

PEMBACAAN POSISI KOORDINAT DENGAN GPS SEBAGAI PENGENDALI PALANG PINTU REL KERETA API SECARA OTOMATIS UNTUK PENAMBAHAN APLIKASI MODUL PRAKTIK MIKROKONTROLER

Herlambang Sigit Pramono

Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT, UNY
herlambang@uny.ac.id

ABSTRACT

The purpose of this research is to add GPS application on practicum module of microcontroller for automatic railway barrier application. The method of this research is experimental design by designing the equipment of railway barrier based on GPS coordinates to develop modul application of microcontroller practicum. Data were collected from observation and measurement; the function from each part of the tool was observed while the latitude and longitude coordinates of the point in some locations were measured by the made tool. The data were analyzed by descriptive analysis for the function of each part of the tool and the measurement of coordinates were analyzed its error. The findings of the research showed that GPS could give the information about the position for both latitude and longitude coordinates if the accepted satellite signal met the standard requirement. Then, compared with the tools in market, the result from the made tool had error level of 0.82' for latitude coordinate and 1^{01,4}' for longitude coordinates.

Keywords: GPS, microcontroller

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menambahkan aplikasi GPS pada modul praktik mikrokontroler untuk aplikasi pembuka palang pintu kereta api secara otomatis. Metode penelitian adalah eksperimen rancang bangun, dengan melakukan rancang bangun alat pengendali palang pintu rel kereta api berdasarkan koordinat GPS untuk penambahan aplikasi modul praktik mikrokontroler. Data diambil dengan observasi dan pengukuran, fungsi dari setiap bagian alat diamati cara kerjanya, sedangkan posisi koordinat lintang dan bujur di beberapa lokasi diukur dengan alat yang dibuat. Analisis data dilakukan secara deskriptif, untuk fungsi dari setiap bagian alat sedangkan hasil pengukuran koordinat dianalisis kesalahannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa GPS dapat memberikan informasi posisi koordinat baik lintang maupun bujur, sepanjang sinyal satelit yang diterima memenuhi syarat. Hasil pembacaan data koordinat lintang dan bujur dengan alat yang dibuat jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat yang ada di pasaran mempunyai tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,82' untuk koordinat lintang, sedangkan kesalahan koordinat bujur sebesar 1^{01,4}'.

Kata kunci: GPS, mikrokontroler

PENDAHULUAN

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi, dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. GPS dapat memberikan informasi

posisi dengan ketelitian bervariasi dari beberapa millimeter (orde nol) sampai dengan puluhan meter. Hingga saat ini GPS merupakan sistem satelit navigasi yang paling populer dan paling banyak diaplikasikan di dunia, baik di darat, laut, udara, maupun angkasa. Disamping aplikasi-aplikasi militer, bidang-bidang aplikasi GPS yang cukup banyak saat ini antara lain meliputi survei pemetaan, geodinamika, geodesi, geologi, geofisik, transportasi dan navigasi, pemantauan deformasi, pertanian, kehutanan, dan bahkan juga bidang olahraga dan rekreasi.

Modul praktik mikrokontroler yang digunakan sebagai media praktikum

pemrograman mikrokontroler di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, selama ini aplikasinya masih sangat terbatas pada aplikasi LED, *keyped*, *motor dc*, *motor server*, dan LCD. Untuk mengikuti perkembangan teknologi dan juga memperluas pengetahuan mahasiswa maka dirasa perlu untuk menambah beberapa aplikasi yang salah satunya adalah aplikasi GPS. Dipilih aplikasi GPS karena hal ini relatif baru dan penerapan GPS sangat banyak baik pada peralatan sehari-hari maupun peralatan di industri. Dengan tambahan pengetahuan pemrograman GPS, mahasiswa diharapkan bisa mengembangkan menjadi judul proyek akhir dalam berbagai aplikasi GPS.

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit, dengan nama resminya NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). GPS dikembangkan pertama kali oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1978 dan secara resmi GPS dinyatakan operasional pada tahun 1994. Pada awalnya GPS digunakan hanya untuk kepentingan militer Amerika Serikat, tetapi kemudian dapat dimanfaatkan juga untuk kepentingan sipil.

