

Sistem Monitoring Kendaraan Secara 3D dengan Sensor Tekanan Udara dan Global Positioning System (GPS) Berbasis Web Secara Realtime

Fatkhur Rohman, Jatmiko E. Suseno dan Catur E. Widodo

¹⁾Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

E-mail: fatkhur.rohman@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

A research on telemetry or remote measurement has been conducted, for the parameters of the position of a moving object, ie the vehicle. Parameters such as latitude and longitude position is obtained from the GPS receiver (Global Positioning System). GPS receiver is used Ublox Noe 6 M. In addition it's also added a altitude parameter, which is obtained by converting the changes of air pressure. Sensor BMP180 used to measure air pressure. Both of these devices are read and controlled by a microcontroller ATmega328 with the Arduino software. The GPS receiver to get latitude and longitude coordinates from the satellite. Coordinates data is sent to a microcontroller, combined with altitude data, then data sent to the database server using internet with GSM network. In this system used web interface that allows users to monitor the position of the vehicle, without necessary for special receiving station. Based on the results of validation latitude and longitude coordinates from the GPS receiver, with GARMIN GPS devices with the GPSMAP 78s series, this GPS receiver has the highest standart deviation ± 0.000006 degrees for the longitude and ± 0.000012 for latitude. The position of the vehicle in form of latitude and longitude coordinates, then illustrated on Google Maps. The results of this study, acquisition system that has been mounted on the vehicle position coordinates can transmit data to the server, and the data transmission process becomes faster and cheaper. This system will continue sends the data for vehicles that are in the area covered by the GSM network provider. Lack of this system is data transmission medium that is highly dependent on the availability of the GSM network. If the GSM network is weak, it can cause failures in data transmission.

Keywords: GPS, telemetry by GSM internet, vehicle position, the web interface, latitude and longitude. Google Maps

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang telemetri atau pengukuran jarak jauh, untuk parameter posisi dari objek yang bergerak, yaitu kendaraan. Parameter posisinya berupa lintang dan bujur ini diperoleh dari alat penerima GPS (Global Positioning System). Alat penerima GPS yang digunakan adalah Ublox Noe 6 M. Selain itu ditambahkan juga parameter ketinggian, yang didapatkan dengan melakukan konversi perubahan tekanan udara. Untuk mengukur tekanan udara ini digunakan sensor BMP180. Kedua perangkat ini dibaca dan dikontrol oleh mikrokontroler Atmega328 dengan software Arduino. Penerima GPS menerima mendapatkan koordinat lintang dan bujur dari satelit. Data koodinat ini dikirim ke mikrokontroler, disatukan dengan data ketinggian, kemudian dikirim ke server database dengan menggunakan jaringan internet GSM. Dalam sistem ini digunakan antarmuka web sehingga memudahkan pengguna untuk melakukan pemantauan posisi kendaraannya, tanpa memerlukan stasiun penerima khusus. Berdasarkan hasil validasi koordinat lintang dan bujur dari penerima GPS, dengan alat GPS GARMIN dengan seri GPSMAP 78s, penerima GPS ini memiliki nilai simpangan baku tertinggi ± 0.000006 derajat untuk bujur, dan ± 0.000012 untuk lintang. Posisi kendaraan yang berupa koordinat lintang dan bujur ini, kemudian diilustrasikan pada Google Maps. Alat yang sudah dipasang pada kendaraan dapat mengirimkan data koordinat posisi ke server. Sistem ini akan terus megirimkan data selama kendaraan berada pada daerah yang terjangkau oleh penyedia jaringan GSM. Kekurangan dari sistem ini adalah media transmisi data yang sangat bergantung terhadap ketersediaan jaringan GSM. Jika jaringan GSM lemah, dapat menyebabkan kegagalan dalam pengiriman data.

