

Alat Pelacak Lokasi Berbasis GPS Via Komunikasi Seluler

Surya Purba Wijaya¹, Yuli Christiyono², Sukiswo²

1. Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

2. Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Abstract

Nowadays, the vehicle's robbing or the usage of not allowed route is often happen. Therefore, vehicle tracking system is needed to reduce this risk. Vehicle tracking system is a system's combination that installed in the vehicle so that can be tracked by the owner or the third part. Modern vehicle tracking system usually use GPS to determine vehicle's location. This system also usually have communication component such as cellular or satellite to send vehicle's position to user in another place. In this Final Project, the vehicle tracking tool based on GPS via cellular will be created. This tool is a part of vehicle tracking system. This tool will respond a command which is sent by tracker via SMS. The device contains of three parts. There are microcontroller as a control part, GPS which provide positioning information, and GSM modem which is used to send or receive message. All of these parts will cooperate to process all of the messages sent by tracker. Then server will get information about position in form of longitude, latitude, date and time. This device will be tested in case of receiving's delay at tracker side, timer's precision, location's precision which is showed by GPS, vehicle tracking. Based on testing, there are varying receiving delay at traker side. Timer has ran well so that getting data appropriate to the interval which is asked. Position which is showed by GPS is not precision in fact. However, the tracking can be done and similar with the fact in the field.

Keyword : GPS, vehicle tracking system, cellular communication

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pelacakan kendaraan adalah rangkaian [sistem](#) yang dipasang pada kendaraan agar dapat dilacak oleh pemilik kendaraan atau pihak ketiga lainnya. Sistem pelacakan kendaraan modern umumnya menggunakan GPS untuk menentukan lokasi kendaraan. Selain GPS, sistem ini juga dapat menggunakan [frekuensi radio](#) untuk menentukan posisi. Sistem ini juga biasanya memiliki komponen komunikasi, seperti [selular](#) atau [satelit](#), untuk mengirimkan posisi kendaraan kepada pengguna di tempat lain.

Sistem pelacakan kendaraan ini memiliki banyak kegunaan. Dalam manajemen armada, sistem ini sangat membantu pemilik armada dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan armada mereka. Selain itu, dapat pula menghindari curi pakai kendaraan atau penggunaan jalur/trayek yang tidak diijinkan oleh pemilik armada. Di beberapa negara, keberadaan sistem ini berguna untuk mengurangi biaya premi asuransi karena dengan sistem ini mampu mengurangi resiko hilangnya kendaraan karena pencurian sehingga resiko perusahaan asuransi juga berkurang. Aplikasi pada perusahaan taksi berguna untuk mempercepat layanan penjemputan oleh armada taksi.

1.2 Tujuan

Tujuan dari Penelitian ini adalah membangun sistem yang dapat digunakan untuk melacak posisi suatu kendaraan.

1.3 Batasan Masalah

Dalam hal ini, penulis membatasi permasalahan perancangan alat pemantau lokasi meliputi :

1. Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega8535 dan diprogram menggunakan *software*

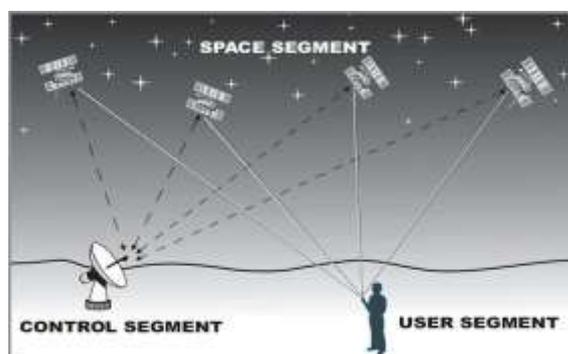
CodeVisionAVR dengan bahasa C.

2. GPS *receiver* yang digunakan adalah GPS EG-T10 dan dihubungkan secara serial dengan mikrokontroler ATmega8535.
3. Modem yang dipakai di sisi *server* maupun sisi *mobile* adalah modem GSM.
4. Tidak membahas sisi *server* secara mendetail.
5. Alat hanya dikondisikan untuk beroperasi wilayah Indonesia bagian barat.

