

PENGUKURAN TINGKAT KINERJA RUAS JALAN MENGUNAKAN DATA GPS

Rusmadi Suyuti
Jurusan Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jln. Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat-10510
Telp. (022) 4288 2505
Fax. (022) 425 6023
rusmadisuyuti@yahoo.com

Mulyadi Sinung Harjono
Program Pascasarjana
Departemen Teknik Elektro
Universitas Indonesia
Kampus UI
Depok, 16424
mulyadi.sinung@ui.ac.id

Abstract

In addition to the volume to road capacity ratio, another indicator for the level of service of the road is the average traffic speed. Once the road capacity is exceeded, the lower the average traffic speed means the worse the performance of the road. The traffic speed information is also required as an input to the Real Time Traffic Information System. This purpose of this study is to measure the average traffic speed on a road segment using information obtained from the Global Positioning System. Off - roadway technologies using satellite technology have advantages in managing information position, direction and movement speed. In this observation a test vehicle equipped with the Global Positioning System moved along the urban road network and monitored in real time from a Control Center. When the position data of the test vehicles Control Center can connect directly with road network information system, the average traffic speed on the road can be obtained in real time condition. In addition as an indicator of the level of service of the road, with an average speed data, it can also be used for predicting traffic volume in an urban road network.

Keywords: traffic speed, Global Positioning System, level of service of roads, traffic information system

Abstrak

Selain perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas jalan, indikator tingkat kinerja jalan yang lain adalah kecepatan lalu lintas rata-rata di ruas jalan tersebut. Setelah kapasitas dilampaui, semakin rendah kecepatan lalu lintas rata-rata berarti semakin buruk kinerja ruas jalan tersebut. Informasi kecepatan lalu lintas tersebut juga diperlukan sebagai masukan pada *Real Time Traffic Information System*. Kegiatan penelitian ini adalah mengukur kecepatan lalu lintas rata-rata di suatu ruas jalan menggunakan informasi yang diperoleh dari data Global Positioning System. Teknologi *off-roadway* menggunakan teknologi satelit ini memiliki keunggulan dalam mengelola informasi posisi, arah, dan kecepatan bergerak. Pada pengamatan ini suatu kendaraan uji menggunakan Global Positioning System bergerak di sepanjang jaringan jalan perkotaan dan dipantau secara *real time* dari suatu Pusat Kontrol. Ketika data posisi kendaraan-kendaraan uji dari Pusat Kontrol dapat terhubung langsung dengan sistem informasi jaringan jalan, kecepatan lalu lintas rata-rata pada berbagai segmen jalan tersebut dapat diketahui secara *real time*. Selain sebagai indikator tingkat pelayanan ruas jalan, dengan adanya data kecepatan rata-rata tersebut, dapat juga dilakukan pendekatan dan prediksi volume lalu lintas di suatu jaringan jalan perkotaan.

Kata-kata Kunci: kecepatan lalu lintas, Global Positioning System, tingkat pelayanan jalan, sistem informasi lalu lintas

PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas merupakan problem utama yang terjadi pada kota-kota besar di Indonesia. Adanya informasi arus lalu lintas merupakan salah satu upaya untuk menghindari atau mengurangi kemacetan lalu lintas. Jika informasi kondisi arus lalu lintas

dapat diketahui dan disampaikan sebelum pengguna jalan melakukan perjalanan, pengguna jalan tersebut dapat memilih dan menentukan “prediksi rute perjalanan terbaik” (*best route*) yang akan dilaluinya berdasar arus lalu lintas *real time*. Dengan demikian, secara jaringan, lalu lintas akan lebih terdistribusi dan dapat mengurangi kepadatan lalu lintas pada ruas-ruas jalan tertentu. Sistem informasi yang diimplementasikan secara *real time* ini disebut sebagai *Real Time Traffic Information System (RTTIS)*. RTTIS tersusun atas sistem akuisisi data, pusat pengelolaan data, dan simulasi lalu lintas serta perangkat diseminasi informasi kepada pengguna.