Saat ini GPS adalah sistem satelit navigasi yang banyak digunakan untuk penentuan posisi dalam berbagai macam aplikasi. Ada beberapa karakteristik yang menjadikan GPS menarik untuk digunakan yaitu dapat digunakan setiap saat tanpa tergantung waktu dan cuaca, posisi yang dihasilkan mengacu pada suatu datum global, pengoperasian alat *receiver* relatif mudah, relatif tidak terpengaruh dengan kondisi topografis, dan ketelitian yang dihasilkan dapat diandalkan (Abidin, H.Z., 2007).

GPS terdiri atas 3 segmen utama yaitu segmen sistem kontrol, segmen satelit dan segmen pengguna. Segmen sistem kontrol adalah otak dari GPS, yang bertugas mengatur semua satelit GPS yang ada agar berfungsi sebagaimana mestinya. Pihak Amerika Serikat mengoperasikan sistem ini dari Sistem Kontrol Utama di Falcon Air Force Base di Colorado Springs. Segmen sistem kontrol ini juga termasuk 4 stasiun monitor yang berlokasi menyebar di seluruh dunia.

Segmen satelit adalah satelit – satelit GPS yang mengorbit di angkasa sebagai stasiun radio. Satelit GPS tersebut dilengkapi antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal gelombang. Gelombang tersebut selanjutnya dipancarkan ke bumi dan diterima oleh *receiver*-

receiver GPS yang ada di bumi dan dapat digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan dan waktu. Konstelasi standar dari satelit GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati 6 bidang orbit. Satelit GPS mengelilingi bumi/mengorbit 2 kali dalam sehari pada ketinggian ± 20.000 km di atas permukaan bumi. Pada setiap waktu paling sedikit 4 satelit dapat diamati di setiap lokasi di permukaan bumi. Hal ini memungkinkan bagi pengguna GPS untuk dapat menghitung posisi mereka di permukaan bumi.

Segmen pengguna adalah para pengguna satelit GPS dalam hal ini *receiver* GPS yang dapat menerima dan memproses sinyal yang dipancarkan oleh satelit GPS. *Receiver* GPS yang dijual di pasaran saat ini cukup bervariasi baik dari segi jenis, merk, harga ketelitian yang diberikan, berat, ukuran maupun bentuknya. Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan *receiver* GPS, yaitu antara lain berdasar fungsi, data yang direkam, jumlah kanal ataupun penggunaannya (Seeber, 1993). *Receiver* GPS untuk penentuan posisi dapat dibedakan menjadi tipe navigasi, tipe pemetaan, dan tipe geodetic. *Receiver* GPS tipe navigasi yang sering juga disebut tipe genggam (*handheld receiver*) mempunyai ketelitian yang lebih rendah dibandingkan tipe pemetaan dan geodetik (sampai orde 10 m – 100 m). *Receiver* tipe pemetaan dapat memberikan ketelitian posisi hingga orde 1 m – 5 m, sedangkan *receiver* tipe geodetic adalah tipe yang paling teliti dengan ketelitian hingga orde mm. (Seeber, G, 1993).

Pada dasarnya sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu penginformasian jarak (kode) yang berupa kode P dan kode C/A, penginformasian posisi satelit (*navigation message*), dan gelombang pembawa (*carrier beat phase*) (Abidin, H.Z., 2007).

Ada dua besaran dasar yang dapat diperoleh dalam pengamatan menggunakan satelit GPS yaitu *pseudorange* dan *carrier beat phase*. Besaran dasar tersebut digunakan untuk menghitung jarak dari *receiver* ke satelit GPS. Jarak yang diperoleh dapat digunakan untuk menghitung posisi *receiver*. *Pseudorange* adalah jarak hasil hitungan oleh *receiver* GPS dari data ukuran waktu rambat sinyal satelit ke *receiver*. Pengukurannya dilakukan *receiver* dengan membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan replika kode yang diformulasikan dalam *receiver*. Waktu yang digunakan untuk mengimpitkan kedua kode

tersebut adalah waktu yang diperlukan oleh kode tersebut untuk menempuh jarak dari satelit ke pengamat (Abidin, H.Z., 2007).

Terdapat dua kode yang dikirimkan oleh satelit GPS yaitu kode P dan kode C/A. Kode P mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan kode C/A yaitu: (1) Presisi jarak yang diberikan lebih tinggi yaitu kode P = 0,3m dan kode C/A = 3m. (2) Efek *multipath* untuk kode P lebih kecil daripada kode C/A, (3) Kode P dimodulasikan pada dua gelombang pembawa L1 dan L2 sehingga efek bias ionosfer pada jarak ukuran dapat diestimasi.

