

Penerapan Teknologi GPS Tracker Untuk Identifikasi Kondisi Traffik Jalan Raya

I Made Oka Widyantara, I Gede Agus Krisna Warmayana, dan Linawati

Abstract— Real time tracking system technology has been made possible by integrating three technologies, namely global positioning system (GPS), database technologies such as geographic information system (GIS) and mobile telecommunications technologies such as general packet radio service (GPRS). This paper has proposed a vehicle tracking mechanism based on GPS tracker to build a real-time traffic information system. A GPS server is built to process data of position and speed of the vehicle for further processed into vehicle traffic information. The Server and GPS tracker is designed to communicate using GPRS services in real time. Furthermore, the server processes the data from the GPS tracker into traffic information such as traffic jam, dense, medium and smoothly. Test results showed that the GPS server is able to visualize the real position of the vehicle and is able to decide the category of traffic information in real time.

Index Terms— GPS, GIS, GPRS, Traffik road

Abstrak— Teknologi sistem penjejakan (tracking) real time telah dimungkinkan dengan integrasi 3 (tiga) teknologi yaitu global positioning system (GPS), teknologi database seperti geographic information system (GIS) dan teknologi telekomunikasi seluler seperti general packet radio service (GPRS). Paper ini mengajukan mekanisme penjejakan kendaraan berbasis GPS tracker untuk membangun sistem informasi lalu lintas real time. Sebuah server GPS dibangun untuk memproses data posisi dan kecepatan dari kendaraan untuk di olah lebih lanjut menjadi informasi traffik lalu lintas. Server dan GPS tracker dirancang untuk berkomunikasi menggunakan layanan GPRS secara real time. Selanjutnya, server memproses data dari GPS tracker menjadi informasi traffik seperti macet, padat, sedang dan lancar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa server GPS mampu memvisualisasi posisi real kendaraan dan mampu memutuskan kategori informasi traffik secara real time.

Index Terms— GPS, GIS, GPRS, Traffik road

I. PENDAHULUAN

TRANSPORTASI merupakan sarana yang berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan perekonomian masyarakat. Aktivitas penduduk yang sangat tinggi,

I Made Oka Widyantara adalah dengan Lab. Sistem Telekomunikasi, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Udayana, Denpasar, Bali (e-mail: oka.widyantara@unud.ac.id).

I Gede Agus Krisna Warmayana adalah dengan Program Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana (e-mail: guskrisna@gmail.com).

Linawati adalah dengan Program Magister Teknik Elektro, Program Pasca Sarjana, Universitas Udayana (e-mail: guskrisna@gmail.com).

menyebabkan perkembangan transportasi meningkat, sehingga pergerakan lalu lintas menjadi sangat padat. Dampak dari pergerakan lalu lintas adalah kemacetan jalan. Kemacetan adalah padatnya jalur atau jalan raya yang mengakibatkan lambatnya kecepatan normal kendaraan. Beberapa penyebab terjadinya kemacetan diantaranya adalah kemacetan fisik, akibat terjadinya kecelakaan lalu lintas, adanya proyek pekerjaan jalan, cuaca buruk, alat pengatur lalu lintas yang kurang memadai, acara khusus, dan fluktuasi pada arus normal [1].

Perkembangan transportasi saat ini sudah menerapkan teknologi informasi dan telekomunikasi yaitu GPS Tracker sebagai alat bantu navigasi. Dengan perangkat GPS seorang pengemudi dapat memperoleh informasi posisi dirinya dan bisa melakukan tracking rute yang telah dilaluidan mencari alamat tujuan sehingga bermanfaat menghemat bahan bakar dan mempercepat waktu tempuh. GPS Tracker ini bisa memilih rute alternatif dengan menggunakan wireless sensor [2].

Kemajuan navigasi perangkat GPS Tracker dibantu oleh teknologi satelit dapat mengirimkan data kecepatan, koordinat dan heading. Eksploitasi terhadap data sangat memungkinkan untuk mendapat sebuah model pengolahan trafik lalu lintas dan menjadikan media informasi tentang kategori kepadatan jalan [3]-[6].

Paper ini bermaksud mengidentifikasi trafik lalu lintas dengan menggunakan variabel data kecepatan, koordinat dan heading yang diperoleh dari perangkat GPS Tracker. Mekanisme yang digunakan adalah merealisasikan sebuah server GPS untuk mencapture data GPS secara real time.