Dalam melakukan prediksi lalu lintas pada suatu RTTIS di suatu wilayah perkotaan diperlukan data kecepatan rata-rata dan volume lalu lintas yang terklasifikasi pada jaringan jalan secara *real-time*. Pengambilan data primer untuk kecepatan rata-rata di jaringan jalan secara *real time* ini sangat dibutuhkan.

Secara umum teknologi pengambilan data ini terbagi menjadi teknologi *intrusive*, *non-intrusive*, dan *off-roadway*; Teknologi *intrusive* memerlukan instalasi sistem sensor langsung di badan jalan, sedang teknologi *non-intrusive* tidak memerlukan instalasi di badan jalan, seperti *image processing*, radar, dan *infra red*. Teknologi *off-roadway* menggunakan teknologi satelit maupun telepon selular. Teknologi satelit digunakan pada GPS dan remote sensing. Sedang penelitian berbasis telepon selular secara anonymous untuk *traffic monitoring* dan evaluasi real-time terhadap pejalan kaki dinamika perkotaan (*pedestrian urban dynamics*) berbanding posisi pergerakan bus/taxi telah dilakukan oleh Calabrese et.al (2011).

Penelitian ini menggunakan teknologi GPS, karena teknologi GPS memiliki keunggulan dalam mengelola informasi posisi, arah, dan kecepatan bergerak. Mallem et al (2009) menggunakan data GPS secara *offline* untuk memperoleh perkiraan waktu tempuh (*travel time*) dan waktu tunda (*delay time*) dibandingkan dengan waktu tempuh pada kondisi acuan untuk menentukan rute optimal. Herrera et al (2010) telah melakukan *traffic estimation* dari GPS pada telepon selular untuk melakukan *traffic monitoring system*. *Traffic monitoring system* dengan telepon selular ini memiliki kelemahan, bahwa jumlah telepon selular yang bergerak tidak berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang melaju di jalan raya, sehingga tingkat pelayanan lalu lintas di jalan raya tidak dapat diukur secara langsung.

Kishore et.al (2010) telah menggunakan perangkat *embedded* data akuisisi untuk mengambil dan mengelola data kendaraan uji dengan GPS, sedang Arbabi and Weigle (2011) telah menggunakan teknologi Vehicular Ad-hoc Network (VANET) untuk melakukan monitor lalu lintas dengan GPS. Baik VANET maupun perangkat *embedded* data akuisisi adalah alternatif pengambilan data lalu lintas dari lapangan dan diperlukan metode lebih lanjut untuk estimasi dan prediksi data lalu lintas. Lebih lanjut dalam penelitian tersebut kendaraan-kendaraan uji yang menggunakan GPS bergerak di sepanjang jaringan jalan perkotaan. Kendaraan uji yang bergerak secara real time tersebut perlu diketahui posisi dan kecepatan GPS-nya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh kecepatan lalulintas rata-rata yang bergerak di jaringan jalan dengan menggunakan data yang diperoleh dari kendaraan uji yang bergerak. Ketika data posisi kendaraan-kendaraan uji dari pusat kontrol dapat terhubung langsung dengan sistem informasi jaringan jalan, kecepatan lalulintas rata-rata pada berbagai segmen jalan dapat diketahui secara real time dan tersebar dalam rentang satu hari dan dalam seminggu. Dengan adanya data kecepatan rata-rata tersebut, dapat dilakukan pendekatan dan prediksi lalulintas jaringan perkotaan.

Pengelolaan dan presentasi kecepatan rata-rata lalulintas dan sistem informasi jalan beserta fitur-fitur simulasinya dapat membantu pengguna jalan maupun perencana transportasi dalam menentukan rute perjalanannya. Diseminasi informasi lalulintas dapat dilakukan secara langsung kepada pengguna melalui penyedia layanan (*content providers*) maupun di jalan raya melalui *Variable Message Sign* (VMS), berdasarkan masukan kondisi arus lalulintas *real-time* pada jaringan jalan. Objek dan daerah penelitian ini adalah jaringan jalan di wilayah DKI Jakarta.