Carrier beat phase adalah beda fase yang diukur oleh *receiver* GPS dengan cara mengurangkan fase sinyal pembawa yang datang dari satelit dengan sinyal serupa yang dibangkitkan dalam *receiver*. Jadi data fase pengamatan satelit GPS adalah jumlah gelombang penuh yang terhitung sejak saat pengamatan dimulai. (Abidin, H.Z., 2007):

Satelit GPS secara umum memancarkan dua macam sinyal gelombang mikro yaitu: (1) L1 dengan frekuensi 1575.42 Mhz yang membawa pesan navigasi dan sinyal kode SPS (*Standard Positioning Service*), (2) L2 dengan frekuensi 1227.60 Mhz yang digunakan untuk mengukur keterlambatan pada lapisan ionosfir dengan menggunakan penerima PPS (*Precise Positioning Service*), (3) Tiga kode binari digunakan untuk menggeser fase sinyal L1 dan L2 yang ditransmit oleh sebuah satelit GPS. Ketiga macam kode binari itu adalah sebagai berikut: (1) Modulasi kode C/A (*Coarse Acquisition*) pada fase L1. Kode C/A ini dikirim secara berulang setiap 1 Mhz PRN (*Pseudo Random Noise*). Kode C/A PRN ini berbeda untuk setiap satelit GPS yang merupakan identifikasi untuk satelit tersebut. Modulasi kode C/A ini yang digunakan sebagai dasar untuk penggunaan GPS pada masyarakat sipil, (2) Modulasi kode P (*Precise*) pada kedua sinyal L1 dan L2. Kode P ini sangat panjang sampai 7 hari pada 10 Mhz PRN. Pada penggunaan *Anti-Spoofing* (AS), kode P ini dienkripsi ke dalam kode Y untuk setiap channel penerima dan digunakan untuk keperluan pemakai tertentu saja dengan *cryptographic-key*. Kode P(Y) ini menjadi dasar penggunaan pada PPS, (4) Modulasi kode L1- C/A setiap 50 Mhz termasuk mengenai orbit satelit, koreksi waktu dan sistem parameter lainnya.

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.

National Marine Electronics Assosiation membuat kesamaan standar antarmuka data digital. Beberapa ketentuan umum standar NMEA tersebut adalah: (1) Informasi NMEA dikirimkan oleh *vendor* dalam bentuk *sentences* dengan panjang maksimal 80 karakter, (2) *Sentences* NMEA berformat:

“\$<vendor><message><parameters><checksum><CR><LF>”, (3) Kombinasi <vendor><message> disebut *address field*, (4) Kode *vendor* untuk GPS adalah “GP”

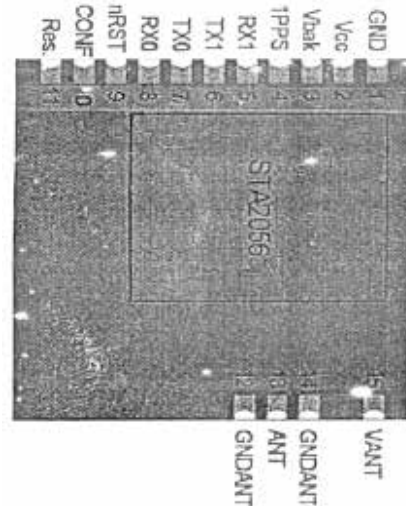
Terdapat banyak *format sentences* NMEA untuk GPS yang masing-masing mengandung data yang berbeda dan *sentences* yang digunakan tergantung pada data yang dibutuhkan dari GPS tersebut. *Format sentences* NMEA dan arti datanya ditunjukkan pada Tabel 1. Standar NMEA dengan header \$GPGGA memberikan informasi antara lain koordinat lintang dan bujur, dan waktu.

