

Sistem Pemantauan Posisi Mobil Dengan Menggunakan *Global Position System* (GPS) Melalui *Radio Transceiver*

Yuliawati Salim¹, Tjandra Susila² dan Pono Budi Mardjoko¹

Abstract: Applications Fleet Management System (FTM) today has developed quite rapidly along with the development of the Global Positioning System (GPS), Geographic Information Systems (GIS) and data communications. This application is very useful in the field of transportation for monitoring the movement of a fleet of vehicles that facilitate the pengelolah to perform management and planning. GPS is a technology that uses satellite communications. GPS satellites circulating on the earth there are 31 satellites at an altitude of 20200 km, so that wherever we are on earth can be monitored at least 4 GPS satellites, except in buildings, in caves, under the ground and in the water. Time used in GPS is the most accurate time because it is based on the Universal Time Coordinate (UTC). So that position data can be sent from one place to another, of course, required a means of communication. Communication tools used in this system is the radio frequency transceiver to the Very High Frequency (VHF). GIS used in this system is the Google Earth map software that uses visual basic. At the time pengujian, no problems were encountered, namely: antenna GPS receiver can not receive satellite signals, this is due to the GPS receiver antenna is exposed to radiation from the antenna radio transceiver. Therefore, we need a circuit which provides a delay. The circuit used is a stable multivibrator coupled with the relay. So when the receiver antenna receives GPS signals, radio transceiver does not transmit data. In the next development could be added to the microcontroller to be used as a delay or to store data temporarily and request delivery of user data can be. This tool can also be added to the camera, so not only position data to be sent, but also pictures the state of the car.

Keywords: Fleet Management System (FTM), Global Positioning System (GPS), Geographic Information Systems (GIS), Very High Frequency (VHF)

Abstrak: Aplikasi Fleet Management System (FTM) dewasa ini mengalami perkembangan yang cukup pesat seiring dengan perkembangan Global Positioning System (GPS), Sistem Informasi Geografis (SIG) dan komunikasi data. Aplikasi ini sangat bermanfaat di bidang transportasi untuk pemantauan pergerakan armada kendaraan sehingga mempermudah pihak pengelola untuk melakukan *management* dan perencanaan. GPS merupakan teknologi komunikasi yang menggunakan satelit. Satelit GPS yang beredar diatas bumi terdapat 31 satelit pada ketinggian 20200 km, sehingga dimanapun kita berada di bumi dapat dipantau minimal 4 satelit GPS, kecuali di dalam gedung, di goa, di bawah tanah dan di dalam air. Waktu yang digunakan dalam GPS adalah waktu yang paling akurat karena berdasarkan *Universal Time Coordinate* (UTC). Agar data posisi tersebut dapat dikirim dari suatu tempat ke tempat lain, tentu saja dibutuhkan suatu alat komunikasi. Alat komunikasi yang digunakan dalam sistem ini adalah *radio transceiver* pada frekuensi *Very High Frequency* (VHF). SIG yang digunakan dalam sistem ini adalah peta *Google Earth* yang menggunakan *software visual basic*. Pada waktu pengujian, ada kendala yang dihadapi yaitu: antena *receiver* GPS tidak dapat menerima sinyal satelit, hal ini disebabkan antena *receiver* GPS terkena radiasi dari antena *radio transceiver*. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu rangkaian yang memberikan *delay*. Rangkaian yang digunakan adalah *astable multivibrator* ditambah dengan *relay*. Sehingga sewaktu antena *receiver* GPS menerima sinyal, *radio transceiver* tidak mentransmit data. Pada pengembangan berikutnya dapat ditambahkan dengan mikrokontroler untuk digunakan sebagai *delay* atau untuk menampung data sementara dan permintaan pengiriman data dapat dari *user*. Alat ini juga dapat ditambahkan kamera, jadi bukan data posisi saja yang akan dikirim, melainkan juga gambar keadaan dalam mobil.

Kata kunci: Fleet Management System, Global Positioning System (GPS), Sistem Informasi Geografis (SIG), *Universal Time Coordinate* (UTC), *Very High Frequency* (VHF), *receiver*, *radio transceiver*, *delay* dan *astable multivibrator*

PENDAHULUAN

Aplikasi *Fleet Management System* dewasa ini mengalami perkembangan yang cukup pesat seiring dengan perkembangan *Global Positioning System* (GPS), Sistem Informasi Geografis (SIG) dan komunikasi data. GPS sebagai penentu posisi kendaraan, SIG sebagai penyedia informasi spasial dan komunikasi data berfungsi sebagai penghubung kendaraan dengan pusat kontrol. Masalah yang seringkali timbul pada perusahaan pengiriman barang adalah adanya keterlambatan pengantaran barang akibat kurangnya *management* dan perencanaan, sehingga barang tersebut tidak diantar sesuai dengan waktunya.