II. SISTEM TRACKING DATA GPS

A. Global Positioning System

GPS adalah teknologiyang berfungsi menentukan posisi di permukaan bumi dengan menggunakan sinyal satelit. Teknologi ini didukung 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini berfungsi untuk menentukan posisi, kecepatan, arah dan waktu.

GPS Tracker merupakan teknologi yang berfungsi untuk mengetahui posisi kendaraan secara real time [3]. GPS tracker menggunakan teknologi GSM dan GPS. Pada sistem tracking kendaraan, teknologi GPS digunakan untuk memperoleh koordinat kendaraan yang dilengkapi perangkat GPS dan memperbaharui datanya secara real time.

Fitur GPS Tracker memiliki 2 mode yaitu :

1. Mode SMS
 - a. Fungsi untuk mematikan mesin kendaraan
 - b. Mengecek posisi kendaraan secara real time
 - c. Mendapatkan informasi jika GPS Tracker dimatikan
2. Mode GPRS
 - a. Memantau posisi kendaraan secara real time
 - b. Menampilkan ulang pergerakan kendaraan yang sebelumnya
 - c. Menyajikan rincian data perjalanan

B. General Packet Radio Service

General Packet Radio Service (GPRS) adalah paket komunikasi data bergerak pada layanan GSM. Transfer data GPRS umum dihitung per kilobyte data yang ditransfer. Hal ini berbeda dengan transfer data berbasis kabel yang dihitung per menit sehingga pengguna tetap diminta membayar walaupun tidak melakukan transfer data apapun[4].

GPRS memiliki berbagai jenis layanan seperti Short Message Service (SMS), Multimedia Messaging Service (MMS), Wireless Application Protocol (WAP), dan untuk layanan data seperti email dan World Wide Web (www).

C. Google Maps

Google Maps adalah peta online yang dimiliki oleh google yang bisa diakses secara gratis yang menyediakan lokasi dan gambar satelit yang dapat diintegrasikan di dalam sistem yang sebelumnya telah terdaftar. Google Maps dapat diubah oleh pengguna untuk mengedit atau menambah menggunakan tools yang disediakan sehingga dapat mempermudah pengguna untuk memvisualisasikan data spesial yang ada.

Google Maps adalah penyedia layanan pemetaan dan kartografi berbasis web. Google Maps juga menampilkan peta secara tiled map dan menyediakan layanan script API (Application Program Interface) yang kaya dan bisa dikembangkan dengan mudah.

Google Maps API merupakan layanan untuk mengintegrasikan Google Maps pada halaman situs yang dikembangkan secara mandiri. API ini menyediakan fungsi-fungsi untuk memanipulasi peta dan menambahkan konten pada peta. Layanan ini dikembangkan dalam beberapa versi seperti Javascript dan Flash

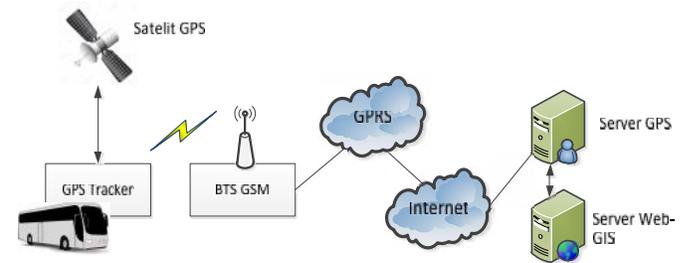
D. Aplikasi Penyusun Sistem

Sebuah aplikasi yang dimaksudkan untuk memvisualisasikan informasi trafik lalu lintas. Diseminasi informasi ini dapat dimanfaatkan oleh pengguna jalan untuk manajemen perjalanannya secara efisien. Aplikasi dibangun berbasis Web-GIS dan dikembangkan dengan Server Side Scripting PHP, HTML, Javascript, Google Maps Api, OpenGTS dan Traccar.

III. MODEL ARSITEKTUR SISTEM

Model arsitektur yang akan diterapkan dalam paper ini menggunakan GPS Tracker tipe TR06 yang sudah terpasang pada sebuah kendaraan. Pada arsitektur ini GPS Tracker mendapatkan koordinat-koordinat dari satelit GPS. Untuk

mengirimkan data koordinat dan kecepatan ke server GPS, perangkat GPS tracker pada kendaraan dipasangkan simcard GSM untuk mengaktifkan layanan GPRS. Dengan mode ini, data dapat dikirimkan sebagai paket data pada jaringan internet. Selanjutnya, server GPS akan merekonstruksi data yang diterima dari GPS tracker untuk diproses menjadi informasi trafik. Informasi trafik selanjutnya diseminasi melalui media web berbasis GIS. Detail arsitektur sistem yang dibangun, ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Arsitektur Sistem

A. Setting dan Konfigurasi Server GPS

Sasaran utama identifikasi trafik lalu-lintas bagaimana menangkap informasi posisi dan kecepatan dari kendaraan untuk selanjutnya menjadi informasi trafik oleh server GPS. Maka, prosedur utama yang harus dilakukan untuk merealisasikan sistem identifikasi trafik lalu-lintas adalah pengaturan dan konfigurasi server GPS dan GPS tracker.