METODOLOGI

Pendekatan model makroskopik lalulintas perkotaan menggunakan aliran benda cair atau gas sebagai asumsi pergerakan lalulintas disebut model hidrodinamik atau model kontinyu (*continuous*). Besaran terukur dalam model makroskopik ini adalah kerapatan lalulintas $\rho(\tau)$, arus lalulintas $f(\tau)$, dan kecepatan rata-rata $v(\tau)$. Ketiga besaran tersebut, dalam satu ruas jalan, saling terkait berdasarkan hukum konservasi, kontinuitas, dan diagram fundamental sebagai berikut ini (Suyuti et al, 2007):

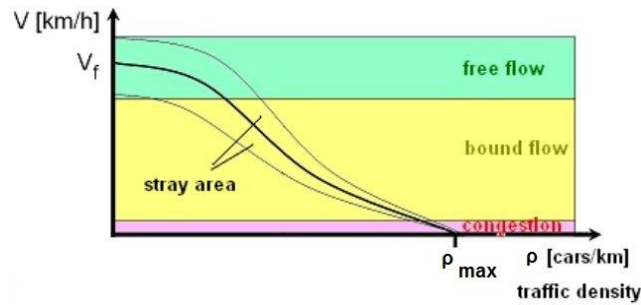
$$\frac{\partial \rho(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial f(x,t)}{\partial x} = 0, \quad (1)$$

$$f(x,t) = \rho(x,t)v(x,t) \quad (2)$$

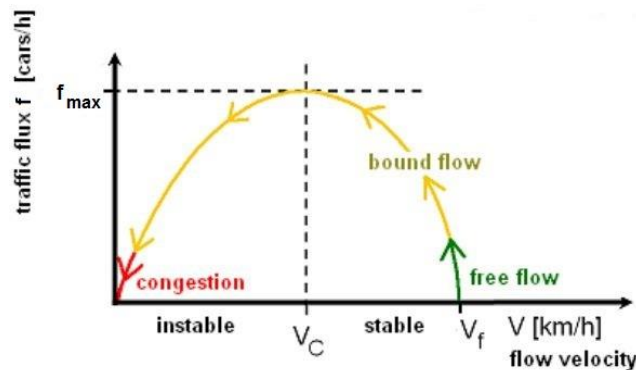
$$f(x,t) = \int(\rho(x,t)), \quad (3)$$

Hubungan antara kerapatan lalulintas ρ dengan kecepatan rata-rata v pada suatu ruas jalan dapat dilihat pada Gambar 1. *Free flow* adalah kondisi lajur bebas, ketika pengemudi dapat dengan bebas memilih kecepatan kendaraannya (V_f , *free flow velocity*). Bertambahnya kerapatan lalulintas pada kondisi *bound flow*, menyebabkan kecepatan kendaraan saling bergantung dan cenderung melambat. *Stray area* menunjukkan daerah sebaran kecepatan rata-rata lalulintas pada ruas jalan pemantauan.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kecepatan rata-rata v terhadap arus lalulintas f . Pada diagram ini terdapat V_c (*critical velocity*), yaitu kecepatan rata-rata dengan arus lalulintas maksimum. Arus lalulintas di bawah V_c adalah arus lalulintas yang tidak stabil.



Gambar 1 Hubungan Kerapatan lalulintas dan Kecepatan Rata-rata (Tam et al, 2007)



Gambar 2 Diagram Kecepatan Rata-rata Terhadap Arus Lalulintas (Tam et al, 2007)

Komponen utama dalam akuisisi ini adalah *mobile unit* pada kendaraan uji, pusat kontrol, dan RTTIS server. Kendaraan uji terhubung ke pusat kontrol melalui GPRS, sedangkan pusat kontrol dan RTTIS server berada dalam satu jaringan LAN.

