudah ada, maka kita butuh program tersebut. Program komputer dibuat untuk mempercepat perhitungan dibandingkan cara konvensional yaitu dengan perhitungan manual kalkulator. Pada Tugas Akhir ini penyusun akan menjelaskan bagaimana cara membuat sebuah program komputer rekayasa dengan Visual Studio Express 2010 dan menjelaskan keuntungan-keuntungan dari program yang dibuat secara mandiri dan data-data diambil dari hasil survei *spot speed* yang telah ada.

Data-data yang diterima dari hasil survey akan sulit untuk diolah apabila masih dilakukan menggunakan perhitungan manual kalkulator. Suatu program estimasi waktu perjalanan akan sangat membantu dalam perhitungan apabila dapat mempercepat dibandingkan dengan cara perhitungan konvensional kalkulator. Estimasi waktu perjalanan berbasis kecepatan sesaat memang masih jarang dibahas secara mendetail dalam perkuliahan, namun teori ini dapat membantu dan memberikan informasi yang sangat bermanfaat bagi para pengguna jalan, pengiriman barang ataupun untuk manajemen sistem transportasi. Dengan adanya estimasi waktu perjalanan berbasis kecepatan sesaat yang membantu pengguna jalan dalam memperoleh informasi keadaan jalan.

## TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Indra Chrisdianto (2012) dalam penelitiannya, implementasi ITS (*Intelligent Transport System*) dan VMS (*Variable Message Signs*) merupakan suatu kebutuhan di tengah meningkatnya masalah transportasi yang dihadapi berbagai kota di seluruh dunia. ITS dan VMS telah dikembangkan di berbagai negara seperti Jepang, Amerika Serikat, Singapura serta sebagian besar negara Eropa sebagai manajemen transportasi yang handal.

Pengembangan metode estimasi waktu perjalanan salah satunya tertulis dalam jurnal ASCE oleh Li, R. (2006). Pada jurnal ini dievaluasi 4 model yaitu: *Instantaneous model*, *Time Slice model*, *dynamic time slice model* dan *linear model*. Dari keempat metode yang dianalisa disimpulkan hanya sedikit perbedaan tingkat kesalahannya, dan estimasi waktu perjalanan dari keempat metode lebih kecil dari aktual waktu perjalanan.

Menurut Russel B. Holt (2003), fungsi pemantauan merupakan fungsi pokok yang perlu dikembangkan di suatu kota. Pemantauan kondisi lalu lintas yang hanya menggunakan video memiliki banyak kekurangan karena informasi lalu lintas lainnya seperti data kepadatan, data pelanggaran dan data kecelakaan tidak dapat ditampilkan. Padahal visualisasi data tersebut sangat berguna untuk pengambilan keputusan (*decision making*) misalnya untuk penanganan korban kecelakaan lalu lintas, pengalihan rute apabila jalan telah terlalu padat serta berbagai kasus transportasi lainnya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Mehmet Yildirimoglu (2011), dibahas tentang informasi waktu perjalanan (*Travel Time Information, TTI*) menjadi kebutuhan bagi pengguna jalan di kota yang berkembang, untuk mengoptimalkan alokasi waktu sehingga meminimalkan *scheduling cost*. Mendukung penerapan Intelligent Transportation System (ITS) dan VMS (*Variable Message Signs*) di kota Surakarta maka perlu diisukan pentingnya informasi waktu perjalanan bagi pengguna jalan yang ternyata dari hasil studi terdahulu menunjukkan bisa mempengaruhi *travel behavior* (*route choice, mode choice, dan departure time choice*) dan area tujuan (*destination area*). Perubahan *travel behavior* bisa mengurangi kemacetan pada suatu jaringan jalan. Fasilitas program akan sangat penting untuk pengembangan penerapan ITS dan VMS.

### Waktu Perjalanan

Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 1990 tentang Panduan Survei Dan Perhitungan Waktu Perjalanan Lalu Lintas mencakup penjelasan tentang kecepatan sesaat (*spot speed*). Waktu perjalanan (*Travel Time*) didefinisikan sebagai total/keseluruhan waktu yang dibutuhkan oleh suatu moda/kendaraan untuk menempuh suatu rute perjalanan dari daerah asal menuju daerah tujuan. Waktu perjalanan secara luas dikenal sebagai suatu ukuran penting untuk menaksir suatu kondisi jalan raya. Ada dua metode untuk memperoleh waktu perjalanan yaitu pengukuran langsung, dan estimasi. Metode estimasi waktu perjalanan merupakan salah cara yang digunakan untuk menghitung waktu perjalanan dengan mengukur variabel lalu lintas seperti percepatan, kepemilikan kendaraan, dan arus serta menaksir waktu tempuh pada kondisi-kondisi jalan raya.