Hal diatas dapat diatasi dengan adanya, *management* dan perencanaan terhadap pengemudi, yaitu: dengan cara memantau posisi mobil melalui layar komputer secara *real time*. Hal ini, yang menjadikan latar belakang penulis untuk memilih judul Perancangan Sistem Pemantauan Posisi Mobil Dengan Menggunakan *Global Positioning System* Melalui *Radio Transceiver*.

Survei selanjutnya di *Traffic Management Center* (TMC) Dinas Lalu Lintas, pengemudi taksi *Blue Bird* dan PT. JASNITA TELEKOMINDO. Pada TMC pengiriman posisi data menggunakan *radio transceiver*. Pada sistem taksi *blue bird* terdapat 2 sistem, yaitu: untuk komunikasi suara menggunakan *radio transceiver* dan untuk data posisi menggunakan GPRS/GSM. Di dalam taksi terdapat *Mobile Data Terminal* (MDT), melalui MDT ini penawaran akan diterima oleh supir taksi. Ketika, operator menerima telepon dari pelanggan, operator akan menanyakan alamat pelanggan. Operator bukan mengontak supir, tetapi mengirimkan data alamat pelanggan melalui MDT. Supir taksi yang tercepat menekan tombol adalah supir yang mendapatkan penawaran.

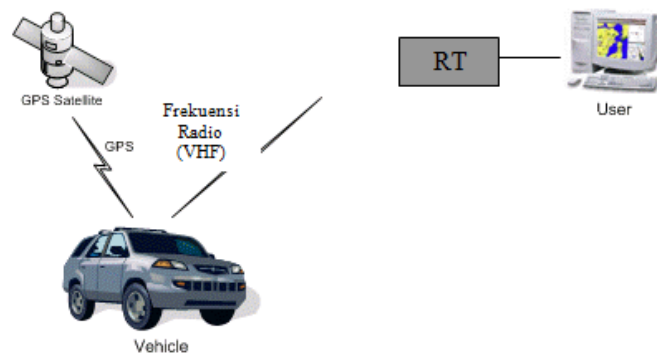
Berdasarkan hasil survei diatas, maka dibuatlah suatu sistem pemantau posisi mobil menggunakan *radio transceiver*. Data yang diperoleh dari GPS berupa lintang, bujur dan waktu akan di transmisikan melalui frekuensi radio, dimana frekuensi radio ini bekerja pada daerah *Very High Frequency* (VHF). Kemudian, data tersebut ditampilkan di peta pada komputer secara *real time*. Pada layar komputer ditampilkan : posisi mobil, data NMEA, kecepatan mobil, waktu berdasarkan *Universal Time Coordinate* (UTC) dan suara.

¹ Jurusan Teknik Elektro, Universitas Tarumanagara Jakarta

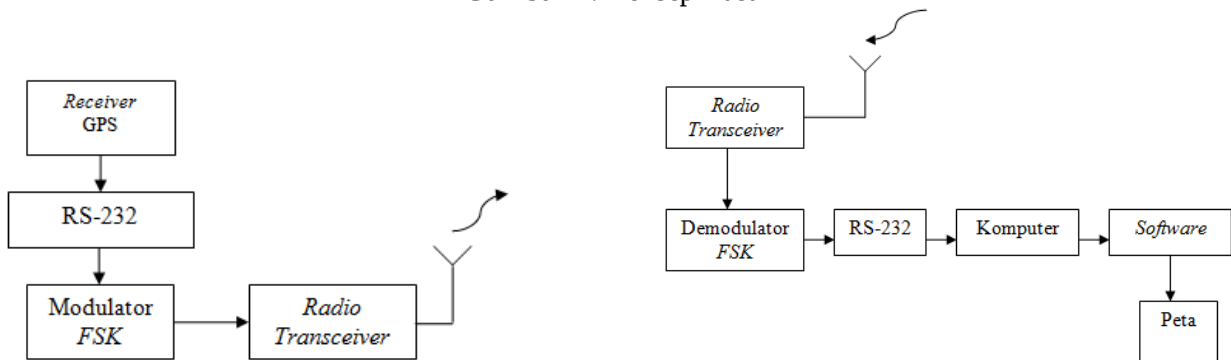
² Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti Jakarta

Landasan Teoritik

Sistem pemantau posisi mobil dengan menggunakan GPS melalui *radio transceiver* adalah sebuah sistem yang digunakan untuk mengetahui posisi mobil melalui peta yang akan ditampilkan di layar komputer. Sistem ini terdiri dari dua bagian utama yaitu bagian *transmitter* dan bagian *receiver*. Bagian *transmitter* dipasang pada mobil.