Mobile unit adalah komponen kendaraan uji yang menerima data GPS, mengolah dan mentransmisikan ke pusat kontrol. Susunan *mobile unit* adalah penerima sinyal GPS, laptop sebagai pengolah data dan GPRS modem untuk transmisi ke pusat kontrol.

Penerima sinyal GPS adalah Garmin GPSmap 60CSx. GPS ini berkomunikasi secara *real time* melalui interface power/data serial port RS 232. *Output protocol* yang digunakan berbasis teks sesuai dengan standar NMEA 0183 (The National Marine Electronics Association-NMEA) dengan sampling rate 4800 baud.

Laptop bertindak sebagai pengolah data mentah penelitian sebelum dikirimkan ke pusat kontrol dan server RTTIS. Pengolah data memiliki fungsi utama, yaitu *read-port* GPS dan *send-data-to-server*. Fungsi tambahan (*optional*) yang disiapkan dalam penelitian ini adalah pengarsipan data (*data logging*) dalam pengolah data untuk meningkatkan reliabilitas sistem akuisisi data. Bahasa pemrograman pengolah data dalam penelitian ini adalah Visual Basic dengan database mysql.

Pusat Kontrol adalah *database server* yang *online* dan dapat diakses sepanjang waktu pengujian oleh seluruh kendaraan uji yang bergerak dari berbagai lokasi pengiriman. Struktur database untuk server ini adalah sebagaimana tersaji pada Tabel 1. Database ini

menjadi basis pertukaran data antara kendaraan uji dan pusat kontrol maupun antara pusat kontrol dan RTTIS server.

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data kecepatan berbasis GPS. Pengambilan data dengan kendaraan uji tunggal digunakan untuk menguji kehandalan sistem informasi yang dikembangkan, sedangkan pengambilan data dengan kendaraan uji berganda digunakan untuk menguji kekuatan database.

Tabel 1 Format Database Pusat Kontrol

No.	Nama	Uraian
1	VehicleID	Kode kendaraan uji
2	DT	Tanggal dan waktu
3	Latitude	Posisi Latitude
4	Longitude	Posisi Longitude
5	Error	Error
6	Altitude	Posisi Alitude
7	LatSpeed	Kecepatan Latitude
8	LongSpeed	Kecepatan Longitude
9	AltSpeed	Kecepatan Altitude
10	Gps_status	Status GPS

HASIL DAN PEMBAHASAN

Apabila kecepatan maksimum kendaraan uji di jalan tol adalah 80 km/jam, dan dengan kemampuan akuisisi data autoLocate GPS 45 detik, sesuai dengan spesifikasi GPSmap 60CSx, untuk setiap data GPS yang diperoleh kendaraan tersebut telah menempuh perjalanan minimal 1 km. Berdasarkan hal tersebut, ruas jalan yang dapat diestimasi untuk setiap data GPS secara makroskopik adalah 2.000 m.