Tabel 1. Deskripsi data GPGGA

\$GPGGA,152145.000,4805.81931,N,01132.23172,E,1,04,2.5,607.75,M,47.6,M,,*67		
1	\$GPGGA	Vendor and Message identifier
2	152145.000	Universal time coordinat (15h 21m 45.000s)
3	4805.81931	Latittude (48deg 05.81931min)
4	N	North (or S for South)
5	01132.23172	Longitude (011deg 32.23172min)
6	E	East (or W for West)
7	1	Fix quality
8	04	Four satellite in view (min 00 max 12)
9	2.5	Horizontal dilution of precision
10	607.75	Antenna altitude above/below mean sea level (geoid)
11	M	Unit of antenna altitude: meters
12	47.6	Geoidal separation
13	M	Unit if Geoidal separation: meters
14	<empty>	Age of differential GPS data
15	<empty>	Differential reference station ID
16	*67	Checksum

Modul GPS A1037 dari Tyco

Electronics adalah salah satu GPS receiver yang mampu menerima sinyal dari lebih dari 12 GPS satelit dan mengubahnya menjadi informasi posisi dan waktu yang dapat dibaca dari *port serial*. Modul ini mempunyai beberapa karakteristik antara lain tegangan operasi 3.3 V/50 mA, berbentuk kecil dengan ukuran 19 x 16.2 mm, dan dilengkapi dengan masukan antena. Modul GPS A1037 terdiri 15 pin dengan susunan dan fungsi terdapat pada Gambar 1 dan Tabel 2.



Gambar 1. Susunan Pin GPS Tyco A1037

Tabel 2. Deskripsi Pin GPS Tyco A1037

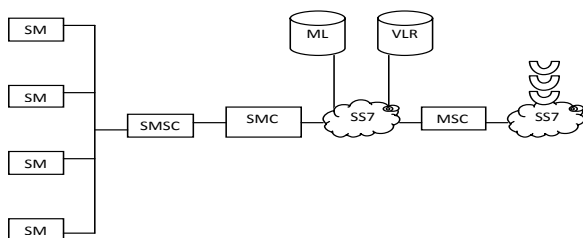
Pin	Sinyal	Deskripsi
1	GND	Ground (power supply)
2	Vcc	3.3 – 3.6 VDC(power supply)
3	VBak	Backup bateray
4	1PPS	1PPS(pulse per second output)
5	RX1	Serial input 1(Reserved)
6	TX1	Serial output1(Reserved)
7	TX0	Serial output 0 (NMEA out)
8	RX0	Serial input 0 (NMEA in)
9	nRST	Reset input
10	CONF	NMEA configuration (serial port seting)
11	Res.	Reserved
12	GNDANT	Antena ground
13	ANT	Antena signal
14	GNDANT	Antena ground
15	VANT	Power Suplay antenna

GSM (*Global System for Mobile Communication*) adalah sebuah sistem telekomunikasi terbuka, tidak ada pemilikan (*non-proprietary*) melainkan kepemilikan hak cipta suatu perusahaan yang berkembang secara pesat dan konstan. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk internasional *roaming*, menjadikannya sebagai sistem standar tanpa batasan hubungan pada lebih dari 159 negara. Dengan GSM satelit *roaming*, pelayanan juga dapat mencapai daerah-daerah yang terpencil. SMS diciptakan sebagai

bagian dari standar GSM. Seluruh operator GSM *network* mempunyai *Message Centre* (MS), yang bertanggung jawab terhadap pengoperasian atau manajemen dari berita-berita yang ada.

Bila seseorang mengirim berita kepada orang lain dengan ponselnya, maka berita ini harus melewati MC dari *operator network* tersebut, dan MC ini dengan segera dapat menemukan penerima berita tersebut. MC ini menambah berita tersebut dengan tanggal, waktu dan nomor dari si pengirim. Apabila handphone penerima sedang tidak aktif, maka MC akan menyimpan berita tersebut dan akan segera mengirimnya apabila *handphone* penerima terhubung dengan *network* atau aktif.

Short Message Service adalah salah satu jasa layanan dari perusahaan operator telepon selular GSM. Dengan sarana ini maka telepon selular dapat menerima dan mengirimkan pesan-pesan pendek dengan bentuk teks dengan panjang maksimal sebanyak 160 karakter untuk alfabet latin dan 70 karakter untuk alfabet non latin, seperti : alfabet Arab atau Cina. Ada satu hal yang sangat menarik dari layanan ini, yaitu tawaran tarif yang relatif murah untuk setiap kali pengiriman pesan. Gambar 2 mengilustrasikan diagram blok elemen pendukung SMS.



