



PEMANTAUAN JARAK TEMPUH KENDARAAN MENGGUNAKAN MODUL GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS), GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) DAN ARDUINO**VEHICLE DISTANCE MONITORING BASED ON GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS), GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) AND ARDUINO**

Seniman*, Irzal Sofyan**, Syahril Efendi***

Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi
Universitas Sumatera Utara

*seniman@usu.ac.id, **irzalsofyan@students.usu.ac.id, ***syahril1@usu.ac.id

Diterima : 20 April 2016

Direvisi : 4 Mei 2016

Disetujui : 20 Juni 2016

ABSTRAK

Sistem pemantauan kendaraan yang berbasis pelacakan Global Positioning System (GPS) umumnya hanya menggunakan data posisi garis lintang dan garis bujur (latitude dan longitude) sebagai acuan pemantauan lokasi kendaraan tersebut. Informasi jarak tempuh kendaraan diperlukan misalnya sebagai pengontrolan pemakaian kendaraan pada suatu instansi/perusahaan, atau sebagai penentuan tarif jasa transportasi berdasarkan jarak tempuhnya. Untuk itu, diperlukan sebuah solusi dalam pengukuran jarak tempuh dan posisi kendaraan. Dalam penelitian ini, penentuan jarak tempuh kendaraan menggunakan prinsip percepatan pada kinematika gerak, dengan memanfaatkan data kecepatan dan waktu yang diperoleh menggunakan GPS pada modul SIM908. Sementara Arduino sebagai mikrokontroler yang bekerja mengatur system secara keseluruhan termasuk memproses data dari modul SIM908. Sehingga, diperoleh informasi jarak tempuh dan koordinat posisi kendaraan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang diajukan mampu bekerja stabil untuk menentukan jarak tempuh kendaraan yang paling mendekati dengan yang sebenarnya dan posisi kendaraan yang sesuai dengan lokasi sebenarnya.

Kata Kunci : pengukuran , GPS SIM908, arduino uno, percepatan, kinematika gerak.

ABSTRACT

Vehicle monitoring system based on Global Positioning System (GPS) tracking commonly just uses latitude and altitude data as reference to determine vehicle location. Vehicle mileage information can be used for vehicle controlling usage in company, or can be used as fare calculation of transportation based on the distance. This required a solution in measure the distance and position of vehicle. In this research, vehicle mileage measuring uses acceleration principle in motion kinematic, by using speed and time data which is extracted from SIM908 GPS module. In other hand, Arduino is used as microcontroller which manage all system work, including process data from SIM908 module. Then it can be acquired information of vehicle mileage and position. The result of testing shows that system is able to work stable to measure vehicle mileage to the closest real distance, and vehicle position shows the real location.

Keywords : measuring, SIM908 GPS, arduino uno, acceleration, kinematic motion.

PENDAHULUAN

Perangkat Global Positioning System (GPS) yang digunakan sebagai sistem pemantauan kendaraan umumnya menggunakan teknologi

Global System for Mobile communication (GSM), General Packet Radio Service (GPRS), dan GPS, dengan mengintegrasikan data GPS dengan peta google (Google Maps).⁴ Fitur yang dimiliki

perangkat ini umumnya adalah data lokasi kendaraan yang diperoleh dari data garis lintang dan garis bujur (*latitude* dan *longitude*) yang diperoleh modul GPS dari satelit GPS yang terdeteksi.⁶

Sedangkan pada perangkat GPS umumnya tidak memiliki fitur jarak tempuh. Sementara data jarak tempuh yang mungkin dapat diperoleh dari *Google Maps Application Programming Interface* (API) tidak dapat sepenuhnya dijadikan acuan pengukuran jarak tempuh kendaraan tersebut. Selain itu, data jarak tempuh pada *speedometer* kendaraan tidak dapat diolah, hanya sekedar ditampilkan dan dibaca oleh pengendara.

Modul SIM908 merupakan salah satu alat yang digunakan untuk membantu melakukan proses pemantauan ini. Modul ini sudah terintegrasi GPS dan GPRS.⁵ GPS digunakan untuk mengambil data kecepatan dan waktu untuk mengetahui nilai jarak tempuh kendaraan. GPS juga digunakan untuk mendapatkan data garis lintang dan bujur untuk mengetahui posisi kendaraan. Arduino merupakan modul mikrokontroler yang menggunakan *chipAtmega328*⁸ dibutuhkan untuk mengolah data ini sehingga diketahui berapa jarak tempuh kendaraan dan posisi kendaraan. Kemudian, data ini selanjutnya dikirimkan oleh arduino ke titik akhir (*end node*) melalui jalur akses internet.