Perancangan server GPS Tracker menggunakan alat GPS Tracker tipe TR06 dengan aplikasi OpenGTS (Open GPS Tracking System) dan Traccar yang suport untuk port type TR06. OpenGTS adalah sistem informasi yang hanya berfungsi menghubungkan GPS Tracker yang terpasang pada kendaraan untuk mengecek atau melacak posisi keberadaannya. Karena OpenGTS mendukung layanan informasi berbasis web maka sistem identifikasi trafik lalu lintas dapat dirancang berbasis web, dimana sistem aplikasi akan mengambil data yang dikirim ke server GPS Tracker.

Konfigurasi OpenGTS dan Traccar

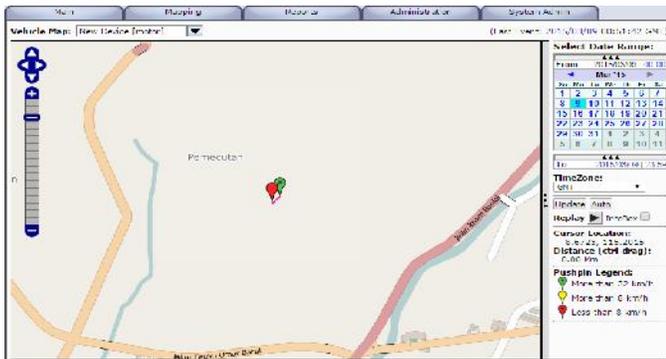
OpenGTS adalah sistem open source yang dirancang khusus untuk menyediakan layanan pelacakan GPS berbasis web untuk kendaraan dan sebagai perantara GPS Tracker ke Server[4]. Traccar adalah sistem open source untuk berbagai perangkat pelacakan GPS. Sampai saat ini Traccar server mendukung lebih dari 30 protokol yang berbeda.[5]. Traccar berfungsi untuk menghubungkan GPS Tracker ke OpenGTS karena port untuk GPS Tracker tipe TR06 belum tersedia.

Server GPS Tracker bisa dibuat dengan menggunakan sistem operasi Windows atau Linux. Pada paper ini sistem operasi yang digunakan Linux Debian terkoneksi internet dengan menggunakan IP (Internet Protocol) publik. Sebelum menginstal sistem OpenGTS ini ada beberapa aplikasi yang perlu diinstal terlebih dahulu seperti compiler Java, Apache Ant, MySQL, Apache Tomcat, Java Mail API dan MySQL-Connector serta Traccar. Untuk mengetahui sudah bisa beroperasinya atau jalannya sistem OpenGTS ini dapat dilakukan pengecekan dengan mengakses ke alamat

<http://localhost:0808/track/Track> seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Setelah OpenGTS dapat diakses, selanjutnya install Traccar untuk menghubungkan port GPS Tacker tipe TR06.



Gambar 2. Tampilan OpenGTS untuk sistem tracking pada server GPS



Gambar 3. Tampilan Opentsmenu mapping untuk validasi koneksi GPS Tracker dengan server GPS

Konfigurasi GPS Tracker

Konfigurasi GPS Tracker ke OpenGTS adalah dengan mendaftarkan GPS Tracker ke OpenGTS. Tujuannya mengkoneksikan GPS Trakcer ke serverGPS dengan memasukkan data nama GPS Tracker, IME, dan nomor simcard yang terpasang pada GPS Tracker. Konfigurasi GPS tracker utamanya dimaksudkan untuk mengarahkan pengiriman data paket ke server GPS melalui perantara OpenGTS dan Traccar. Hasil konfigurasi dapat dianalisis kebenarannya adalah dengan mengecek di Opengtsmenu mapping seperti seperti ditunjukkan pada Gambar 3. .