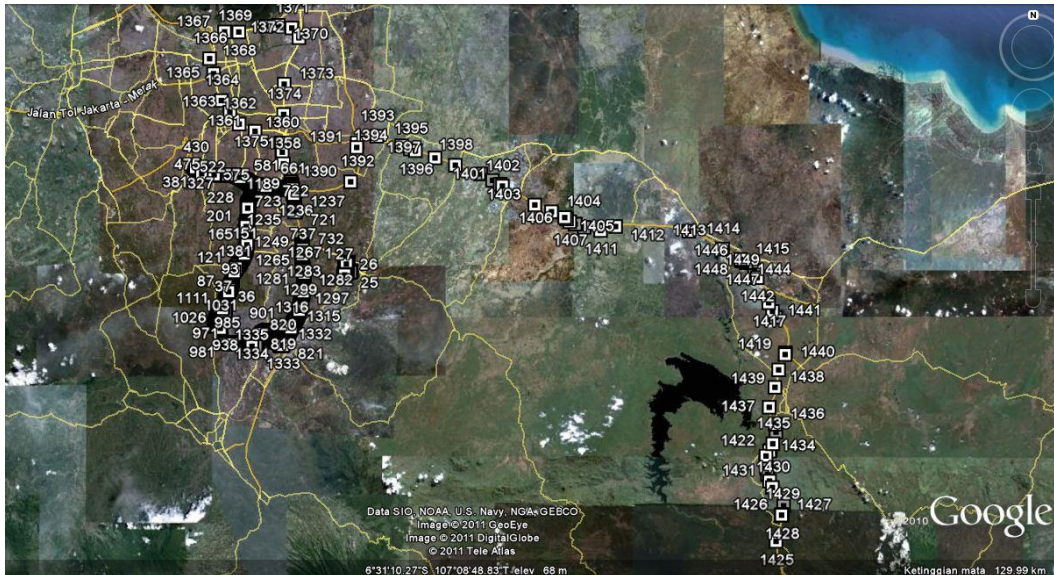
Kendaraan Uji Tunggal

Pengujian telah dilaksanakan pada jalan tol di Jakarta dan sekitarnya dengan menggunakan kecepatan konstan 60 kilometer per jam. Untuk memperoleh kondisi *free flow*, pengujian dilaksanakan pada pukul 01:00 sampai dengan pukul 03:00 dini hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mobile unit dapat berfungsi dengan baik dan dapat menerima data rata-rata setiap 2 menit.

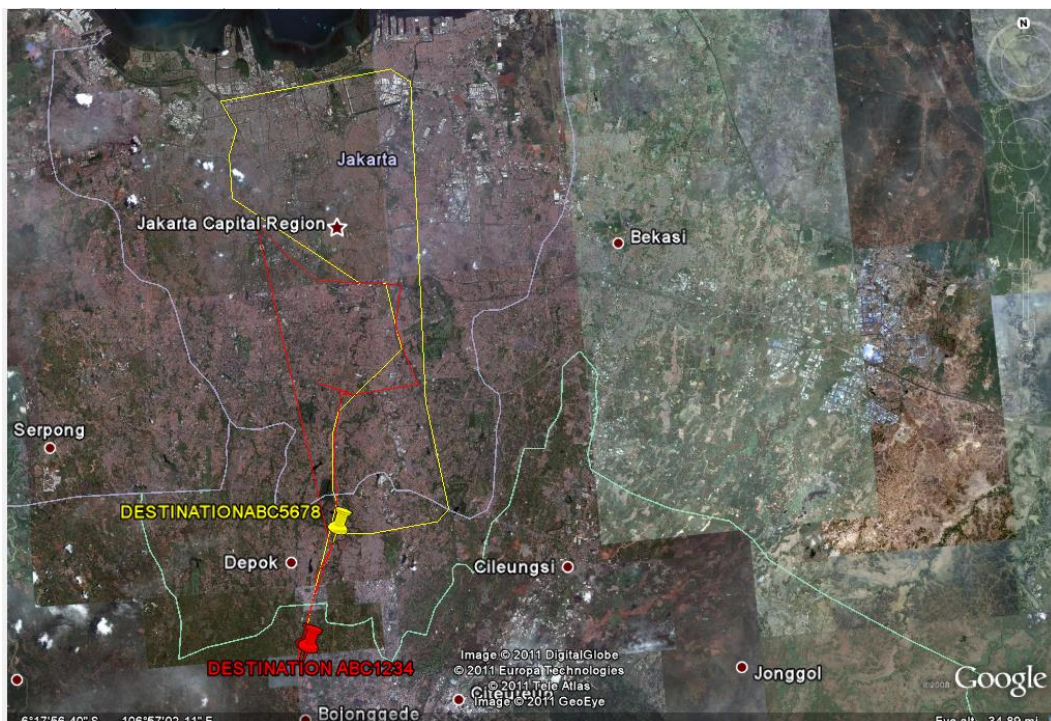
Aliran data ke pusat kontrol bergantung pada kualitas komunikasi data GPRS. Terdapat 50 data diterima oleh pusat kontrol dengan 12 kali kegagalan koneksi komunikasi data. Kegagalan komunikasi data ini disebabkan oleh ketidakadaan sinyal GPRS dan jaringan sibuk.