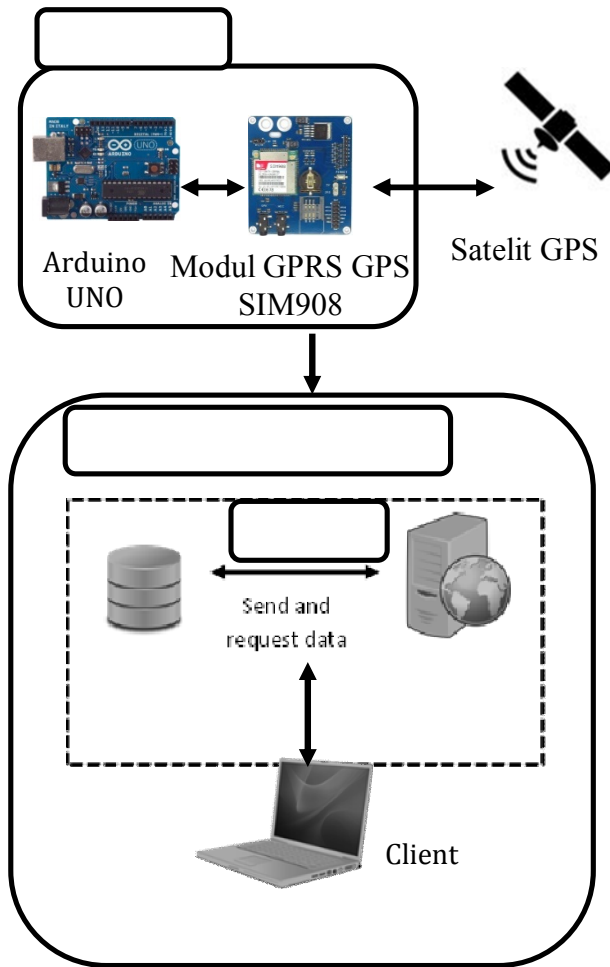
Sebelumnya, penelitian tentang pemantauan posisi kendaraan pernah dilakukan, diantaranya pada tahun 2012, penelitian untuk melakukan pemantauan kecepatan kendaraan dan mendeteksi kecelakaan berdasarkan pada kecepatan yang dipantau dan mengirim lokasi kecelakaan ke *Alert Service Center*. GPS akan memantau kecepatan kendaraan dan membandingkan dengan kecepatan sebelumnya di setiap detik dengan pemrosesan mikrokontroler. Setiap kali kecepatan akan berada di atas kecepatan tertentu, sistem akan menganggap bahwa kecelakaan telah terjadi. Sistem kemudian akan mengirimkan lokasi kecelakaan yang diperoleh dari GPS bersama

dengan waktu dan kecepatan dengan memanfaatkan jaringan GSM.¹ Pada tahun 2013, dilakukan penelitian untuk menginformasikan lokasi dan rute perjalanan kendaraan dengan memanfaatkan perubahan koordinat kendaraan, dan informasi yang dapat diamati dari setiap lokasi terpencil. Aplikasi web digunakan untuk menampilkan lokasi yang sesuai dengan tujuan perjalanan. Sistem ini memungkinkan kita untuk melacak tujuan dalam kondisi cuaca apapun.¹⁰ Penelitian selanjutnya pada tahun 2013 dilakukan untuk memantau kecepatan kendaraan secara real time menggunakan perangkat GPS SkyNav SKM53, modem Wavcom Fastrack M1306B, dan mikrokontroler ATmega162. Sistem mengirimkan data posisi dan kecepatan GPS yang terpasang pada kendaraan secara terus-menerus ke komputer *server* melalui fasilitas *Short Message Service* (SMS).⁷

Penelitian selanjutnya pada tahun 2015 dilakukan untuk pelacakan kendaraan dengan mekanisme monitoring menggunakan Raspberry Pi. Modul SIM908 yang digunakan mencakup tiga hal yaitu, GPS memberikan lokasi kendaraan, GPRS mengirimkan informasi pelacakan ke server, dan GSM yang digunakan untuk mengirim pesan SMS peringatan ke ponsel pemilik kendaraan. Sistem ditempatkan di dalam kendaraan, pada halaman web, dan dipantau secara *real time*. Saat Supir kendaraan berkendara di jalan yang salah maka pesan waspada akan dikirim dari sistem ke ponsel pemilik kendaraan dan jika kecepatan kendaraan melampaui nilai kecepatan yang telah ditentukan, maka pesan peringatan juga akan dikirim oleh sistem.⁹