B. Identifikasi Trafik Lalu Lintas

Identifikasi trafik lalu-lintas dilakukan oleh sever web dengan mengolah data-data yang dikirim secara real time oleh GPS Tracker ke server GPS. Data trafik yang diolah adalah koordinat, tanggal, waktu dan heading (arah) yang di kombinasikan dengan Google Maps API. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4, parameter data yang dikirimkan oleh GPS tracker pada sebuah kendaraan akan terdatabase di server GPS dalam format table evendata. Dengan adanya data trafik secara real time maka sistem identifikasi trafik lalu-lintas yang didasarkan pada parameter kecepatan kendaraan, dibagi menjadi empat kategori kemacetan jalan seperti ditunjukkan pada Tabel I.

Selanjutnya pengolahan data trafik dilakukan dengan mengkombinasikan Google Maps API dengan bahasa pemrograman PHP, HTML dan Javascript untuk menghasilkan visualisasi di media berbasis web. Script yang

digunakan ditunjukkan pada Gambar 5.

deviceId	timestamp	speed	latitude	longitude	heading	altitude	timestampID	timestamp	timestamp	timestamp
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164
141202925	0	641864	115.190483333333	115.190483333333	164	0	172	0	164	164

Gambar 4. Format tampilan data GPS Tracker yang tersimpan di server GPS.

TABEL I
KATEGORI KEPADATAN LALU LINTAS JALAN

Kecepatan (Km/jam)	Kategori Kepadatan	Warna
40 – 57	Lancar	Biru
26 – < 40	Sedang	Hijau
17 – < 26	Padat	Oranye
< 17	Macet	Merah

```

for (var i=0; i<polies.length; i++)
{
    polies[i].polyline = new google.maps.Polyline({ map: map,
    strokeColor: (polies[i].speed < 17 ? '#FF0000' : (polies[i].speed
    <26 ? '#FF9900' : (polies[i].speed<40 ? '#00FF00' : '#0000FF'))), //
    strokeOpacity: 1.0, strokeWeight: 2,
    path: [new google.maps.LatLng(polies[i].lat_1, polies[i].lng_1),
    new google.maps.LatLng(polies[i].lat_2, polies[i].lng_2)]];
    polies[i].heading = new google.maps.Marker({ map: map,
    position: new google.maps.LatLng(polies[i].lat_1, polies[i].lng_1),
    icon: 'images/pin30_green_h' + polies[i].heading + '.png'});
}
    
```

Gambar 5. Algoritma klasifikasi trafik lalu-lintas untuk visualisasi di Google Map API.

IV. PEMBAHASAN

A. Evaluasi kinerja Server GPS

Pengujian identifikasi trafik lalu-lintas secara real time dilakukan dengan mengukur kinerja Quality of Service (QoS) pada parameter delay pengiriman data dari GPS Tracker ke sever GPS. Delay adalah selisih waktu antara data paket yang dikirim ke server yaitu mulai dari data paket dikirim oleh GPS Tracker sampai data paket tersebut tersimpan pada table eventdata dan server GPS. Pada paper ini selang waktu pengiriman data dari GPS tracker ke server GPS diatur secara default yaitu setiap 10 detik. Dengan menggunakan standar delay dari ITU-T [6] pada Tabel II, hasil pengukuran delay akan diklasifikasi untuk memberikan gambaran umum kinerja sistem identifikasi trafik lalu-lintas berbasis teknologi GPS.

Seperti ditunjukkan pada Tabel III, secara umum hasil pengujian secara testbed, data paket yang dikirimkan dari GPS Tracker dapat diterima dengan baik oleh server GPS, Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi OpenGTS dan Traccar serta layanan GPRS pada server GPS dapat bekerja secara baik. Akan tetapi, delay waktu pengiriman data paket GPS Tracker sampai disimpan adalah berflutuasi dari dealine waktu yang

telah ditentukan yaitu sebesar 10 detik. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya lokasi, cuaca dan jaringan GPRS disepanjang rute jalan pengambilan data. Secara keseluruhan, berdasarkan standard delay ITU-T, perolehan data delay ini dapat dikategorikan bagus.