Pengujian untuk jarak menengah telah dilakukan dengan perjalanan pada jalan tol dari Jakarta menuju ke Bandung. Pada pengujian ini kecepatan rata-rata kendaraan uji mengikuti kecepatan rata-rata lalu lintas saat tersebut, yaitu antara 60 km/jam hingga 80

km/jam. Dari 91 data valid yang diperoleh dari GPS, hanya 44 data yang dilaporkan terkirim ke pusat kontrol. Hal ini disebabkan oleh kualitas komunikasi data GPRS pada kecepatan rata-rata sesuai dengan arus lalu lintas saat itu dan area pengujian di luar wilayah urban (perkotaan). Gambar 3 menunjukkan hasil Pengujian dengan kendaraan uji tunggal.



Gambar 3 Pengujian dengan Kendaraan Uji Tunggal

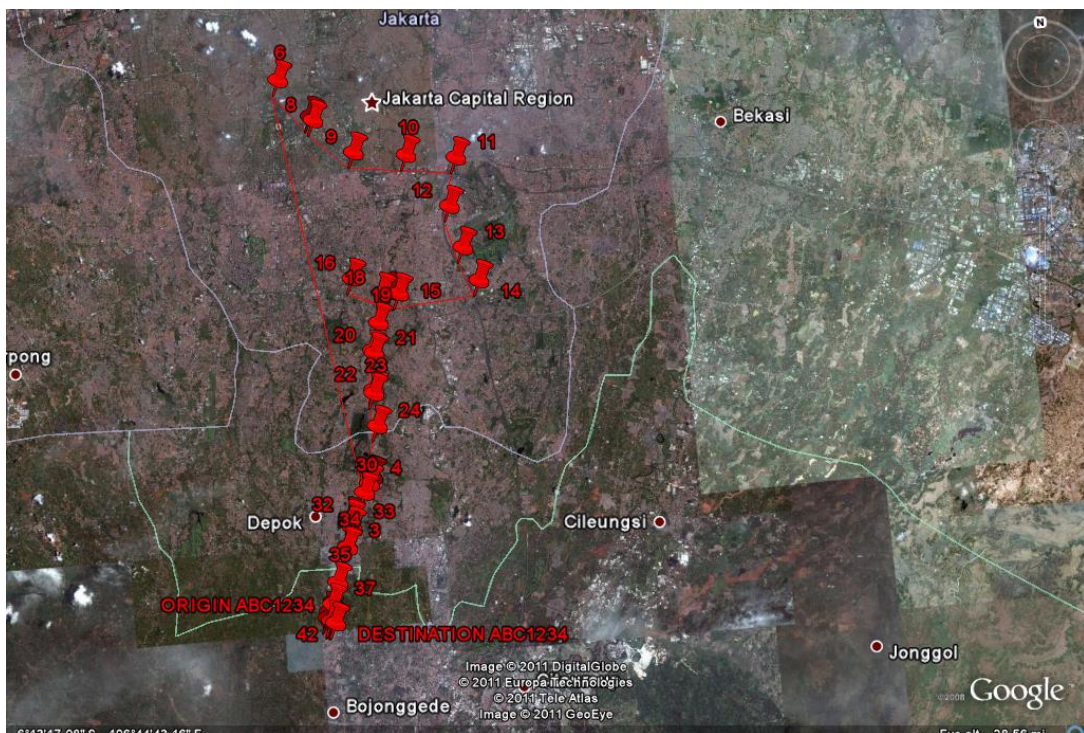


Gambar 4 Rute yang Ditempuh Kedua Kendaraan

Kendaraan Uji Berganda

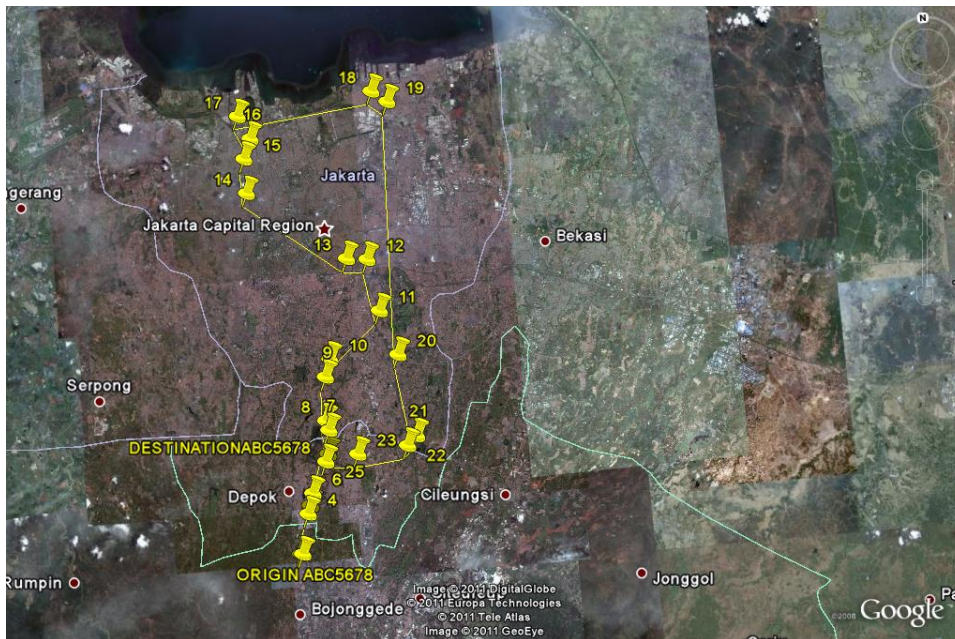
Pengujian kendaraan berganda dilakukan di jalan tol dalam kota Jakarta dengan menggunakan dua kendaraan yang bergerak masing-masing dengan arah berlawanan. Pengujian dilaksanakan pada jalan tol lingkar dalam di Jakarta dengan kecepatan 55 km/jam hingga 60 km/jam pada kondisi *free flow*, yaitu pukul 00:00 hingga pukul 03:00 dini hari. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *mobile unit* ABC1234 menerima 46 data valid GPS dan dapat mengirimkan keseluruhan data ke pusat kontrol. Sedangkan *mobile unit* ABC5678 menerima 29 data GPS valid dan mampu mengirimkan 26 data ke pusat kontrol. Peningkatan kemampuan komunikasi data ini berkaitan dengan penurunan kecepatan rata-rata kendaraan uji.