### Metode Estimasi Waktu Perjalanan

Menurut Angshuman Guin dan Jorge Laval (2013), metode estimasi waktu perjalanan adalah cara yang dapat digunakan dalam menghitung atau memperkirakan waktu perjalanan untuk suatu panjang jalan tertentu yang selanjutnya dapat diinformasikan kepada para pengguna jalan sebagai dasar dalam penentuan rute perjalanan. Metode estimasi waktu perjalanan dapat diperkirakan dengan mengukur waktu perjalanan secara langsung di lapangan yang disebut dengan *Direct Methods* atau dapat juga menggunakan variable-variabel lalu lintas seperti kecepatan, volume, dan arus lalu lintas sebagai dasar dalam memperkirakan waktu perjalanan yang disebut dengan *Indirect Methods*.

### Pembagian Jumlah Link

Mengacu pada penelitian Russel B. Holt, *link* pada penelitian kali ini diartikan sebagai pembagian segmen suatu koridor jalan bukan *link* sebagai jaringan jalan. *Link* berguna untuk membagi jarak suatu jalan agar diperoleh waktu tempuh perjalanan dan kecepatan rata-rata sesaat (*spot speed*) pada hilir dan hulu suatu segmen jalan. Pada suatu link beragam, untuk variasi jarak antar link yang digunakan pada program dibatasi pada 1,5 kilometer; 3,0 kilometer; dan 4,5 kilometer.

### Instantaneous model dan Time Slice model

Pengembangan metode estimasi waktu perjalanan salah satunya tertulis dalam jurnal ASCE oleh Li, R. (2006). Pada jurnal ini dievaluasi 4 model yaitu: detail rumus tentang beberapa model estimasi waktu perjalanan, yaitu: *Instantaneous model, Time Slice model, dynamic time slice model* dan *linear model*. Namun pada penelitian ini, evaluasi model berdasarkan model matematika yang akan digunakan dibatasi instantaneous model dan time slice model saja.

*Instantaneous Model* menggunakan data kecepatan sesaat yang dikumpulkan dari setiap *link* pada saat k. Waktu tempuh untuk setiap *link* dihitung dengan membagi panjang *link* dengan rata-rata kecepatan sesaat di hulu dan hilir *link* seperti persamaan berikut :

*Instantaneous Model:*

$$\text{Travel time link: } t_{i,k} = \frac{2l_i}{v_{a,k} + v_{b,k}}$$

Total waktu perjalanan T (k), untuk kendaraan yang memulai perjalanannya pada waktu k, kemudian dihitung dengan menjumlahkan estimasi waktu perjalanan dari n segmen seperti persamaan berikut:

$$\text{Total travel time: } T(k) = \sum_{i=1}^n t_{i,k}$$

Dimana :  $l_i$  = Panjang *link* (km)  
 $v_{(a,k)}$  = 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 *link*  $i$  (jam)

Pada *Time slice model*, untuk *link* pertama, waktu tempuh diperkirakan sebagai *instantaneous model* (model seketika). Kendaraan akan tiba di *link* ke-2 pada waktu  $k + t(1, k)$ , yaitu waktu masuk ditambah waktu untuk melintasi *link*. Sehingga kecepatan untuk melintasi *link* yang diambil pada saat itu dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Travel time link: } t(2, t_2) = \frac{2l_2}{v(2_a, k + t(1, k)) + v(2_b, k + t(1, k))}$$

Secara umum, *time slice model* dapat ditulis :

$$\text{Bentuk umum travel time link: } t(n, t_n) = \frac{2l_n}{v(n_a, t_n) + v(n_b, t_n)}$$