METODE PENELITIAN

Arsitektur umum dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur Umum

Hardware

Bagian ini memperlihatkan proses pengambilan data oleh perangkat GPS untuk kemudian dikirim ke arduino. Selanjutnya data kemudian dikirim ke *server* yang mencakup sistem aplikasi pemantauan berbasis web. Pengiriman data dari arduino ke *server* menggunakan modul GPRS yang terintegrasi pada modul SIM908.⁵

Proses dimulai saat SIM908 melakukan inisialisasi, yaitu memulai koneksi GSM ke penyedia layanan telekomunikasi dengan menyediakan *Access Point Name (APN)*, nama pengguna, dan kata kunci, jika penyedia layanan telekomunikasi tersebut memerlukannya agar

bisa terhubung. Kemudian, perangkat GPS pada modul SIM908 mencoba melakukan penguncian sinyal GPS dengan satelit. Penerima GPS harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (garis lintang dan bujur) dan melakukan *tracking* pergerakan. Jika penerima GPS dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (garis lintang dan bujur serta ketinggian). Jika sudah dapat menentukan posisi pengguna, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam, dan masih banyak lagi. Ketika telah terjadi penguncian sinyal, GPS akan meminta data garis lintang dan bujur, waktu, ketinggian dan kecepatan melalui satelit. Kemudian data akan dikirimkan ke arduino melalui komunikasi serial *Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter (USART)*.

Data tersebut akan diolah oleh arduino sesuai dengan program yang telah diunduh ke arduino. Disini data kecepatan dan waktu digunakan untuk mendapatkan nilai jarak tempuh kendaraan. Data yang diperoleh dari GPS adalah data kecepatan kendaraan per-detik dalam tinjauan per-jam, yakni km/jam. Data tersebut diubah ke dalam kecepatan dengan tinjauan per-detik, yakni dengan satuan m/detik. Kemudian data jarak tempuh yang diperoleh dikirimkan menggunakan GPRS pada modul SIM908 menuju *web server*, untuk kemudian diteruskan ke *database*. Dalam perancangan ini, arduino akan mengirimkan data jarak tempuh setiap detiknya.

Sistem Aplikasi dan Web Server

Sistem aplikasi merupakan sistem aplikasi berbasis web menggunakan bahasa pemrograman *Personal Home Page (PHP)* yang memantau pergerakan pengguna sehingga diperoleh informasi lokasi pengguna berada, kecepatan kendaraan yang dikemudikan pengguna dan jarak tempuh kendaraan tersebut. *Web server* ini akan berfungsi sebagai tempat

pelayanan dan pengolahan data antara arduino, *database*, dan *client*.

Web server akan menerima data jarak tempuh yang dikirim oleh arduino. Data jarak tempuh ini selanjutnya akan disimpan ke dalam *database* dan siap diolah untuk di representasikan kembali kepada *client*. Jarak tempuh kendaraan akan ditampilkan dalam rentang waktu tertentu. Data ini akan selalu diperbaharui setiap detiknya secara otomatis selama arduino mengirimkan data jarak tempuh ke sistem. Proses pengolahan data jarak tempuh hingga siap untuk direpresentasikan kembali ke *client* akan selalu dilakukan baik ketika *client* mengakses *web server* maupun ketika *client* tidak mengakses *web server*.

Administrator dapat mencetak *log* jarak tempuh kendaraan. Dengan adanya menu cetak laporan, *log* jarak tempuh kendaraan akan dicetak dengan format pdf. Administrator tetap dapat melihat data jarak tempuh hari sebelumnya karena data jarak tempuh telah disimpan pada *database*.