II. DASAR TEORI

2.1 Gps dan Nmea

Sistem GPS menggunakan sejumlah satelit yang berada di orbit bumi, yang memancarkan sinyalnya ke bumi dan ditangkap oleh sebuah alat penerima. Ada tiga bagian penting dari sistem ini, yaitu bagian kontrol, bagian angkasa, dan bagian pengguna.



Gambar 1 Skema sistem GPS^[17].

Pesawat penerima GPS menggunakan sinyal satelit untuk melakukan triangulasi posisi yang hendak ditentukan dengan cara mengukur lama perjalanan waktu sinyal dikirimkan dari satelit, kemudian mengalikannya dengan

kecepatan cahaya untuk menentukan secara tepat berapa jauh pesawat penerima GPS dari setiap satelit. Dengan mengunci sinyal yang ditransmit oleh satelit minimum 3 sinyal dari satelit yang berbeda, pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi tetap sebuah titik yaitu posisi lintang dan bujur bumi (*Latitude & Longitude*) atau sering disebut dengan *2D fix*. Penguncian sinyal satelit yang keempat membuat pesawat penerima GPS dapat menghitung posisi ketinggian titik tersebut terhadap muka laut rata-rata (*Mean Sea/Level*) atau disebut *3D fix* dan keadaan ini yang ideal untuk melakukan navigasi.

NMEA (*National Marine Electronics Association*)-0183 dikembangkan secara spesifik untuk standar industri sebagai antar-muka bermacam-macam alat kelautan yang diperkenalkan sejak tahun 1983. Standar tersebut diberikan untuk alat kelautan yang mengirimkan informasi ke komputer maupun alat lainnya. Contoh peralatan yang mengeluarkan data NMEA adalah GPS.

NMEA-0183 berisi informasi yang berhubungan dengan geografi seperti tentang waktu, *longitude*, *latitude*, ketinggian, kecepatan dan masih banyak lagi. Untuk menampilkan informasi yang lebih dimengerti oleh *user* data NMEA-0183 perlu diolah lebih lanjut. Jenis kalimat NMEA-0183 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kalimat NMEA-0183.

Kalimat	Deskripsi
\$GPGGA	Global positioning system fixed data
\$GPGLL	Geographic position - latitude / longitude
\$GPGSA	GNSS DOP and active satellites
\$GPGSV	GNSS satellites in view
\$GPRMC	Recommended minimum specific GNSS data
\$GPVTG	Course over ground and ground speed

2.2 ATCommand

AT command adalah perintah-perintah yang digunakan dalam komunikasi dengan *serial port*. Dengan *AT command* maka dapat diketahui *vendor* dari *handphone* yang digunakan, kekuatan sinyal, membaca pesan yang ada pada *SIM card*, mengirim pesan, mendeteksi pesan SMS baru yang masuk secara otomatis, menghapus pesan pada *SIM card*, dan masih banyak lagi.

Berikut ini adalah beberapa perintah *AT command* yang berhubungan dengan sistem kerja *SMS gateway*.

Tabel 2 *AT command*.

AT Command	Keterangan
AT	Mengecek apakah <i>handphone</i> telah terhubung
AT+CMGF	Menetapkan format mode dari terminal
AT+CSCS	Menetapkan jenis <i>encoding</i>
AT+CNMI	Mendeteksi pesan SMS baru masuk secara otomatis
AT+CMGL	Membuka daftar SMS yang ada pada <i>SIM card</i>
AT+CMGS	Mengirim pesan SMS
AT+CMGR	Membaca pesan SMS
AT+CMGD	Menghapus pesan SMS

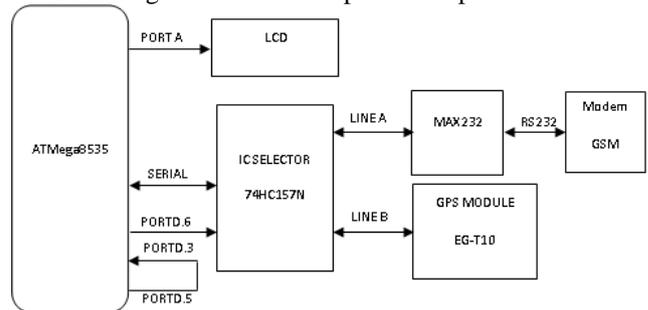
III. PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Sistem pemantauan lokasi yang akan dibangun ini terdiri atas 2 sisi yaitu sisi pelacak dan sisi yang dilacak. Skema sistem dapat dilihat pada Gambar 3.1. Sisi pelacak berupa seperangkat komputer yang sudah diinstal aplikasi SIG dan terintegrasi dengan modem dan *database* sedangkan sisi yang dilacak berupa sebuah perangkat keras yang terdiri