Hasil pengujian database dapat dilihat pada Gambar 4, rute yang ditempuh kedua kendaraan. Gambar 5 merupakan hasil data kendaraan uji ABC1234 dan Gambar 6 adalah hasil data kendaraan uji ABC5678.



Gambar 5 Hasil Data Kendaraan Uji ABC1234

Analisis selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pengukuran dan analisis kecepatan rata-rata pada hari biasa pada jam sibuk, pada hari biasa pada jam biasa, dan pada akhir pekan. Pengukuran kecepatan rata-rata jaringan jalan dibandingkan terhadap pola acuan kondisi arus lalu lintas, seperti pola distribusi lognormal, weibull, normal, ataupun pearson, sehingga diharapkan dapat ditunjukkan tingkat pelayanan jaringan jalan.



Gambar 6 Hasil Data Kendaraan Uji ABC5678

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan GPS untuk mengukur kecepatan lalu lintas rata-rata di suatu ruas jalan merupakan salah satu alternatif yang dapat dilaksanakan;
2. Pengujian telah dilakukan terhadap kendaraan uji tunggal dan kendaraan uji berganda;
3. Hasil *plotting* keluaran data GPS ke dalam peta Google menunjukkan bahwa data posisi kendaraan dan kecepatannya dapat diketahui sepanjang rute kendaraan yang ditempuh.