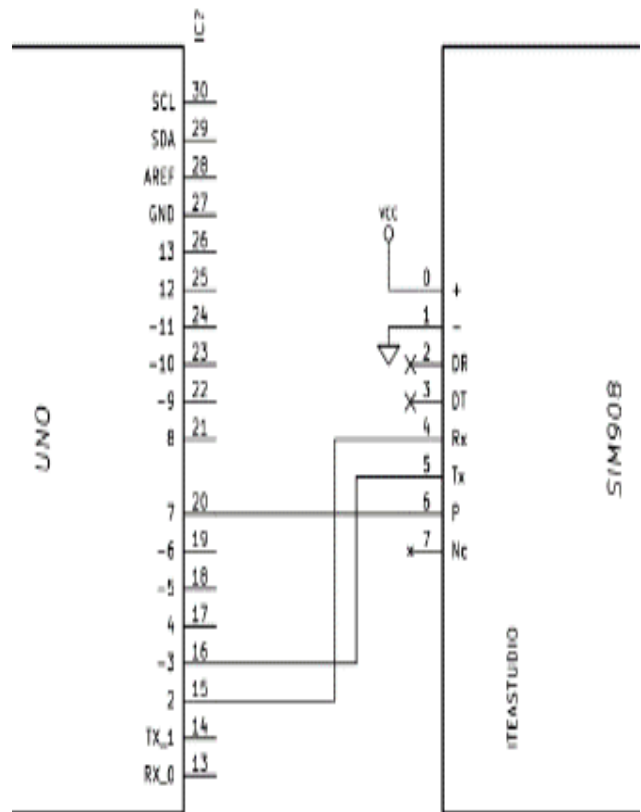
Client

Client akan mengakses sebuah halaman web pada *web server* untuk melakukan pemantauan dan hanya *client* khusus yang mendapatkan izin untuk mengakses halaman tersebut. Halaman ini akan berisikan nilai jarak tempuh kendaraan dan posisi terakhir kendaraan pada peta. Informasi jarak tempuh dan posisi terakhir kendaraan ini selalu akan terus diperbaharui secara otomatis setiap detiknya, tanpa *client* perlu untuk melakukan pemuatan ulang terhadap halaman web.

Perancangan Hardware: modul SIM908 dan arduino

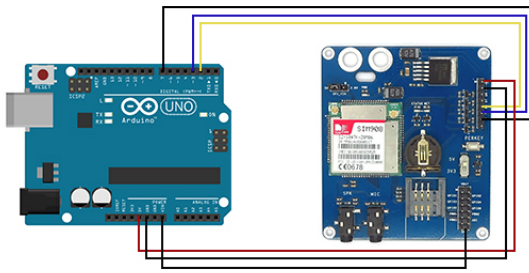
Rancangan skematik modul SIM908 dan arduino dapat dilihat pada gambar 2. Koneksi antara arduino dan modul SIM908 menggunakan terminal Tx dan Rx pada masing-masing modul. Tx merupakan terminal pemancar dan Rx merupakan terminal penerima. Terminal ini

dihubungkan saling silang³ seperti dapat dilihat pada gambar 2. Terminal ini digunakan sebagai jalur komunikasi data antara arduino dan SIM908. Rancangan skematik ini lebih lanjut digambarkan secara *visual* berupa *layout* masing-masing modul pada gambar 3.



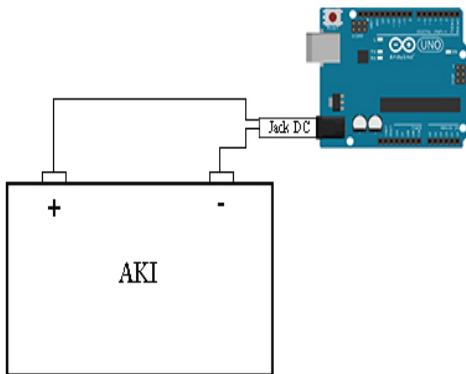
Gambar 2. Skematik Modul SIM908 dan Arduino

Arduino memiliki sejumlah pin/terminal *input output* (IO) dan pin/terminal sumber daya listrik. Pin IO Tx dan Rx digunakan sebagai jalur komunikasi data serial.² Pin ini digunakan untuk pengiriman data dan perintah (*command*) dari arduino ke modul SIM908. Pin inilah yang berfungsi sebagai terminal Tx dan Rx. Modul SIM908 akan dihubungkan dengan *digital pin 3* untuk menerima data dari modul SIM908, *digital pin 2* memberi perintah ke modul SIM908, *digital pin 7* untuk *power switch* dari modul GSM dan GND pin, dan 5V pin sebagai sumber daya listrik untuk modul SIM908, seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Modul SIM908 dan Arduino

Arduino uno harus menerima arus listrik untuk menyalakan minimum 5 volt dan maksimal 12 volt. Arus listrik yang diterima oleh arduino harus stabil untuk menghindari terjadinya penurunan daya listrik saat pengoperasian arduino. Sumber daya listrik yang digunakan bersasal dari baterai kendaraan. Tegangan listrik pada baterai kendaraan sebesar 12 volt. Sehingga cukup untuk menyalakan arduino pada sistem, seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Perancangan Catu Daya

Perancangan Sistem Aplikasi

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang didapat langsung dari perangkat GPS pada modul SIM908. Arduino akan menerima data garis lintang dan bujur, waktu, ketinggian, dan kecepatan dari GPS. Data kecepatan dan waktu ini selanjutnya diolah menggunakan persamaan 1 sehingga didapat data percepatan, dan kemudian data percepatan diolah dengan persamaan 2 untuk menentukan jarak tempuh kendaraan setiap detiknya¹¹,

kemudian data garis lintang dan bujur digunakan menentukan posisi kendaraan.