dari 3 bagian penting yaitu GPS, modem dan mikrokontroler. Sisi pelacak dapat ditinjau lebih lanjut dalam Penelitian saudara Raidah Hanifah yang berjudul “Simulasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemantauan Posisi Kendaraan *Via SMS Gateway*”^[4]. Dalam bab ini hanya akan dibahas mengenai perancangan dan implementasi sistem dari sisi yang dilacak. Alat pemantau lokasi berbasis GPS *via* komunikasi seluler ini dirancang untuk melacak lokasi kendaraan dan menginformasikan keberadaan kendaraan melalui SMS (*Short Message Service*) kepada pihak pelacak. Proses perancangan alat dibagi menjadi dua yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*).

3.1 Perancangan Perangkat Keras

Blok diagram *hardware* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Blok diagram *hardware*.

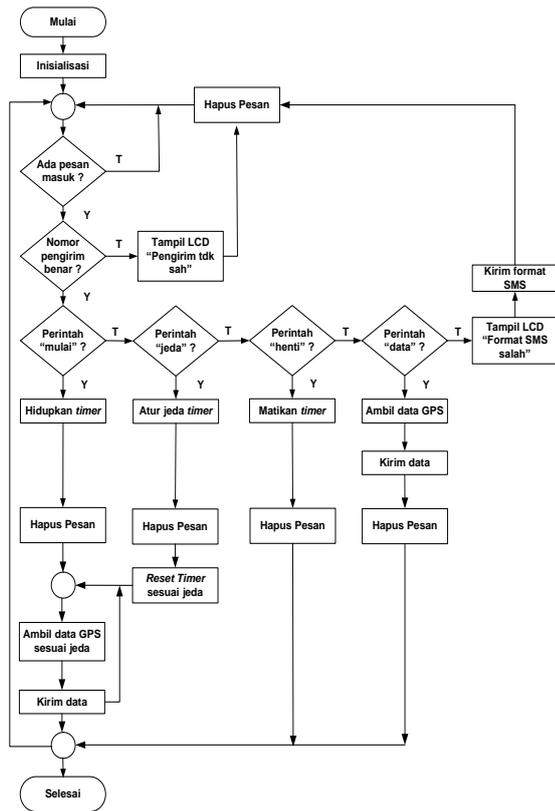
Dapat dilihat pada Gambar 2 bahwa mikrokontroler ATmega8535 merupakan bagian utama yang berfungsi untuk mengontrol keseluruhan sistem. Mikrokontroler akan berkomunikasi secara serial dengan modul GPS dan modem GSM. Mikrokontroler ATmega8535 hanya memiliki 1 buah *port* USART untuk komunikasi serial. Oleh karena itu, perlu ditambahkan IC 74HC157N yang berguna untuk menyeleksi jalur serial yang ada agar dapat digunakan secara bergantian. Chip MAX232 berguna untuk mengonversi proses komunikasi serial logika RS232 agar dapat berkomunikasi secara serial dengan mikrokontroler yang memiliki level TTL. Sebagai penampil informasi digunakan LCD yang dihubungkan ke *port* A mikrokontroler. Seluruh sistem ini dicatu oleh satu *power supply* DC sebesar 12 volt.

3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Code Vision AVR. Dalam Penelitian ini, mikrokontroler dirancang untuk memiliki mode otomatis dan mode *data by request*. Berikut ini penjelasan cara kerja dari kedua mode tersebut.

1. Mode otomatis ini akan bekerja saat ada perintah “MULAI” yang dikirim oleh pelacak melalui SMS dan akan berhenti jika ada perintah “HENTI”. Ketika mode otomatis bekerja maka, mikrokontroler akan mengambil data posisi dari GPS menurut jeda waktu tertentu dan mengirimkan data tersebut ke pelacak melalui SMS. Jeda pengambilan data pun dapat diatur oleh pelacak melalui perintah “JEDA#j:mm”.
2. Mode “*data by request*” yaitu mode pengambilan data saat itu tanpa menunggu jeda waktu.