- Dimana :
- $l_n$  = Panjang *link* (km)
  - $v(n_a, t_n)$  = Kecepatan di hulu *link*  $n$  pada waktu masuk ditambah waktu melintasi *link*  $n$  (km/jam)
  - $v(n_b, t_n)$  = Kecepatan di hilir *link*  $n$  pada waktu masuk ditambah waktu melintasi *link*  $n$  (km/jam)
  - $t_n$  = Total waktu perjalanan
  - $t(i, t_i)$  = Waktu perjalanan *link*  $i$  pada waktu  $t$  (jam)

fungsi  $t(i, k)$  merupakan total waktu perjalanan dalam satu *link*, yang mana merupakan perbandingan antara jarak dan kecepatan *upstream* dan *downstream* untuk setiap *link*-nya. Pada *Instantaneous model* tidak dipertimbangkan waktu yang sebenarnya kendaraan melaju, sehingga yang terukur hanya total waktu tempuh setiap *link* dalam satu waktu. Lain halnya dengan *Time Slice Method*, total waktu perjalanan dalam satu rute sudah merupakan kombinasi perubahan waktu yang dilewatkan untuk setiap *link*-nya, karena model ini berprinsip pada *vehicle trajectory*.

### Spot Speed

*Spot speed* adalah kecepatan yang diukur pada saat kendaraan melintas suatu titik di jalan. Survei kecepatan sesaat dilakukan dengan menggunakan alat 4 Video Kamera yang ditempatkan pada *upstream* Link 1, 2, dan 3, serta *downstream* link 3. Batas penggal jalan dengan lakban dan bantuan bambu yang ditanam di tepi perkerasan jalan.

Banyak alat yang bisa digunakan untuk mengukur kecepatan setempat (*spot speed*), antara lain pencatatan langsung dengan stopwatch, video kamera, speed gun dan lain-lain. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Video Kamera. Dari survei *spot speed* data bisa diolah menjadi *Time Mean Speed (TMS)* dan *Space Mean Speed (SMS)*.

### Time Mean Speed

*Time mean speed (TMS)*, biasa juga disebut kecepatan rata-rata waktu, didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang melewati suatu titik dari jalan selama periode waktu tertentu atau nilai rata-rata dari spot speed. TMS dihitung berdasarkan rata-rata hitung (*arithmetic mean*) dari data spot speed.

— —

- Keterangan:
- $U_{TMS}$  : Kecepatan rata-rata waktu
  - $n$  : Jumlah data/*sample*
  - $L$  : Jarak dari titik ke titik suatu jalan
  - $t$  : waktu perjalanan

### Space Mean Speed

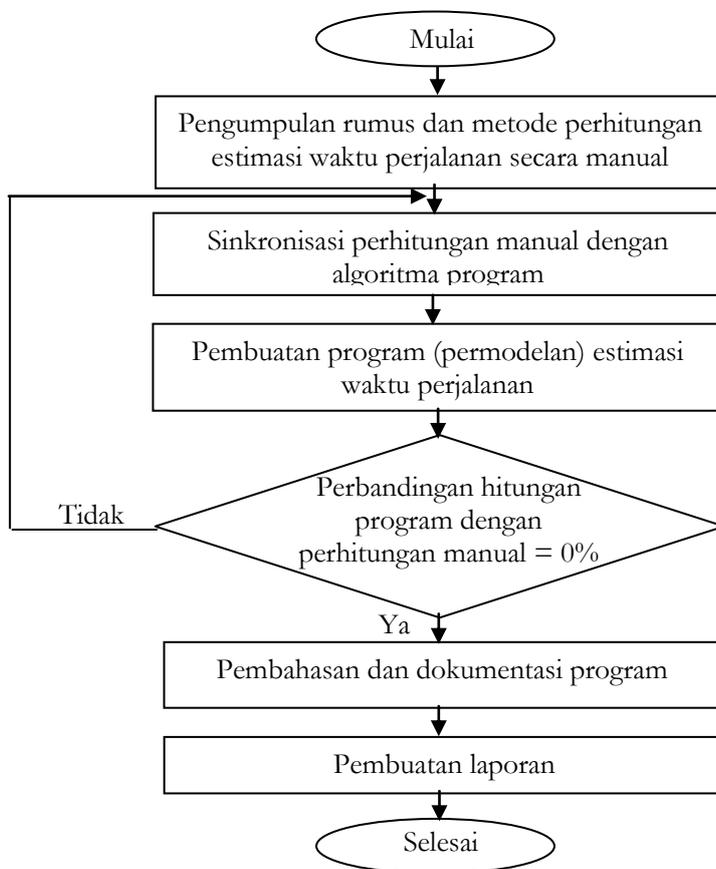
Sedangkan *space mean speed (SMS)*, kecepatan rata-rata ruang, merupakan kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati/melintasi penggalan jalan selama periode waktu tertentu. SMS dihitung berdasarkan rata-rata harmonis dari data spot speed.