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_1 - v_2}{t_1 - t_2} \quad (1)$$

Dimana : a = percepatan rata-rata (m/s²)
 Δv = rata-rata kecepatan (m/s)
 Δt = selang waktu (s)

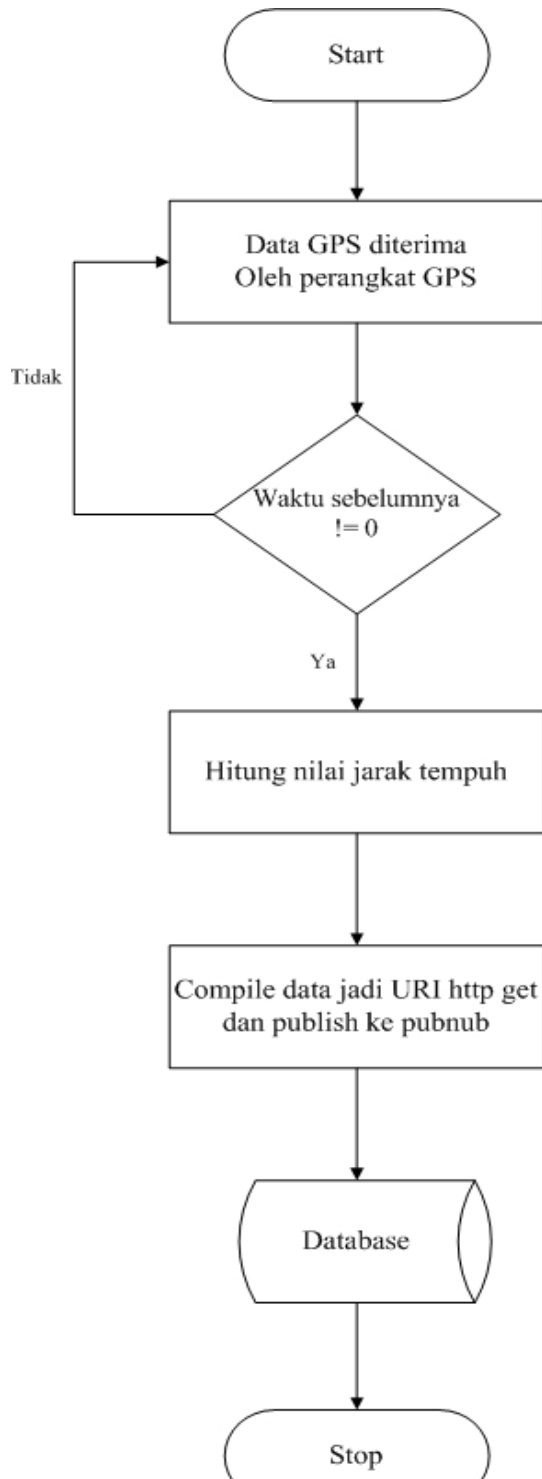
Setelah nilai percepatan diperoleh dari persamaan 1, jarak tempuh dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

Dimana : v_t = kecepatan akhir atau kecepatan setelah t sekon (m/s)
 v_0 = kecepatan awal (m/s)
 a = percepatan (m/s²)
 t = selang waktu (s)
 s = jarak tempuh (m)

Setiap data jarak tempuh yang berhasil dikomputasi oleh Arduino berdasarkan data kecepatan dan waktu dari modul GPS SIM908, akan dikirim ke *web server* menggunakan GPRS modul SIM908. Modul SIM908 berfungsi ganda, yaitu sebagai penerima data GPS dan mengirimkan data jarak tempuh melalui komunikasi *hyper text transfer protocol* (http) menggunakan sinyal GPRS.