Untuk lebih jelasnya, *flowchart* program dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Flowchart program utama.

Dalam perancangan *software*, mikrokontroler dirancang untuk menuju interupsi jika menerima pesan masuk. Dalam hal ini, interupsi yang dimaksud adalah interupsi pada pin INT 1. Secara ringkasnya, awalnya mikro melakukan inisialisasi. Setelah inisialisasi dilakukan, mikro akan menunggu adanya pesan masuk dan memproses pesan yang masuk.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Awalnya dilakukan pengujian selisih waktu pengiriman data dan penerimaan data pada aplikasi SIG. Pengukuran selisih waktu dilakukan dengan menggunakan *stopwatch*. Alat dan pelacak berada di tempat yang sama untuk memudahkan pengamatan. *Stopwatch* dimulai saat tampilan LCD pada peralatan menampilkan tulisan “Pengiriman data berhasil” dan diakhiri saat tampilan aplikasi SIG berkedip. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 4.

Bedasarkan tabel 4, dilakukan 30 pengiriman data dan didapat tundaan penerimaan yang bervariasi. Tundaan tercepat terjadi sebesar 3 detik dan tundaan penerimaan terlama terjadi sebesar 14 detik. Rata-rata tundaan penerimaan terjadi sebesar 7,8 detik. Tundaan penerimaan yang sering muncul atau modusnya adalah 5 detik.

Pada pengujian tundaan penerimaan ini, alat tidak dalam keadaan bergerak. Data yang dikirim untuk tiap posisi yaitu waktu, tanggal, bujur dan lintang tidak ada yang mengalami kesalahan. Jeda waktu pun berlangsung lancar. Dalam pengujian ini, jeda yang dipakai adalah jeda terpendek yang disediakan alat yaitu sebesar 1 menit. Dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa jeda waktu untuk tiap data posisi yang dikirim adalah 1 menit. Tidak ada kesalahan tanggal maupun bujur dan lintang. Bujur dan lintang ditampilkan dalam bentuk derajat dengan ketelitian 5 angka di belakang koma. Bujur dan lintang ditampilkan dalam bentuk bilangan bertanda, tanda positif untuk bujur timur dan lintang utara sedangkan tanda negatif untuk bujur barat dan lintang selatan.

Tabel 3 Data posisi yang dikirimkan ke server dan waktu tundaan penerimaannya.

No	Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang	Tundaan Penerimaan
1	22:59	06/10/2011	110,49588	-7,02518	5 detik
2	23:00	06/10/2011	110,49580	-7,02513	11 detik
3	23:01	06/10/2011	110,49580	-7,02513	7 detik
4	23:02	06/10/2011	110,49580	-7,02513	3 detik
5	23:02	06/10/2011	110,49580	-7,02513	10 detik
6	23:03	06/10/2011	110,49580	-7,02513	5 detik
7	23:04	06/10/2011	110,49580	-7,02512	12 detik
8	23:05	06/10/2011	110,49580	-7,02512	6 detik
9	23:06	06/10/2011	110,49580	-7,02512	14 detik
10	23:07	06/10/2011	110,49577	-7,02508	8 detik
11	23:08	06/10/2011	110,49577	-7,02508	3 detik
12	23:09	06/10/2011	110,49577	-7,02508	9 detik
13	23:10	06/10/2011	110,49578	-7,02508	5 detik
14	23:11	06/10/2011	110,49578	-7,02508	14 detik
15	23:12	06/10/2011	110,49580	-7,02510	8 detik
16	23:13	06/10/2011	110,49584	-7,02512	3 detik
17	23:14	06/10/2011	110,49584	-7,02512	9 detik
18	23:15	06/10/2011	110,49584	-7,02512	4 detik
19	23:16	06/10/2011	110,49581	-7,02512	11 detik
20	23:17	06/10/2011	110,49581	-7,02512	5 detik
21	23:18	06/10/2011	110,49584	-7,02513	9 detik
22	23:19	06/10/2011	110,49590	-7,02512	4 detik
23	23:20	06/10/2011	110,49585	-7,02510	11 detik
24	23:21	06/10/2011	110,49585	-7,02510	5 detik
25	23:22	06/10/2011	110,49585	-7,02510	11 detik
26	23:23	06/10/2011	110,49585	-7,02510	7 detik
27	23:24	06/10/2011	110,49581	-7,02508	14 detik
28	23:25	06/10/2011	110,49578	-7,02507	8 detik
29	23:26	06/10/2011	110,49578	-7,02507	3 detik
30	23:27	06/10/2011	110,49578	-7,02507	10 detik