Gambar 2. Elemen pendukung SMS (Sunyoto, 2005)

Keterangan:

(1) SME (*Short Message Entity*), merupakan tempat penyimpanan dan pengiriman pesan yang akan dikirimkan ke MS tertentu. (2) SMSC (*Short Message Service Center*) fungsi untuk menerima pesan dari MSE dan melakukan *forwarding* ke alamat MS yang dituju. (3) SMS-GMSC (*Gateway MSC for Short Message Service*), yaitu fungsi dari MSC yang mampu menerima pesan dari SC, kemudian mencari informasi ruting ke HLR, selanjutnya mengirim ke VMSC dimana pelanggan tersebut berada. (4) SMS-IWMMSC (*Internetworking MSC for Short Message Service*), yaitu fungsi dari MSC yang mampu mengirim pesan dari PLMN dan meneruskannya ke SC. (5)

HLR dan VLR (*Home/Visitor Locator register*) merupakan nomor yang teregistrasi dalam MSC. (6) BSS (*Base Service Station*) untuk melayani subscriber.

Teknologi mikrokontroler berkembang pesat seiring dengan kebutuhan pasar yang membutuhkan suatu piranti yang dapat mendukung perangkat yang canggih namun dengan biaya yang murah. Mikrokontroler merupakan teknologi semikonduktor dengan kandungan transistor yang lebih banyak namun hanya membutuhkan ruang yang kecil. Produsen mikrokontroler berlomba-lomba membuat inovasi baru dalam memenuhi permintaan pasar.

Mikrokontroler adalah suatu komponen semikonduktor yang didalamnya sudah terdapat suatu sistem mikroprosesor seperti ALU, ROM, RAM dan port I/O dan dibedakan menjadi dua jenis /tipe, yaitu: (1) Tipe CISC atau *Complex Instruction Set Computing*, yaitu tipe yang mempunyai banyak instruksi namun fasilitas internal secukupnya saja. (2) Tipe RISC atau *Reduced Instruction Set Computing* yaitu tipe yang mempunyai banyak fasilitas internal namun jumlah instruksi lebih sedikit. (Wardana Lingga, 2006).

Salah satu pabrikan mikrokontroler yang cukup terkenal dan sudah banyak digunakan adalah ATMEL, dengan perkembangan terakhir, yaitu generasi AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*), teknologi AVR membuat para desainer sistem elektronika dan kendali telah diberi suatu teknologi yang memiliki kapabilitas yang amat maju, tetapi dengan minimal. Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur tipe RISC yang mempunyai instruksi hanya sekitar 118 dan sebagian instruksi dieksekusi dalam satu detak namun jika dibandingkan seri MCS51 yang mempunyai instruksi lebih banyak yaitu 255, dan dieksekusi dalam 12 siklus detak, semakin banyak instruksi membuat pemrogram lebih sulit karena lebih kompleks dan semakin lama instruksi dieksekusi membuat lambat kecepatan mikrokontroler.

Secara umum, mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

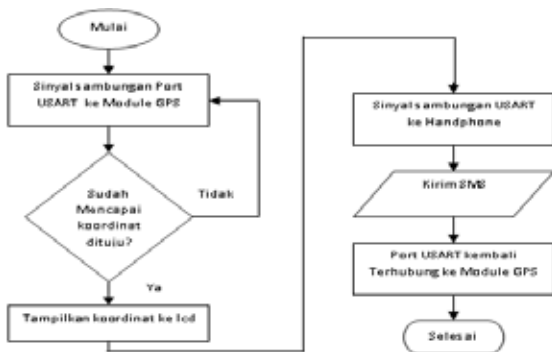
Bagian kendali palang pintu terdiri dari komponen hand-phone penerima, mikrokontroler ATmega8, dan *driver motor dc*. Sebagai pembatas gerakan palang pintu digunakan sensor limit switch.

Pengujian perangkat keras dilakukan bagian per bagian, dengan tujuan untuk mempermudah melacak kesalahan jika terjadi kesalahan, setelah semua bagian bekerja dengan baik barulah diuji sistem secara keseluruhan. Hasil pengujian per bagian terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Perangkat Keras per Blok

No.	Blok Rangkaian	Hasil Pengujian
11	Sistem minimum mikrokontroler	Bekerja dengan baik
22	Rangkaian GPS	Bekerja dengan baik
33	Antarmuka mikrokontroler dengan GPS	Bekerja dengan baik
44	Antarmuka mikrokontroler dengan Handphone	Bekerja dengan baik
55	Rangkaian kendali palang pintu	Bekerja dengan baik