Ketika terjadi permintaan halaman web untuk informasi kendaraan yang bersangkutan, selanjutnya *server* akan mengirim data yang direpresentasikan kepada *client* dalam bentuk informasi nilai jarak tempuh kendaraan. Informasi ini diperbaharui secara otomatis setiap detiknya dan *client* dapat melihat informasi posisi terakhir kendaraan pada peta yang ditampilkan pada aplikasi. Adapun diagram alir dari proses pengolahan data kecepatan dan waktu, menjadi informasi jarak tempuh yang dilakukan arduino dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Pengolahan Data pada Arduino

Pada gambar 5 diagram alir menjelaskan alur pengolahan data yang diterima dari GPS oleh arduino. Pada awalnya sistem melakukan inisialisasi SIM908, yaitu memulai koneksi GSM

ke penyedia layanan telekomunikasi dengan menggunakan APN, nama pengguna, dan kata kunci, agar dapat terhubung pada jaringan komunikasi penyedia layanan telekomunikasi tersebut, dan kemudian melakukan inisialisasi GPS untuk mendapatkan koneksi ke satelit. Setelah memperoleh koneksi ke satelit dan mendapatkan data kecepatan, waktu, garis lintang dan bujur. Selanjutnya sistem akan menyimpan hasil pembacaan data kecepatan dan waktu secara terus menerus, agar dapat dilakukan penghitungan jarak tempuh kendaraan menggunakan perbedaan dari waktu dan kecepatan sekarang dengan yang sebelumnya.

Kemudian dengan data waktu dan kecepatan sekarang dan sebelumnya, dapat ditentukan jarak tempuh menggunakan rumus percepatan dan jarak tempuh seperti pada persamaan 1 dan 2. Setelah itu semua data ini dikompilasi menjadi sebuah *Uniform Resource Identifier* (URI) "http get" untuk disimpan ke pubnub. Pubnub merupakan penyedia layanan penyimpanan data web untuk sistem yang berbasis *Internet of Things* (IoT) seperti arduino. URI mengandung data pembacaan GPS dalam format JSON. Setelah itu SIM908 akan mengakses *Uniform Resource Locator* (URL) untuk menyimpan data pembacaan GPS ke pubnub dan diteruskan ke *database*. Kemudian pada *website*, sebuah skrip *javascript* akan memulai koneksi ke pubnub untuk mengirimkan data yang dipublish oleh arduino ke *website*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rancangan/*prototype* sistem yang telah dibangun berupa perangkat/alat rakitan yang siap pakai. Perangkat ini menggunakan sumber daya listrik yang berasal dari baterai kendaraan. Perangkat ditempatkan di bawah dudukan kendaraan sepeda motor. Dan perangkat ini memiliki antenna yang ditempatkan di bagian luar kendaraan. Purwarupa perangkat yang telah dibangun ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Rancangan Prototype

Untuk pengujian perangkat ini, terfokus pada akurasi sistem dalam menentukan nilai jarak tempuh. Selain fokus terhadap akurasi, pengujian juga memperhatikan hasil komunikasi data antara perangkat dan server. Karena tahap pendistribusian data merupakan satu komponen terpenting dalam hal akurasi sistem secara keseluruhan. Dimana data GPS yang diterima harus segera diproses oleh arduino dan dikirim melalui komunikasi GSM GPRS menggunakan modul SIM908. Sehingga informasi jarak tempuh dan posisi kendaraan dapat ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk tabel dan peta yang berbasis halaman web.

Semakin rendah *delay* pada pengiriman data tersebut maka semakin cepat data yang didistribusikan. Pada pengujian kinerja sistem ini untuk menganalisis pengiriman data tersebut terbagi pada tiga variasi jarak yaitu 1000 meter, 3000 meter, dan 5000 meter. Setiap varian jarak diuji dengan 5 kali pengujian. Dalam pengujian ini juga melakukan perbandingan dengan hasil perhitungan jarak tempuh *speedometer* pada kendaraan sepeda motor dan *Google Earth*.

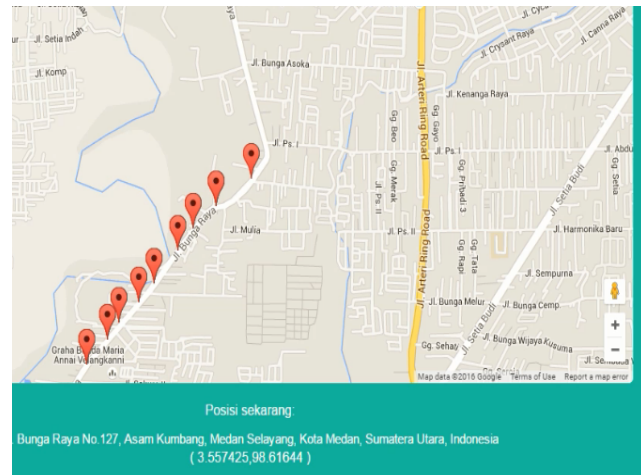
Pengujian kinerja sistem pada saat melakukan pemantauan kendaraan, terlihat bahwa nilai jarak tempuh dan posisi kendaraan tidak diperbaharui setiap detik meskipun waktu standar pengiriman data yang diatur adalah setiap 1 detik. Ini diakibatkan adanya *delay* waktu ketika data dikirim dari arduinomenuju

web server yang mana menggunakan layanan GPRS. Adapun hasil kinerja sistem dalam memantau lokasi kendaraan dapat dilihat pada Gambar 7.