Selanjutnya, dilakukan pengujian untuk jeda waktu lainnya. Jeda waktu yang disediakan oleh sisi server adalah 1 menit, 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit, 25 menit, 30 menit, 35 menit, 40 menit, 45 menit, 50 menit, 55 menit, 60 menit. Pengujian jeda 1 menit sudah dilakukan pada pengujian tundaan penerimaan pada Tabel 3. Pada pengujian ini, tidak semua jeda waktu diuji tetapi, hanya akan diambil 4 pengujian jeda waktu untuk mewakili ketepatan *timer* yaitu jeda waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Hasil pengujian jeda waktu dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 di bawah ini. Dari keempat tabel tersebut dapat dilihat bahwa jeda waktu 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit sudah berjalan dengan baik untuk tiap datanya. Jadi dapat disimpulkan bahwa dalam hal ini *timer* sudah berjalan dengan baik.

Tabel 4 Pengujian jeda 15 menit.

Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
22:16	13/10/2011	110.49588	-7.02510
22:31	13/10/2011	110.49581	-7.02508
22:46	13/10/2011	110.49571	-7.02502
23:01	13/10/2011	110.49571	-7.02500
23:16	13/10/2011	110.49577	-7.02512

Tabel 5 Pengujian jeda 30 menit.

Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
06:04	26/10/2011	110.49584	-7.02512
06:34	26/10/2011	110.49584	-7.02508
07:04	26/10/2011	110.49578	-7.02507
07:34	26/10/2011	110.49577	-7.02508
08:04	26/10/2011	110.49575	-7.02503

Tabel 6 Pengujian jeda 45 menit.

Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
09:16	26/10/2011	110.49571	-7.02507
10:01	26/10/2011	110.49571	-7.02507
10:46	26/10/2011	110.49575	-7.02505
11:31	26/10/2011	110.49578	-7.02508
12:16	26/10/2011	110.49574	-7.02512

Tabel 7 Pengujian jeda 1 jam.

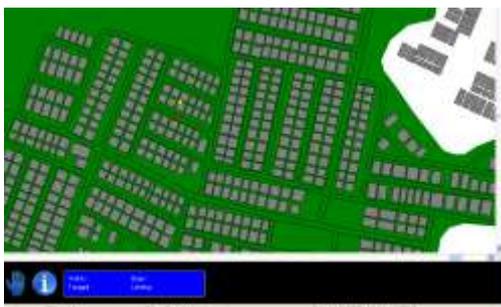
Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
13:20	26/10/2011	110.49581	-7.02512
14:20	26/10/2011	110.49585	-7.02513
15:20	26/10/2011	110.49578	-7.02518
16:20	26/10/2011	110.49577	-7.02512
17:20	26/10/2011	110.49577	-7.02510

Selanjutnya dilakukan pengujian keakuratan posisi dari GPS. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan alat di dalam kendaraan dan kendaraan dalam keadaan tidak bergerak. Dalam pengujian diambil 5 data sekaligus untuk posisi yang sama. Data posisi dapat dilihat pada Tabel 8. Pada Tabel 8 terlihat bahwa GPS memberikan informasi lintang dan bujur yang sama untuk posisi yang sama. Namun, posisi tersebut tidak tepat benar tetapi hanya mendekati saja. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4. Titik kuning merupakan posisi yang ditunjuk oleh GPS sedangkan titik merah adalah posisi yang seharusnya. Diperkirakan posisi sebenarnya seharusnya berada di bujur 110,49575 dan lintang -7,02520. Diketahui bahwa 1 derajat = 111.322 meter. Selisih atau jarak antara kedua titik dapat dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak} &= \sqrt{(110,49578 - 110,49575)^2 + (-7,02507 - (-7,02520))^2} \\
 &= \sqrt{(0,00003)^2 + (0,00013)^2} \\
 &= 0,00013 \text{ derajat} \\
 &= 14,85 \text{ meter}
 \end{aligned}$$

Tabel 8 Data posisi.

Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
18:41	10/10/2011	110,49578	-7,02507
18:42	10/10/2011	110,49578	-7,02507
18:43	10/10/2011	110,49578	-7,02507
18:44	10/10/2011	110,49578	-7,02507
18:45	10/10/2011	110,49578	-7,02507



Gambar 4 Posisi GPS dan posisi sebenarnya.

Dalam pengujian sistem, dilakukan suatu proses *tracking* dengan jeda yang diinginkan adalah 1 menit. Hasil tampilan pada peta dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil trek1.

Dapat dilihat bahwa hasil *tracking* sudah menyerupai jalur nyata yang dilalui. Data yang berhasil disimpan untuk *tracking* di atas dapat dilihat pada Tabel 9. Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa terdapat sekali kesalahan saat pukul 21.07. Pada saat itu tidak ada data yang berhasil diambil. Hal ini mungkin saja terjadi karena sinyal GPS melemah atau hilang sama sekali. Selisih jarak antar titik posisi tidak selalu sama dikarenakan kendaraan bergerak dengan kecepatan yang berbeda-beda tergantung dari kondisi jalan dan keinginan dari pengemudi. Data *tracking* yang berhasil didapat tidak ada yang mengalami kesalahan format. Baik waktu, tanggal, bujur dan lintang sudah berhasil dikirimkan sesuai dengan format yang disepakati antara sisi *mobile* dan *server*.

Tabel 9 Data *tracking*

Waktu	Tanggal	Bujur	Lintang
20:59	10/10/2011	110,42958	-6,98340
21:00	10/10/2011	110,42975	-6,98319
21:01	10/10/2011	110,43133	-6,98317
21:01	10/10/2011	110,43133	-6,98317
21:02	10/10/2011	110,43127	-6,98037
21:03	10/10/2011	110,42910	-6,98155
21:04	10/10/2011	110,42900	-6,98520
21:05	10/10/2011	110,42881	-6,98599
21:06	10/10/2011	110,42633	-6,98874
21:08	10/10/2011	110,42327	-6,99129
21:09	10/10/2011	110,42145	-6,99320
21:10	10/10/2011	110,42021	-6,99504
21:11	10/10/2011	110,42224	-6,99154
21:12	10/10/2011	110,42285	-6,98845
21:13	10/10/2011	110,42227	-6,98564
21:14	10/10/2011	110,42148	-6,98172
21:15	10/10/2011	110,42082	-6,97810
21:16	10/10/2011	110,42082	-6,97810
21:17	10/10/2011	110,42076	-6,97802
21:18	10/10/2011	110,42076	-6,97802
21:19	10/10/2011	110,42066	-6,97767
21:20	10/10/2011	110,42047	-6,97684
21:21	10/10/2011	110,42018	-6,97362
21:22	10/10/2011	110,42270	-6,97102
21:22	10/10/2011	110,42270	-6,97102
21:23	10/10/2011	110,42388	-6,96965

Pengujian sistem telah berhasil dilakukan. Untuk menghentikan sistem dikirimkan perintah "HENTI". Dalam prakteknya, seringkali perintah HENTI tidak berhasil terbaca. Hal ini dikarenakan ketidaktepatan pemilihan waktu pengiriman. Seringkali SMS ini masuk saat mikrokontroler sedang mengambil data posisi dari GPS. Jadi saat itu mikrokontroler sedang memasuki rutin ambil data dan bukan rutin tunggu pesan masuk sehingga pesan pun terabaikan.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengujian dan pembahasan adalah sebagai berikut :