Kata kunci: GPS, telemetri dengan internet GSM, posisi kendaraan, antarmuka web, lintang bujur. Google Maps

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem *tracking* kendaraan berguna untuk mengetahui lokasi kendaraan. Sistem ini sangat berguna bagi pemilik usaha persewaan kendaraan, atau untuk dipakai pribadi, sehingga bisa mengurangi resiko hilangnya kendaraan. Selain itu, sistem *tracking* juga bermanfaat bagi pengusaha jasa angkutan, untuk memastikan armada kendaraanya berjalan pada trayek atau jalur yang sudah ditentukan[1]. GPS dapat memberikan informasi posisi secara detail dan *realtime* yang berisi *longitude* (bujur), *latitude* (lintang), arah dan kecepatan. Pengintegrasian data GPS dengan peta akan menjadi sistem *tracking* dalam bentuk peta perjalanan digital[2]. Sistem *tracking*, tidak bisa terlepas dari media pengiriman data secara nirkabel. Media nirkabel yang memungkinkan untuk melakukan hal ini adalah jaringan GSM. Kelebihan dari jaringan GSM yaitu mempunyai akses langsung ke internet [3]. Sampai saat ini, perkembangan teknologi GSM sudah mencapai generasi ke empat atau 4G yang mampu mentransmisikan data hingga 1 Gbit/s [4].

B. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini bertujuan untuk merancang sistem pemantauan posisi kendaraan secara 3D dengan GPS, dan sensor tekanan udara. Selain itu pemanfaatan server online, untuk server online, untuk menyimpan, memproses, serta menampilkan data lokasi hasil pembacaan sistem akuisisi. Dan yang terakhir adalah menguji keakuratan sistem yang dirancang.

METODE PENELITIAN GPS

GPS merupakan bagian dari sistem navigasi berbasis satelit, dimana Satelit

disebar secara merata menjadi 6 orbit dan setiap orbit ada empat atau lebih satelit. Setiap satelit GPS mentransmisikan dua jenis lebar spektrum, yang disebut dengan sinyal *L-Band*, yaitu L_1 dengan frekuensi sinyal pembawa 1.575,42 MHz, dan L_2 dengan frekuensi sinyal pembawa 1227,6 MHz. Sinyal L_1 mengalirkan data 50-bps (*bit per second*) yang berisi pesan navigasi. Pesan yang dibawa oleh sinyal L_1 adalah data *almanac* satelit, yang merupakan data orbital dari satelit tersebut, kemudian data *ephemeris* satelit, yang hampir sama dengan data *almanac*, tetapi lebih akurat dalam penentuan posisi satelit [5].

Dalam menentukan posisi *receiver* GPS, diberikan nilai *pseudorange*, yaitu perhitungan jarak antara satelit dan penerima GPS, berdasarkan pembacaan data *almanac* yang dikirim oleh satelit. Data *almanac* yang berisi waktu di ekstraksi oleh penerima GPS, kemudian dibandingkan dengan waktu internal yang ada pada penerima GPS. Dengan mengasumsikan waktu internal penerima GPS dan satelit GPS tersinkronisasi secara sempurna, maka selisih waktu yang dibaca dari data *almanac* terhadap waktu internal penerima GPS, dapat digunakan untuk mengitung jarak antara satelit dan penerima GPS. Selain nilai *pseudorange* yang sudah diketahui nilainya, data yang diperlukan adalah koordinat satelit, yang sudah diketahui juga, dan dikirim dalam data *almanac*[5].

Posisi antena penerima GPS dapat dihitung sebagai berikut:

$$\rho_r = \sqrt{(x - X)^2 + (y - Y)^2 + (z - Z)^2}$$

ρ_r = pseudorange (sudah diketahui)
 x,y,z = posisi satelit (sudah diketahui)
 X,Y,Z = posisi penerima GPS (belum diketahui) [5].

Google Maps

Pemetaan banyak digunakan untuk melihat lokasi suatu tempat berdasarkan koordinatnya. Beberapa solusi untuk pemetaan antara lain menggunakan Yahoo Maps dan Bing Maps, tapi yang paling terkenal adalah Google Maps[6].



Gambar 1. Contoh peta pada Google Maps

Prinsip kerja dari Google Maps ini adalah perpaduan antara HTML, CSS dan JavaScript. File peta adalah gambar yang dimuat secara tersembunyi dengan panggilan Ajax kemudian disematkan di <div> pada halaman HTML. Saat melakukan navigasi pada peta, API mengirim informasi tentang koordinat baru dan tingkat pembesaran peta, kemudian Ajax mengirimkan gambar baru sesuai informasi yang dikirim API. API sendiri pada dasarnya adalah file JavaScript yang berisi banyak *class*, dengan metode-metode dan properti-properti untuk berkomunikasi dengan Google Maps [6].