TABEL II
KATEGORI DELAY MENURUT STANDAR ITU-T G114

Kategori	Besaran Delay
Excellent	< 150ms
Good	150 – 300ms
Poor	300 - 450ms
Unacceptable	>450ms

TABEL III
DELAY PENGIRIMAN DATA PAKET DARI GPS TRACKER KE SERVER GPS

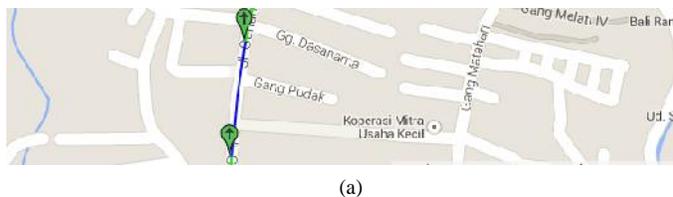
Waktu awal	Deadline (detik)	Waktu tersimpan	Delay (detik)
07:29:18	10	07:29:28	0
07:29:28	10	07:29:38	0
07:29:38	10	07:29:49	1
07:29:49	10	07:29:58	0
07:29:58	10	07:30:08	0
07:30:08	10	07:30:28	0
07:30:28	10	07:30:39	1
07:30:39	10	07:30:49	0
Rata-Rata			0.25

B. Evaluasi Identifikasi Trafik Lalu-lintas

Evaluasi identifikasi trafik dimaksudkan untuk mengujikan display informasi trafik yang menggambarkan klasifikasi trafik didasarkan pada data yang diperoleh dari GPS Tracker.

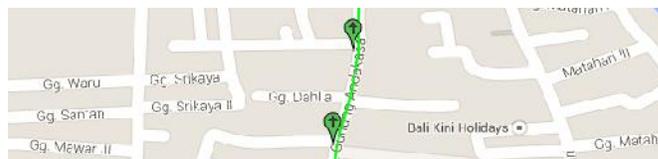
Gambar 6 menunjukkan visualisasi informasi trafik berdasarkan data pada table eventdata di server GPS. Seperti ditunjukkan pada Tabel I, kategori trafik diinformasikan dengan warna jalan yang berbeda masing-masing dengan rincian sebagai berikut: (i) Biru untuk kategori trafik lancar, (ii) Hijau untuk kategori trafik sedang, (iii) Oranye untuk kategori trafik padat, dan (iv) Merah untuk kategori trafik macet. Secara keseluruhan sistem yang diajukan mampu memetakan dengan benar data kecepatan menjadi kategori informasi trafik.

deviceID	tanggal	latitudo	longitudo	speedKPH	heading
motor	2014-10-14 21:43:48	-8.721388333333334	115.193095	39.00004156	95
motor	2014-10-14 21:43:58	-8.722058333333333	115.19101666666667	38.00003332	89
motor	2014-10-14 21:44:08	-8.721383333333333	115.191865	37.00003468	75
motor	2014-10-14 21:44:18	-8.721575	115.19274166666666	29.00000556	63
motor	2014-10-14 21:44:48	-8.72099	115.19462833333333	28.00000192	70
motor	2014-10-14 21:44:58	-8.720873333333334	115.19536166666667	27.000009328	71
motor	2014-10-14 21:45:08	-8.720403333333334	115.19607	29.00000566	71
motor	2014-10-14 21:45:17	-8.72010	115.19673333333333	32.000011540	63



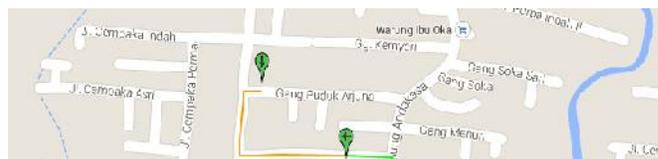
(a)

deviceID	tanggal	latitudo	longitudo	speedKPH	heading
motor	2014-10-14 20:43:53	-8.797701666666667	115.171135	22.000008003	182
motor	2014-10-14 20:43:67	-8.79795	115.17116166666666	24.000003735	184
motor	2014-10-14 20:44:43	-8.799075	115.17053333333334	19.000003915	100
motor	2014-10-14 20:45:04	-8.799335	115.169475	18.000003552	294
motor	2014-10-14 20:47:03	-8.798273333333334	115.16173166666667	18.000005562	294
motor	2014-10-14 20:47:13	-8.799075	115.16113	23.000003720000003	296
motor	2014-10-14 20:48:24	-8.802436666666667	115.160035	18.000003552	202
motor	2014-10-14 20:49:34	-8.804671666666666	115.15939333333333	27.000003735	186



(b)

deviceID	tanggal	latitudo	longitudo	speedKPH	heading
motor	2014-10-14 20:43:53	-8.797701666666667	115.171135	22.000008003	182
motor	2014-10-14 20:43:67	-8.79795	115.17116166666666	24.000003735	184
motor	2014-10-14 20:44:43	-8.799075	115.17053333333334	19.000003915	100
motor	2014-10-14 20:45:04	-8.799335	115.169475	18.000003552	294
motor	2014-10-14 20:47:03	-8.798273333333334	115.16173166666667	18.000005562	294
motor	2014-10-14 20:47:13	-8.799075	115.16113	23.000003720000003	296
motor	2014-10-14 20:48:24	-8.802436666666667	115.160035	18.000003552	202
motor	2014-10-14 20:49:34	-8.804671666666666	115.15939333333333	27.000003735	186