$$U_{SMS} = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_i \frac{1}{U_i}}$$

Keterangan:  $U_{SMS}$  : Kecepatan rata-rata ruang  
 $n$  : Jumlah data/ *sample*  
 $U$  : Kecepatan sesaat (*Spot speed*)

## METODE

Sistematika dalam pembuatan program ini menggunakan *flowchart*, yaitu membuat hubungan antara data-data input dan output agar mudah dipahami dan diterjemahkan dalam bahasa pemrograman. Pada tahap ini mulai disusun algoritma penyelesaian masalah dalam flowchart yang terdiri dari *input*, proses, dan *output*. Dalam flowchart terdapat *equation-equation* yang mengolah data masukan untuk diproses dan ditampilkan dalam bentuk tertentu baik angka, huruf, maupun grafis. Langkah-langkah untuk membuat program TravTime berturut-turut adalah sebagai berikut: pengumpulan rumus dan metode perhitungan estimasi waktu perjalanan; pembuatan algoritma perhitungan estimasi waktu perjalanan; pembuatan program (permodelan) estimasi waktu perjalanan; validasi program; kompilasi (penyempurnaan program); pembahasan dan dokumentasi program; dan pembuatan laporan.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Program

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### User interface program

Program memiliki *form* opsi perhitungan yang terdiri dari 7 (tujuh) pilihan perhitungan, antara lain:

#### 1. Penentuan *Sample*

*User* (pengguna aplikasi) dapat memilih/menentukan variasi jumlah jenis kendaraan. Penentuan *sample* ditentukan *sample* dengan variasi jumlah jenis kendaraan sebagai berikut:

- 5 *Motorcycle (MC)*, 1 *Light Vehicle (LV)*, 1 *Heavy Vehicle (HV)*
- 4 *Motorcycle (MC)*, 2 *Light Vehicle (LV)*, 1 *Heavy Vehicle (HV)*
- 3 *Motorcycle (MC)*, 3 *Light Vehicle (LV)*, 1 *Heavy Vehicle (HV)*

## 2. Jumlah *Link*

User dapat menentukan jumlah *link*. Jumlah *link* yang ada pada pilihan perhitungan ada tiga macam yaitu: 3 *link*, 4 *link*, dan 5 *link*. Apabila 3 *link* maka data kamera yang mencatat pada program adalah 4 buah, apabila 4 *link* maka data kamera yang mencatat pada program adalah 5 buah apabila 5 *link* maka data kamera yang mencatat pada program adalah 6 buah.



Gambar 2. *Form Opsi Perhitungan Estimasi Waktu Perjalanan*

## 3. Jarak *Spot Speed*

User diberikan pilihan untuk menentukan jarak *spot speed* yang digunakan. Pilihan jarak *spot speed* pada program terdiri dari 3 Pilihan yaitu: 25 meter, 50 meter, dan 75 meter.

## 4. Jarak Antar *Link*

User dapat menentukan jarak antar *link* yang digunakan. Pilihan jarak antar *link* pada program TravTime terdiri dari 3 Pilihan yaitu: 1,5 kilometer, 3 kilometer, dan 4,5 kilometer.

## 5. Interval Waktu

User dapat menentukan interval waktu yang digunakan. Interval waktu pada opsi perhitungan digunakan 3 pilihan yaitu: 2 menit, 3 menit, dan 4 menit.

## 6. Pengolahan Data

User dapat menentukan pilihan pengolahan data yang digunakan. Pengolahan data pada opsi perhitungan digunakan 2 pilihan yaitu: *TMS* (*Time Mean Speed*) dan *SMS* (*Space Mean Speed*).

## 7. Metode *Travel Time*

User dapat menentukan pilihan metode pengambilan data-data waktu perjalanan yang digunakan. Pengolahan data pada opsi perhitungan ini digunakan 2 pilihan yaitu: Metode *Instantaneous Model* dan Metode *Time Slice Model*.