Perangkat lunak dibuat dengan bahasa pemrograman C untuk program di mikrokontroler, Diagram alir program mikrokontroler terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir program pembacaan data GPS dan pengiriman sms

Setelah setiap bagian diuji, kemudian dilakukan pengujian secara sistem keseluruhan. Hasil pengujian pengukuran koordinat terdapat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Koordinat Lintang dan Bujur

No	Lo-kasi	Koordinat terukur alat hasil penelitian	Koordinat terukur alat standar		Kesalahan	
			Lintang	Bujur	Lintang	Bujur
1	A	0747.4107,S, 11010.5528,E	7°49'	111°11'	1,6'	1°1'
2	B	0747.1079,S, 11012.2180,E	4°48'	111°15'	0,9'	1°3'
3	C	0745.3979,S, 11016.0018,E	7°46'	111°18'	0,7'	1°2'
4	D	0743.4724,S, 11020.9772,E	7°44'	111°21'	0,6'	1°1'
5	F	0742.7455,S, 11031.1895,E	7°43'	111°31'	0,3'	1°0'
Kesalahan rata-rata					0,82'	1°1,4'

Informasi yang terdapat pada penerima GPS ada beberapa macam yaitu koordinat lintang, bujur, kecepatan, waktu dan lain-lain, pada sistem ini informasi yang diperlukan terdiri dari informasi posisi koordinat lintang dan bujur. Data koordinat lintang dan bujur ini diperlukan untuk menentukan posisi kereta api kemudian dibandingkan dengan koordinat yang sudah diketahui sebelumnya sehingga kereta api yang akan melintas di persimpangan kereta api tertentu dapat terdeteksi.

Dari deretan data serial di GPS besaran koordinat lintang dan bujur ditandai dengan header <\$GPGGA>, data setelah *header* tersebut adalah data koordinat, untuk membaca data lintang dan bujur maka setelah ketemu tanda koma dua kali kemudian dibaca karakter nilai koordinat. Data lintang diakhiri dengan 'N' atau 'S', sedangkan data bujur diakhiri dengan 'E' atau 'W'.

Data SMS dari handphone ke SMS Center dikirimkan dalam format PDU, sehingga data teks (ASCII) diubah terlebih dahulu menjadi data PDU, disisi penerima data PDU diubah kembali menjadi data teks.

Format PDU terdiri delapan header yang di setiap header mengandung informasi yang berbeda-beda. Header yang terdapat pada format PDU adalah: nomor SMS *Centre*, tipe SMS, nomor Referensi SMS, nomor Ponsel Penerima, bentuk SMS, skema *Encoding Data I/O*, jangka waktu sebelum SMS *Expired*, dan isi SMS.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembuatan sistem dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya pada laporan ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: (1) Aplikasi GPS untuk pengendali palang pintu kereta api sebagai tambahan aplikasi pada modul praktik mikrokontroler terdiri bagian GPS receiver (mikrokontroler, GPS receiver, dan LCD); bagian pengiriman sms (GPS receiver, mikrokontroler, *handphone* pengirim, *handphone* penerima); bagian kendali palang pintu (*handphone* penerima, mikrokontroler, *motor dc*, *sensor limit switch*), (2) Aplikasi GPS pada modul

praktikum mikrokontroler dapat dibagi menjadi tiga modul praktik, yaitu: (a) Praktik pembacaan GPS receiver berupa data koordinat lintang dan bujur dengan hasilnya ditampilkan pada LCD, (b) Praktik pengiriman data sms antar pesawat *handphone*, (c) Praktik kendali palang pintu kereta api berdasarkan data SMS; (3) Pembacaan data koordinat lintang dan bujur dengan alat yang dibuat jika dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan alat yang ada di pasaran mempunyai tingkat kesalahan rata-rata sebesar 0,82' untuk koordinat lintang, sedangkan kesalahan koordinat bujur sebesar 1^o1,4'.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, ZA. (2007). *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: Pranya Paramita.
- Seeber, G. (1993). *Satellite Geodesy*. Berlin-New York. Walter de Gruyter.
- Sunyoto, A. (2001). Integrasi Modul GPS Receiver dan GPRS untuk Penentuan Posisi dan Jalur Pergerakan Obyek Bergerak (Studi Kasus: Penentuan Posisi Taksi di Yogyakarta). *Tesis*. Yogyakarta: Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjahmada.
- Wardana, Lingga. (2006). *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATmega 8535*. Yogyakarta: Andi.