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini adalah perlunya dilakukan validasi terhadap peralatan GPS yang digunakan karena berbagai produk perangkat GPS memiliki tingkat keakuratan yang berbeda untuk mengukur kecepatan rata-rata lalu lintas. Selain itu posisi GPS perlu dicek dalam posisi bergerak (*mobile*) maupun dalam posisi diam (*statis*) pada beberapa lokasi yang ditentukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terlaksana atas pembiayaan dari Program Insentif Riset Terapan, Kementerian Riset dan Teknologi, Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekrayasa, No. 118 tahun anggaran 2011, dengan judul Teknologi Sistem Informasi Kecepatan Kendaraan

Rata-rata Menggunakan Data GPS. Ucapan terima kasih dan apresiasi disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbabi, H. and Weigle, M. C. 2011. *Monitoring Free Flow Traffic Using Vehicular Networks*. IEEE Consumer Communications and Network Conferences, 272-276.
- Calabrese, F., Colonna, M., Lovisolo, P., Parata, D., and Ratti, C. 2011. *Real-Time Urban Monitoring Using Cell Phones: A Case Study in Rome*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 12 (1).
- Cheung, S. and Varaiya, P. 2007. *Traffic Surveillance by Wireless Sensor Networks: Final Report*. California PATH Program, Inst. Transp. Stud., Univ. California, Berkeley, UCB-ITS-PRR-2007-4, ISSN 1055-1425, 2007.
- Herrera, J. C., Work, D. B., Herring, R., Ban, X., and Bayen, A. M. 2010. *Evaluation of Traffic Data Obtained via GPS-enabled Mobile Phones: the Mobile Century Field Experiment*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 18 (4): 568-583.
- Hübner, M., Lück, T., and Schnieder, E. 2009. *Cooperative Control of Multi-Vehicle-Formations in Road Traffic by means of Consensus Algorithm and Petri Nets*. Proceedings of the 12th IFAC IFAC Symposium on Controlin Transportation Systems, 328-333.
- Iswanjono., Budiarjo, B., and Ramli, K. 2009. *Algorithm for RFID-Based Red Light Violation Detection*. Proceedings of the 11th International Conference on QiR, Faculty of Engineering, Universitas Indonesia, 22-27.
- Kishore, T. K., Vardhan, T. S., and Narayana, N. L. 2010. *Vehicle Tracking Using a Reliable Embedded Data Acquisition System with GPS and GSM*. International Journal Computer Science Network Security, 10 (2).
- Mallem, S., Faghri, A., Taromi, R., and Deliberty, T. 2009. *Utilization of GPS Travel Time and Delay Data for Optimal Routing*. Proceedings of the 12th IFAC Symposium on Controlin Transportation Systems, 562-568.
- Ramli, K. 2009. *Arah Riset Sistem Tertanam (Embedded System) dan Strategi Penguatan Industri Teknologi Informasi dan Komunikasi Nasional*. Depok: Universitas Indonesia.
- Ramli, K. and Harjono, M. S. 2011. *Deadlock-freeness Properties of Petri Nets in Urban Traffic Network: Key Issues and Challenges to Prevent Chaotic Behavior*. International Symposium on Chaos Revolution in Science Technology and Society. Depok: Universitas Indonesia.
- Seow, K. T. and Lee, D. H. 2010. *Performance of Multiagent Taxi Dispatch on Extended- Runtime Taxi Availability: A Simulation Study*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 11 (1).

- Suyuti, R. and Tamin, O. Z. 2007. *Transport Demand Model Estimation from Traffic Counts under Equilibrium Condition*. Journal of the Eastern Asia Society Transportation Studies, 7.
- Tam, M. L. and Lam, W. H. K. 2007. *Using Automatic Vehicle Identification and Global Positioning System Data for Travel Time Estimation in Hong Kong*. Journal of the Eastern Asia Society Transportation Studies, 7.