Tekanan Udara

Persamaan barometrik menggambarkan bagaimana perubahan tekanan sebagai fungsi dari ketinggian permukaan bumi, dengan asumsi percepatan gravitasi yang konstan. Persamaan barometrik ini dirumuskan :

$$\frac{dp}{dz} = - \frac{mgz}{kT} p$$

Solusi dari persamaan diatas adalah

$$p(z) = P_0 e^{-\frac{mgz}{kT}}$$

Dimana $p(z)$ adalah tekanan pada ketinggian z , m adalah massa partikel gas, g adalah percepatan gravitasi, k adalah konstanta Boltzman, yang nilainya $1,38066 \cdot 10^{-23}$ J/K, dan T adalah suhu. Untuk persamaan barometrik internasional, yang valid hingga ketinggian 11 Km adalah sebagai berikut :

$$p = \left(1 - \frac{0.00651 \cdot z}{288} \right)^{5,255} p_0$$

Dimana, p adalah tekanan pada ketinggian z dan p_0 adalah tekanan diatas permukaan laut, yaitu 101325 Pa [7].

GSM/GPRS Modem

Teknologi internet banyak dikembangkan untuk komunikasi. Aliran data internet melalui paket data meningkat dengan pesat. Banyak kegiatan sehari-hari yang dilakukan melalui internet. Seiring dengan perkembangan internet, jaringan seluler juga sama. Pengembangan kombinasi internet dan jaringan seluler memberikan fasilitas akses internet secara *mobile*. Paket data yang mendukung jaringan GSM adalah *General Packet Radio Service* (GPRS). Paket *switching* pada radio pada dasarnya adalah mengefisienkan sumber radio. *Bandwidth* dari stasiun radio dibagikan ke banyak pengguna. Secara teori. Kecepatan data GPRS adalah 9,06 kbit/s sampai 172 kbit/s, tergantung dari sumber radio yang tersedia serta kualitas koneksinya [8].

SIM800L adalah contoh GSM/GPRS modem untuk mikrokontroler. Dengan menggunakan *AT commands* yang dikirim dengan menggunakan jenis komunikasi serial, SIM800L dapat digunakan untuk mengirim dan menerima pesan, membuat dan menerima panggilan telepon dengan menggunakan kartu SIM operator seluler. SIM800L yang diintegrasikan langsung dengan mikrokontroler dapat melakukan

panggilan suara, sms, data, GPRS dan TCP/IP yang terintegrasi.



Gambar 2. GSM/GPRS Modem

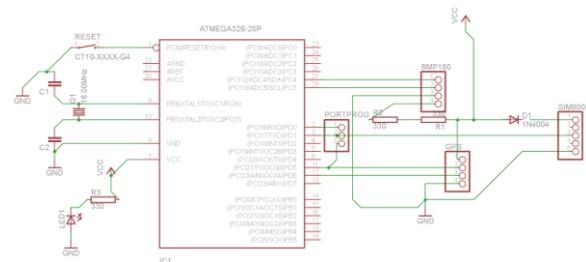
Pustaka dapat ditulis dalam teks menggunakan kurung kotak seperti [1], [2-5] dan lain-lain. Urutan daftar pustaka mengikuti urutan kapan muncul/digunakan pustaka tersebut.

RANCANGAN DAN REALISASI

Dalam penelitian ini, sistem dibagi menjadi 3 bagian utama, yaitu sistem akuisisi data, server, dan antar muka pengguna.

Sistem Akuisisi Data

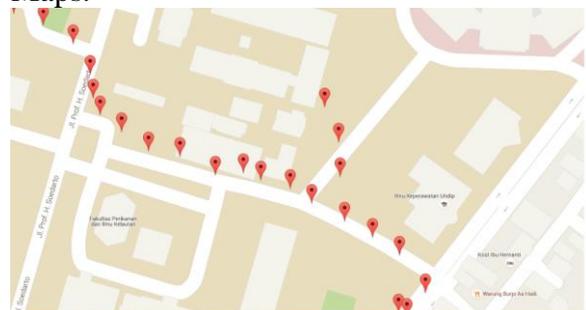
Sistem akuisisi data, terdiri dari komponen utama, yaitu GPS receiver, sensor tekanan udara, mikrokontroler, dan modem serial GSM. Sistem akuisisi data akan mendapatkan koordinat lintang dan bujur dari satelit GPS, kemudian informasi koordinat ini dikirim oleh GPS Receiver ke mikrokontroler. Setelah mendapatkan posisi lintang dan bujur, selanjutnya mikrokontroler membaca informasi tekanan udara dari sensor tekanan udara. Setelah semua informasi posisi diperoleh, kemudian mikrokontroler mengirimkan AT Command ke modem serial, yang berguna untuk mengirim data ke server. Pengiriman data ini menggunakan metode URL Variable. Pengiriman data dilakukan oleh sistem akuisisi secara periodik, dan terus menerus, sehingga perpindahan posisi dapat diketahui secara terus menerus.