Pembahasan program dengan membandingkan antara perhitungan manual cara konvensional dengan perhitungan menggunakan program. Hasil validitas dan selisih perhitungan tidak mencerminkan perbedaan yang besar antara perhitungan manual dengan perhitungan program. Perbandingan antara perhitungan dengan program dan perhitungan secara manual dipaparkan dengan penjelasan di bawah ini:

### Hitungan Manual

Pada contoh hitungan manual diambil hasil analisa estimasi waktu perjalanan yang telah didapat dari survei pada waktu jam sibuk (*peak hour*) menggunakan pengambilan *sample* waktu tempuh kendaraan dengan metode *time mean speed* (*TMS*).

- Pengambilan waktu : jam sibuk (*peak hour*)
- Pengolahan data kecepatan : *time mean speed* ( $U_{TMS}$ )
- Metode estimasi *travel time* : *Instantaneous Model* dan *Time Slice Model*
- Interval waktu : Jam 6.00 – 6.02
- Jumlah *link* : 3 *link*
- Jarak antar *link* : 1,5 km
- Penggunaan kamera : 4 kamera
- Jarak spot speed : 50 meter

- $\bar{U}_{TMS}$  interval 6.00 – 6.02 : 46,115 km/jam (kamera 1)  
: 44,917 km/jam (kamera 2)  
: 44,683 km/jam (kamera 3)  
: 41,729 km/jam (kamera 4)
- $\bar{U}_{TMS}$  interval 6.02 – 6.04 : 43,171 km/jam (kamera 1)  
: 43,429 km/jam (kamera 2)  
: 44,692 km/jam (kamera 3)  
: 41,069 km/jam (kamera 4)
- $\bar{U}_{TMS}$  interval 6.04 – 6.06 : 42,631 km/jam (kamera 1)  
: 45,672 km/jam (kamera 2)  
: 42,840 km/jam (kamera 3)  
: 43,238 km/jam (kamera 4)
- $\bar{U}_{TMS}$  interval 6.06 – 6.08 : 40,259 km/jam (kamera 1)  
: 44,238 km/jam (kamera 2)  
: 43,727 km/jam (kamera 3)  
: 42,976 km/jam (kamera 4)

Permasalahan

- Estimasi *travel time* dengan metode *instantaneous model* = ....?
- Estimasi *travel time* dengan metode *time slice model* = ....?

Penyelesaian

- Estimasi *travel time* dengan metode *instantaneous model*

Estimasi *travel time* interval 6.00 – 6.02

$$t_{a,k} = \frac{2l_i}{v_{a,k} + v_{b,k}} = \frac{2 \times 1.5}{46.115 + 44.917} \times 60 = \underline{\underline{6,069 \text{ menit}}}$$

Estimasi *travel time* interval 6.02 – 6.04

$$= \frac{2 \times 1.5}{43.171 + 43.429} \times 60 = \underline{\underline{6,220 \text{ menit}}}$$

Estimasi *travel time* interval 6.04 – 6.06

$$= \frac{2 \times 1.5}{42.631 + 45.672} \times 60 = \underline{\underline{6,163 \text{ menit}}}$$

Estimasi *travel time* interval 6.06 – 6.08

$$= \frac{2 \times 1.5}{40.259 + 44.238} \times 60 = \underline{\underline{6,253 \text{ menit}}}$$

- Estimasi *travel time* dengan metode *time slice model*

Adapun estimasi *travel time* dengan metode *time slice model* dengan menggunakan data kecepatan dan waktu tempuh yang sama seperti di atas. Contoh perhitungannya adalah sebagai berikut:

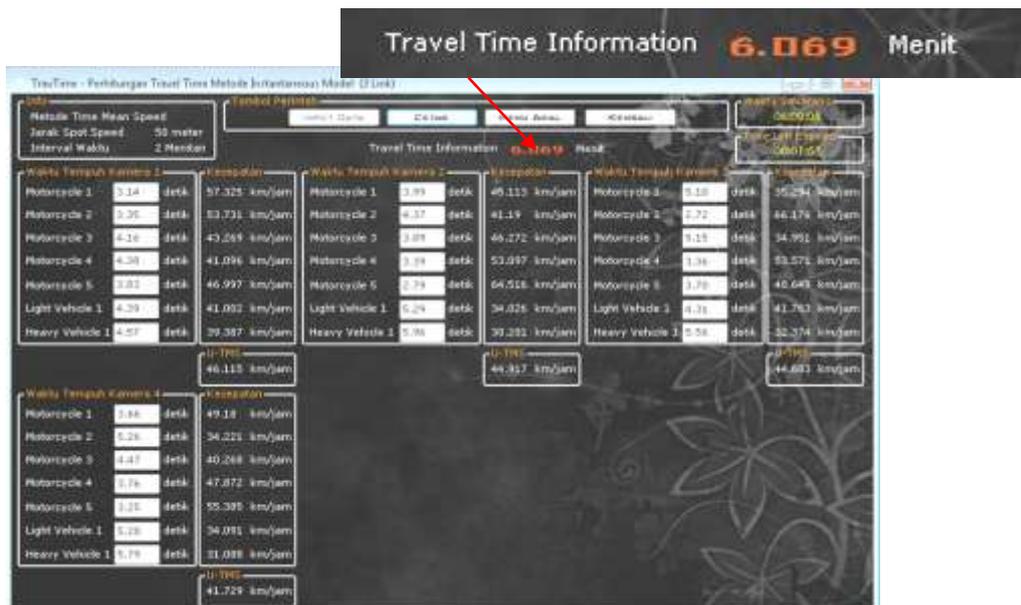
Pada hasil estimasi *travel time* metode *time slice model*, waktu perjalanan didapat setelah tiga data kecepatan dari tiap kamera telah dihitung. Berbeda dengan perhitungan metode *instantaneous model* (model seketika), metode *time slice model* (model irisan waktu) membutuhkan beberapa data TMS / SMS dari interval waktu sebelumnya.

$$\begin{aligned} \text{Estimasi } travel \text{ time interval 6.06 – 6.08} &= t(2, t_2) = \frac{2l_2}{v_{2a,k} + t(1, k) + v_{2b,k} + t(1, k)} \\ &= \frac{2 \times 1.5}{44.238 + 43.727 + 42.976 + 44.238} \times 60 = \underline{\underline{6,194 \text{ menit}}} \end{aligned}$$

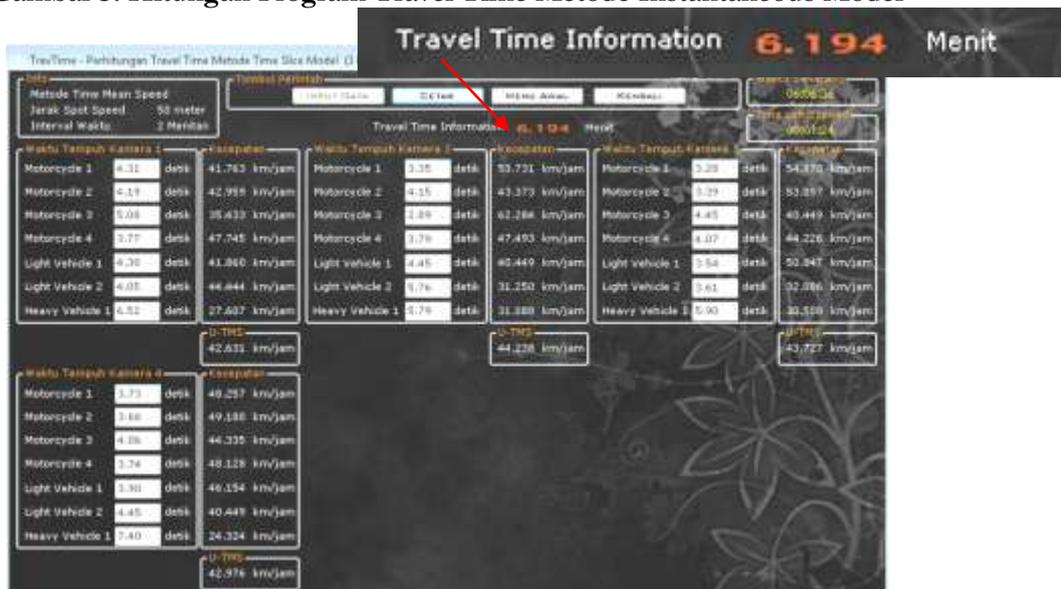
**Hitungan Program**

Pada perhitungan estimasi waktu perjalanan dengan metode *instantaneous model* dan *Time Slice Model* menggunakan program TravTime didapat hasil yang sama persis dengan hitungan manual. Berikut *screenshot* program hasil