(c)

deviceID	tanggal	latitudo	longitudo	speedKPH	heading
motor	2014-10-14 20:07:14	-8.700045	115.213335	6.000002184	170
motor	2014-10-14 20:07:24	-8.700095	115.213335	8.000002912	162
motor	2014-10-14 20:07:53	-8.701836666666667	115.21551666666667	15.000003450000002	163
motor	2014-10-14 20:09:24	-8.707125	115.222435	15.000003450000002	159
motor	2014-10-14 20:11:49	-8.711538333333333	115.21673666666667	12.0000034368	187
motor	2014-10-14 20:12:34	-8.714136666666667	115.21533666666667	0	188
motor	2014-10-14 20:12:44	-8.7144415	115.21551666666667	11.000004004	191
motor	2014-10-14 20:12:52	-8.714536666666667	115.21643666666667	7.000002518	191



(d)

Gambar 7. Visualisasi identifikasi trafik lalu-lintas didasarkan pada table eventdata server GPS, (a) Kategori trafik lancar dengan data kecepatan $x > 40$ Km/jam, (b) Kategori trafik sedang dengan kecepatan $26 < x < 40$ Km/jam, (c) Kategori trafik padat dengan kecepatan $17 < x < 26$ Km/jam, dan (d) Kategori trafik macet dengan kecepatan $x < 17$ Km/jam.

V. KESIMPULAN

Paper ini telah memaparkan implementasi teknologi GPS untuk identifikasi trafik lalu-lintas. Untuk sistem real time, sebuah server GPS dibangun untuk sistem komunikasi antara GPS Tracker dengan server GPS melalui layanan GPRS. Informasi trafik lalu lintas diolah dari data posisi dan kecepatan dari GPS Tracker yang tersimpan pada table eventdata di server GPS. Identifikasi data trafik lalu lintas dilakukan dengan mengkategorikan data kecepatan dengan visualisasi warna pada media informasi berbasis web-GIS.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun mampu memetakan dengan benar informasi data kecepatan dan posisi menjadi kategori informasi trafik lalu-lintas. Delay pengiriman yang terjadi disebabkan oleh kondisi jaringan GSM yang digunakan dalam pengambilan data.

APRESIASI

Paper ini dukung oleh Hibah Unggulan Program Studi Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, dengan No. 2006/UN14.1.31/PN.00.00.00/2015

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Azhar, "Analisis Dampak Sosial Ekonomi Pengguna Jalan Akibat Kemacetan Lalu lintas (Studi Kasus Area Universitas Brawijaya Malang)", Universitas Brawijaya, 2012.
- [2] S. Dornbush dan A. Joshi, "StreetSmart Traffic: Discovering and isseminating Automobile Congestion Using VANET", Vehicular Technology Conference, 2007, hal. 11-15,
- [3] S. Tao, V. Manolopoulos, S. Rodriguez, dan A. Rusu," Real-Time Urban Traffic State Estimation with A-GPSMobile Phones as Probes", Journal of Transportation Technologies, Vol. 2, 2012, , hal. 22-31
- [4] L. Xiao dan Z. Wang," Internet of Things: a New Application for Intelligent Traffic Monitoring System", Journal Of Networks, Vol. 6, No. 6, 2011, Hal. 887-894
- [5] M. A. Al-Khedher,"Hybrid GPS-GSM Localization of Automobile Tracking System", International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), Vol 3, No 6, 2011, p. 75-85.
- [6] J. C. Herrera, D.B. Work, R. Herring, X.J. Ban, dan , A. M. Bayen, ," Evaluation of Traffic Data Obtained via GPS-Enabled Mobile Phones: the Mobile Century Field Experiment", Recent Work, UC Berkeley Center for Future Urban Transport: A Volvo Center of Excellence, Institute of Transportation Studies (UCB), UC Berkeley
- [7] www.opengts.sourceforge.net Waktu Akses : 27 Juli 2014 Jam 09:00 Wita 2009
- [8] www.traccar.org Waktu Akses : 28 Juli 2014 Jam 19:00 Wita
- [9] www.itu.int/end/ITU-T Waktu akses : 9 Maret 2015 Jam 10.00 Wita