Gambar 3. Desain rangkaian sistem akuisisi data

Server

Server pada sistem ini berperan dalam penyimpanan dan pengolahan data. Data hasil akuisisi yang dilakukan oleh sistem akuisisi data, dikirim ke server, dan kemudian data ini disimpan ke dalam database. Data base yang digunakan adalah MySQL. Selain melakukan penyimpanan terhadap data yang dikirim oleh sistem akuisisi, server juga melakukan pemrosesan data untuk mengubah data dalam bentuk koordinat lintang dan bujur, menjadi informasi posisi pada peta. Untuk melakukan hal ini, server menggunakan fasilitas peta yang diberikan oleh Google Maps.



Gambar 4. Hasil plotting koordinat pada peta dengan Google Maps.

Antar Muka Pengguna

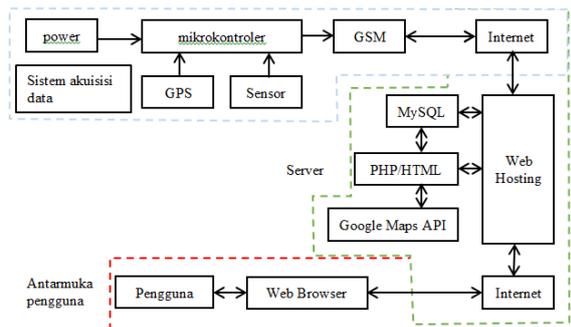
Sistem antar muka yang digunakan berbasis website. Pengguna harus melakukan login sesuai dengan akun yang sudah didaftarkan. Sistem login ini bertujuan agar data yang dikirim pengguna bersifat rahasia dan hanya pengguna saja yang bisa lakukan akses data. Fasilitas yang disediakan dalam sistem antarmuka ini antara lain, monitoring posisi pada peta,

mengetahui suhu lingkungan sekitar, serta konfigurasi server. Pada menu konfigurasi, pengguna dapat mengatur jumlah data yang akan tersimpan didatabase. Penggun juga dapat mengatur berapa banyak penanda posisi yang akan ditampilkan pada peta.



Gambar 5. Halaman login

Secara keseluruhan, ketiga komponen utama, yaitu sistem akuisisi data, server, dan antarmuka pengguna, ketiganya satu kesatuan yang tidak terpisahkan. Proses monitoring tidak bisa dilakukan tanpa adanya sistem antarmuka, begitu juga server, tidak akan menerima data, jika sistem akuisisi data bermasalah. Secara keseluruhan, diagram blok sistem adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Skema keseluruhan sistem

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keakuratan hasil pembacaan dari sistem akuisisi menjadi hal utama. Maka dari itu dilakukan uji validasi hasil akuisisi dari alat yang dibuat. Untuk keakuratan posisi

secara lintang dan bujur, dilakukan uji dengan cara membandingkan nilai hasil akuisisi koordinat oleh sistem akuisisi data, dengan alat GPS GARMIN dengan tipe GMAPS 78s berikut ini adalah tabel hasil perbandingannya.

Tabel 1. Data validasi posisi dari alat akuisisi data, dengan GPS sandar GARMIN GMAPS 78s

GARMIN GMAPS 78s		Alat Akuisisi Data	
Lintang	Bujur	Lintang	Bujur
-7.05238	110.44307	-7.05238	110.44308
-7.05247	110.44308	-7.05246	110.44308
-7.05278	110.44295	-7.05278	110.44297
-7.05315	110.44301	-7.05312	110.44302
-7.05348	110.44295	-7.05348	110.44291
-7.05374	110.44274	-7.05375	110.44273
-7.05391	110.44272	-7.05391	110.44271

Dari data diatas, bisa kita simpulkan bahwa, alat akuisisi data memiliki keakuratan sama dengan GPS standar GARMIN.