Waktu	Latitude	Longitude	Jarak Tempuh
2016-03-29 17:11:47	3.532336	98.584099	3036.6995
2016-03-29 17:11:26	3.531916	98.584068	3036.6995
2016-03-29 17:11:06	3.531689	98.582909	3036.6704
2016-03-29 17:10:45	3.530623	98.583382	2749.9685
2016-03-29 17:10:25	3.530231	98.584297	2643.7188
2016-03-29 17:10:05	3.529042	98.584297	2586.7249
2016-03-29 17:09:44	3.529779	98.584312	2404.0054
2016-03-29 17:09:24	3.530658	98.583656	2280.3149

Gambar 7. Log Lokasi Kendaraan

Pemantauan lokasi kendaraan yang sebelumnya diberikan pada gambar 7, dapat direpresentasikan secara otomatis oleh sistem aplikasi dalam bentuk *Google Maps*. Hasil representasi ini menunjukkan pergerakan/perpindahan kendaraan secara nyata. Hasil representasi lokasi kendaraan diberikan pada gambar 8.



Gambar 8. Representasi Lokasi Kendaraan

Pengujian selanjutnya dilakukan untuk mengetahui akurasi nilai jarak tempuh yang dikirimkan data perangkat ke server dan disimpan dalam *database*. Pada pengujian ini dilakukan pada tiga varian jarak yaitu

1000meter, 3000 meter dan 5000 meter. Pengujian dilakukan di Jl. Perjuangan, Tanjung Selamat Deli Serdang, Sumatera Utara. Pengujian ini juga memperhitungkan persentase kesalahan sistem berdasarkan persamaan berikut.

$$\frac{\text{jarak aktual} - \text{jarak tempuh}}{\text{jarak aktual}} \times 100\% \quad (3)$$

Jarak aktual merupakan hasil pengukuran jarak tempuh jalan oleh penulis menggunakan *walking measuring* atau meteran roda dorong. Sedangkan jarak tempuh merupakan hasil pengukuran jarak tempuh kendaraan menggunakan perangkat yang telah dibangun dan ditempatkan pada kendaraan. Pengujian pertama dilakukan pada varian jarak 1000 meter dengan menghasilkan rata-rata persentase kesalahan senilai 4,3 %, pengiriman data cukup stabil sampai pada proses pengujian pertama selesai.

Pengujian kedua pada jarak 3000 meter menghasilkan rata-rata persentase kesalahan senilai 5,02%. Kemudian pengujian ketiga pada jarak 5000 meter menghasilkan persentase kesalahan senilai 4,1%. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Jarak Tempuh

No	Jarak Aktual (meter)	Jarak Tempuh (meter)	Persentase Kesalahan
1	1000	1032	3,2%
2		1076	7,6%
3		1033	3,3%
4		1074	7,4%
5		998	0,2%
6	3000	3254	8,4%
7		3012	0,4%
8		3137	4,6%
9		3217	7,2%
10		3136	4,5%
11	5000	5171	3,4%
12		4861	2,8%
13		5208	4,2%
14		4802	4,0%
15		5299	6,0%

Setiap pengujian dapat berjalan dengan stabil, mulai dari perhitungan jarak tempuh pada arduino sampai pengiriman data oleh perangkat ke *web server*. Begitu juga dalam menentukan posisi kendaraan, sistem mampu mengkoordinasi lokasi kendaraan sesuai dengan lokasi sebenarnya. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi pada arduino dan modul SIM908 serta layanan data GPRS, dapat bekerja dengan baik.

Rata-rata persentase kesalahan pengujian pada jarak 1000 meter, 3000 meter, dan 5000 meter, tidak jauh berbeda. Pada jarak 1 kilometer sebesar 4.3%, jarak 3 kilometer sebesar 5.02%, dan jarak 5 kilometer sebesar 4.1%. Secara umum, hasil pengujian pengiriman data dari modul SIM908 dapat diterima dengan baik oleh *web server*. Kemudian disimpan pada *database* dan selanjutnya dapat ditampilkan pada halaman web yang sudah dibangun. Hal ini menunjukkan bahwa proses penghitungan jarak tempuh kendaraan pada arduino berdasarkan data kecepatan dan waktu dari modul SIM908 dapat bekerja dengan baik.