perhitungan estimasi *travel time* metode *instantaneous model* menggunakan program TravTime pada interval waktu 6.00 – 6.02 disajikan pada gambar 3 dan *screenshot* program hasil perhitungan estimasi *travel time* metode *time slice model* menggunakan program TravTime pada interval waktu 6.06 – 6.08 disajikan pada gambar 4.



Gambar 3. Hitungan Program *Travel Time* Metode *Instantaneous Model*



Gambar 4. Hitungan Program *Travel Time* Metode *Time Slice Model*

Hasil diatas memperlihatkan bahwa perhitungan dengan menggunakan program TravTime dibandingkan dengan perhitungan manual untuk setiap item mempunyai perbedaan simpangan 0%, disini menunjukkan bahwa perhitungan yang dilakukan program TravTime cukup akurat. Kelebihan dan kekurangan dari program dibanding dengan perhitungan manual dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Kelebihan dan Kekurangan Hitungan Program dengan Hitungan Manual

Perhitungan	Kelebihan	Kekurangan
Manual		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proses/waktu untuk melakukan perhitungan cukup lama</li> <li>➤ Apabila terjadi kesalahan perhitungan, sering kali orang yang menghitung (<i>user</i>) tidak menyadarinya</li> <li>➤ Perhitungan menggunakan tenaga manusia tidak <i>reliable</i></li> </ul>

Perhitungan	Kelebihan	Kekurangan
Program	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Proses/waktu untuk melakukan perhitungan cukup cepat atau tergantung dengan memori komputer yang digunakan.</li> <li>➤ Meminimalisasi kesalahan masukan data dan ada peringatan jika terjadi kesalahan</li> <li>➤ Perhitungan program yang dilakukan terus menerus <i>reliable</i> dan dapat diandalkan</li> <li>➤ Program otomatis merekam data kecepatan dan waktu perjalanan yang telah dihitung</li> <li>➤ Dapat digunakan orang non sipil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Jika terjadi perubahan rumus atau peraturan yang berlaku, merubahnya harus melalui <i>source code</i> program.</li> </ul>

Sumber : *Seri Panduan Pemrograman Microsoft Visual Basic - Kelebihan dan Kekurangan Program (2004)*

## SIMPULAN

Penelitian “Estimasi Waktu Perjalanan Berdasarkan Waktu Setempat Menggunakan Bahasa Pemrograman VB.NET” menghasilkan kesimpulan yakni: Penelitian menghasilkan suatu program estimasi waktu perjalanan yang diberi nama TravTime, program ini bertujuan untuk mempercepat perhitungan *travel time* berbasis kecepatan sesaat dengan metode *Instantaneous Model* dan *Time Slice Model*. Validasi program dengan hitungan manual didapat selisih perhitungan antara program dengan hitungan manual adalah mendekati 0% sehingga program ini layak untuk digunakan.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Setiono, ST, M.Sc dan Amirotul Mushofiah Hidayah Mahmudah yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

## REFERENSI

- Anonim. 2005. *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Anonim. 2004. *Seri Panduan Pemrograman Microsoft Visual Basic*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Chrisdianto, Indra. 2015. *Perbandingan Estimasi Waktu Perjalanan dari Instantaneous Model dan Time Slice Model dengan Waktu Perjalanan dari Kendaraan Bergerak*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, Peraturan Perencanaan Geometrik untuk Jalan Antar Kota No 038/T/BM/1997.
- Mangkulo, Henky Alexander. (2005). *Bank Soal Visual Basic*. Jakarta : PT. Elex Media Komputindo.
- Hobbs, F.D. 1979. *Traffic Planning and Engineering*, Second edition. Edisi Indonesia. 1995. terjemahan Suprpto T..M dan Waldiyono. *Perencanaan dan Teknik Lalu lintas*. Edisi kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Li, R., Rose, G., and Sarvi M., 2006, *Evaluation of Speed-Based Travel Time Estimation Models*, *Journal Of Transportation* 10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:7(540).

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