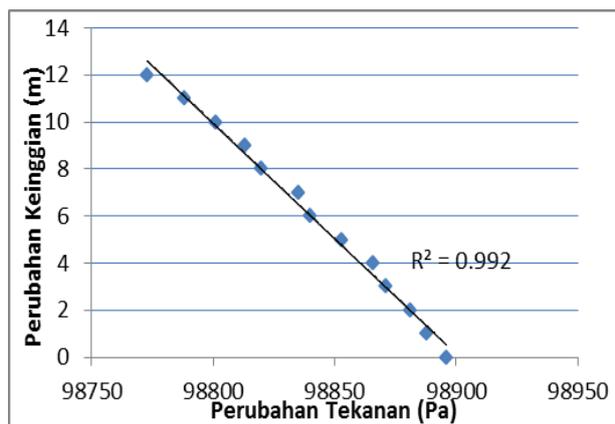
Sedangkan untuk mengguji kekuatan ketinggian, dilakukan dengan cara mengukur perubahan tekanan, dengan mengubah ketinggian alat setiap satu meter. Hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Pengujian ketelitian sensor tekanan udara

Ketinggian dari tanah (m)	Tekanan (Pa)	Konversi ke ketinggian (m)
0	98897.85	204.06
1	98888.13	204.89
2	98880.2	205.56
3	98870.35	206.40
4	98865.5	206.81
5	98852.53	207.91
6	98841.5	208.85
7	98835.6	209.35
8	98819.98	210.67
9	98813.28	211.24

10	98801.6	212.24
11	98788.03	213.39
12	98773.75	214.60

Jika data pada tabel 2 digambarkan dalam grafik, maka hasilnya adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik hasil uji coba sensor tekanan udara

Dari data percobaan, nilai error rata-ratanya adalah $\pm 0,25$ m.

Selain dari sisi pengambilan data, sistem telemetri juga menjadi hal yang utama. Sistem telemetri disini berfungsi untuk melakukan pengiriman data dari alat akuisisi ke server. Pada saat dilakukan pengujian, pengiriman data berhasil 100% tanpa terjadi error. Penujian dilakukan di sekitar kec. Tembalang, kota Semarang.

KESIMPULAN

Hasil akuisisi data posisi yang berupa data koordinat lintang dan bujur, memiliki keakuratan $\pm 2,5$ meter berdasarkan *datasheet* dari modul GPS, sama dengan GPS GARMIN GPSMAPS 78s. Sedangkan untuk akurasi ketinggian, berdasarkan pengujian, nilai error rata-ratanya adalah $\pm 0,25$ meter. Akurasi dari nilai latitude, longitude, dan altitude ini sudah akurat untuk

monitoring posisi kendaraan. Server online bisa digunakan sebagai media penyimpanan data dengan menggunakan MySQL, pemrosesan data dilakukan oleh server PHP, dan menampilkan data menggunakan server PHP, HTML dan Google Maps.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Wijaya, S.P., Christiyono, Y., dan Sukiswo, 2010, Alat Pelacak Lokasi Berbasis GPS Via Komunikasi Seluler, *Transmisi*, vol. 12, Issue 2, pg. 82-86.
- [2]. Binjammaz, T. A., Al-Bayatti, A.H. dan Al-Hargan, A.H., 2016, Context-aware GPS integrity monitoring for intelligent transport systems, *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, vol. 3, Issue 1, pg. 1-15.
- [3]. Taferner, M., dan Bonek, E., 2002, *Wireless Internet Access over GSM and UMTS*, Springer, Berlin.
- [4]. Akyildiz, I. F., Gutierrez, E. D. M., dan Reyes, E. C., 2010, The evolution to 4G cellular systems: LTE-Advanced, *E+Isevier – Physical Communication*, 3, 217-244.
- [5]. Grewal, M. S., Lawrence R. W. dan Angus P. A., 2007, *Global Positioning Systems, Inertial Navigation, And Integration Second Edition*, A John Wiley & Sons, Inc., USA.
- [6]. Svennerberg G., 2010, *Begining Google Maps API 3*, Apress, New York.
- [7]. Benenson, W., Stocker, H., Harris, J.W., dan Lutz, H., 2011, *Handbook of Physics*, Sringer Verlag, New York.

- [8]. Taferner, M., dan Bonek, E., 2002,
Wireless Intenet Access over GSM and UMTS, Springer, Berlin.