Akan tetapi adanya sedikit selisih rata-rata persentase kesalahan yang disebabkan karena adanya *delay* waktu dalam komunikasi data pada sistem secara keseluruhan. Waktu untuk pengiriman data ke *server* oleh modul SIM908 diatur secara *default* yaitu setiap 1 detik. Semakin besar *delay* pada komunikasi data maka akan berdampak terhadap nilai jarak tempuh semakin tidak sesuai dengan jarak aslinya. Selain itu, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya lokasi, cuaca, dan jaringan data GPRS disepanjang rute jalan yang merupakan lokasi pengambilan data.

Sementara itu, perbandingan hasil pengukuran jarak tempuh oleh sistem/perangkat dengan pengukuran berdasarkan *speedometer* dan *Google Earth* memberikan hasil yang tidak jauh berbeda yang diberikan pada tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Penghukuran Jarak Tempuh Kendaraan

Jarak Aktual (meter)	Jarak Tempuh (meter)	Jarak Speedometer (meter)	Jarak Google Earth (meter)
1000	1032	1050	962
	1076	1050	962
	1033	1050	962
	1074	1050	962
	998	1050	962
3000	3253	3150	2886
	3012	3150	2886
	3137	3150	2886
	3217	3150	2886
	3136	3150	2886
5000	5171	5250	4810
	4861	5250	4810
	5208	5250	4810
	4802	5250	4810
	5299	5250	4810

SIMPULAN

Perhitungan jarak tempuh kendaraan menggunakan ilmu kinematika gerak yang diimplementasikan pada modul mikrokontroler arduino berbasis *chip* Atmega328 dapat digunakan untuk memperoleh nilai jarak tempuh kendaraan. Sistem dapat bekerja dengan stabil untuk menentukan jarak tempuh menggunakan metode atau rumus kinematika gerak fisika.

Pengembangan lebih lanjut disarankan dapat untuk meningkatkan akurasi dalam menentukan jarak tempuh. Misalnya dengan penambahan sensor gerak untuk mendapatkan parameter atau variabel lain yang dapat dikombinasikan pada operasi menggunakan algoritma *fuzzy*. Kemudian untuk mempercepat komunikasi data disarankan pada pengembangan sistem selanjutnya menggunakan modul 3G.

DAFTAR PUSTAKA

¹Amin, Md. Syedul & Jalil, Jubayer. 2012. Accident Detection and Reporting System using GPS, GPRS and GSM Technology. *IEEE/OSA/IAPR International Conference*

on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV), 641-643.

²Banzi, M. & Shiloh, M. 2014. *Getting Started with Arduino 3rd Edition*. Maker Media : Sebastopol.

³Bell, C. 2013. *Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry Pi*. Apress Media : New York.

⁴Chadil, Noppadol., Russameesawang, Apirak., Keeratiwintakorn, Phongsak., 2008. Real-time tracking management system using GPS, GPRS and Google earth. *Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology, 2008. ECTI-CON 2008. 5th International Conference on (Volume:1)*, 393-396.

⁵Iteadstudio. 2014. Datasheet SIM908 GSM/GPRS/GPS Module IM140402002. (https://arduinosolutions.com/pl/p/file/d3a34284e26aa9402b58e7ab42ba6b13/DS_IM140402002.pdf, diakses 23 April 2016).

⁶Kamel, Mohammed Baqer M., 2015. Real-Time GPS/GPRS Based Vehicle Tracking System. *International Journal Of Engineering And Computer Science*, Vol. 4, Issue 8,13648-13652.

⁷Lesmana, Hendra Dony. 2013. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Kecepatan Kendaraan Berbasis GPS dengan SMS Sebagai Media Pengiriman Data*. Skripsi. Universitas Brawijaya.

⁸Quer, J Call. 2014. Datasheet The Arduino Uno is a microcontroller ATmega328. (<http://digital.csic.es/bitstream/10261/127788/7/D-c-%20Arduino%20uno.pdf>, diakses 23 April 2016)

⁹Shinde, Prashant A & Mane, Y. B. 2015. Advanced Vehicle Monitoring and Tracking System based on Raspberry Pi. *IEEE Sponsored 9th International Conference on Intelligent Systems and Control (ISCO)*, 1-6.

¹⁰Verma, Pankaj & J.S, Bhatia. 2011. Design and Development of GPS-GSM Based Tracking

System with Google Map Based Monitoring. *International Journal of Computer Science, Engineering and Applications (IJCSEA)*, 3: 33-40.

¹¹Verma, H.C. 1999. *Concepts of Physics*. Bharati Bhawan: Kanpur