1. Terdapat tundaan penerimaan SMS pada pihak pelacak dan didapat tundaan penerimaan yang bervariasi. Tundaan tercepat terjadi selama 3 detik dan tundaan penerimaan terlama terjadi selama 14 detik. Rata-rata tundaan penerimaan terjadi sebesar 7,8 detik. Tundaan penerimaan yang sering muncul atau modulusnya adalah 5 detik.
2. *Timer* sudah dapat berjalan dengan baik dan berhasil menyediakan jeda sesuai perintah. Dari hasil pengujian untuk jeda 1 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit sudah berjalan dengan baik untuk tiap datanya. Pengujian ini sudah cukup mewakili untuk variasi jeda yang tersedia.
3. Berdasarkan pengujian, terdapat selisih antara posisi yang ditunjuk GPS dengan posisi sebenarnya yaitu sebesar 14,85 meter.
4. Selama proses pelacakan atau *tracking* didapatkan sejumlah titik-titik posisi menurut jeda yang diminta yang membentuk suatu rute perjalanan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan sehubungan dengan pelaksanaan penelitian ini adalah adanya sinkronisasi antara *server* dan *mobile* sehingga sisi *server* mengetahui saat yang tepat untuk mengirim SMS ke sisi *mobile* atau mengubah cara penerimaan SMS menggunakan perintah AT+CMGL.

Daftar Pustaka

- [1] Bejo, Agus, C & AVR *Rahasia Kemudahan Bahasa C dalam Mikrokontroler ATmega8535*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2008.
- [2] Budiawan, Tiyo, *Mobile Tracking GPS (Global Positioning System) Melalui Media SMS (Short Message Service)*, Penelitian S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2010.
- [3] Budiharto, Widodo dan Gamayel Rizal, *Belajar Sendiri 12 Proyek Mikrokontroler untuk Pemula*, Penerbit PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta, 2007.
- [4] Hanifah, Raidah, *Simulasi Sistem Informasi Geografis (SIG) Pemantauan Posisi Kendaraan Via SMS Gateway*, Penelitian S-1, Universitas Diponegoro, 2010.
- [5] Heryanto, M.Ary & Wisnu Adi P., *Pemrograman Bahasa C untuk Mikrokontroler ATMEGA8535*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2008.
- [6] Kuncoro, Fahmi, *Alat Deteksi Dan Penanggulangan Awal Kebocoran Gas LPG (Liquified Petroleum Gas) Berbasis SMS*, Penelitian S-1, Universitas Diponegoro, Semarang, 2009.
- [7] Krida Hartono Putro, Tri, *Sistem Online Untuk Pelacakan Paket Menggunakan GPS*, Skripsi S-1, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2006.
- [8] Tim Penelitian dan Pengembangan Wahana Komputer, *Pengembangan Aplikasi Sistem Informasi Akademik Berbasis SMS dengan Java*, Salemba Infotek, Jakarta, 2005.
- [9] Wardhana, Lingga, *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega8535 Simulasi, Hardware, dan*

Aplikasi, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2006.

- [10] Mustopa, *Menghitung Jarak Pada Peta Koordinat Geografi (DMS)*, http://sistiminformasigeografi.blogspot.com/2011_03_01_archive.html, September 2011.
- [11] -----, *Atmega8535 Data Sheet*, <http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/164169/ATMEL/ATMEGA8535.html>, September 2011.
- [12] -----, *EG-T10*, <http://www.fileden.com/files/2009/2/23/2335696/EG-T10.pdf>, September 2011.
- [13] -----, *Faktor Kesalahan GPS*, <http://garmin.co.id/search/faktor-kesalahan-gps/>, September 2011.
- [14] -----, *M1206B Manual*, http://www.ozeki.hu/attachments/588/M1206B_Manual.pdf, September 2011.
- [15] -----, *Penjelasan GPS NMEA 0183*, <http://www.mikron123.com/index.php/Aplikasi-GPS/Penjelasan-GPS-NMEA-0183.html>, September 2011.
- [16] -----, *Quadruple 2-Line To 1-Line Data Selectors/Multiplexers*, <http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/27402/TI/74LS157/+Q54Q4UPGZtALu-vw+/datasheet.pdf>, September 2011.
- [17] -----, *Sistem manajemen transportasi*, http://id.wikipedia.org/wiki/Sistem_manajemen_transportasi, September 2011.
- [18] -----, *Teknologi Pendukung Teknologi Komunikasi*, <http://linggarperdana.wordpress.com/2011/04/19/teknologi-pendukung-teknologi-komunikasi/>, September 2011.
- [19] -----, *Vehicle Tracking System*, http://en.wikipedia.org/wiki/Vehicle_tracking_system, September 2011.