■ Gambar 1. Konsep Dasar



■ Gambar 2. Diagram Blok untuk Bagian Transmitter

■ Gambar 3. Diagram Blok untuk User

Bagian *transmitter* ini di pasang antena *receiver* GPS, *receiver* GPS, antena dipole, *radio transceiver*, RS-232 dan modulator. Pada bagian *receiver* di *user*, terdiri dari: antena dipole, *radio transceiver*, demodulator, RS-232 dan komputer.

Data lintang, bujur, kecepatan dan waktu yang diperoleh dari *receiver* GPS akan di modulasi secara *Frequency Shift Keying (FSK)* oleh modulator, kemudian ditransmisikan oleh *radio transceiver* pada frekuensi *Very High Frequency (VHF)*. Pada bagian *receiver* sinyal tersebut diterima oleh *radio transceiver* dan didemodulasi secara *FSK*, kemudian data tersebut diterima pada komputer. Konsep dasar dari sistem pemantauan posisi mobil dengan menggunakan GPS melalui *radio transceiver* dapat dilihat pada Gambar 1.

Sistem *Global Positioning System (GPS) tracking* merupakan perpaduan antara beberapa teknologi, antara lain:

1. Teknologi Penentu Posisi / *Global Positioning System (GPS)*.
2. Teknologi Telekomunikasi.
3. Teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG).

Diagram Blok

Diagram blok secara keseluruhan dari sistem ini dapat dilihat jelas pada Gambar 2 dan Gambar 3. Diagram blok pada *transmitter* terdiri dari *receiver* GPS, RS-232, modulator FSK dan *radio transceiver*. Data lintang, bujur, kecepatan dan waktu yang diperoleh dari *receiver* GPS yang berupa sinyal digital akan di modulasi secara FSK menjadi sinyal analog. Agar data dari *receiver* GPS dapat dihubungkan ke modulator, maka dibutuhkan RS-232 untuk meng-*covert* tegangan dari *receiver* GPS ke modulator. Sinyal analog yang dihasilkan oleh modulator akan dihubungkan ke eksternal *mic* pada *radio transceiver*. Sinyal analog tersebut dikirim ke *user* melalui *radio transceiver* pada frekuensi VHF.

Diagram blok pada *receiver* terdiri dari antena dipole, *radio transceiver*, demodulator FSK, RS-232, komputer, *software* dan peta. Sinyal analog dari *transmitter* diterima oleh *radio transceiver* pada *user*. Eksternal *speaker* pada *radio transceiver* *user* dihubungkan dengan *speaker*. Dari *speaker* dihubungkan ke demodulator, agar didemodulasi menjadi sinyal digital. Sinyal digital agar dapat diterima oleh komputer, maka dibutuhkan RS-232 untuk meng-*covert* tegangan. Data digital tersebut diterima pada komunikasi serial komputer. Data digital tersebut diolah oleh suatu *software*, yaitu: *visual basic version 6*. *Software* ini akan mengkalibrasi hasil dari *receiver* GPS dengan peta *Google Earth* dan *software* ini akan menampilkan data posisi beserta suara.

Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System (GPS) merupakan sistem navigasi satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat / *United State Department of Defense (U.S DoD)*. GPS ini memungkinkan kita

mengetahui posisi geografis kita (lintang, bujur dan ketinggian di atas permukaan laut) dalam waktu *real time*. Satelit tersebut mengirimkan posisi dan waktu kepada pengguna di seluruh dunia. Teknologi GPS ini tidak berbayar, cukup dengan membeli perangkat penerima GPS selanjutnya informasi posisi dapat kita dapatkan.

Global Positioning System (GPS) untuk menghasilkan lintang, bujur, waktu dan kecepatan terdiri dari 3 segmen, yaitu [8]:

- **Segmen Angkasa**
Terdiri dari 24 satelit yang beroperasi dalam 6 orbit pada ketinggian 20200 km dan inklinasi 55 derajat dengan periode 12 jam (satelit akan kembali ke titik yang sama dalam 12 jam).
- **Segmen Kontrol / Pengendali**
Terdapat pusat pengendali utama, terletak di Colorado dan terdapat 4 stasiun monitor yang tersebar di seluruh dunia.
- **Segmen Pengguna**
Pada sisi pengguna dibutuhkan penerima GPS / perangkat GPS.

Semua stasiun pemantau memantau semua satelit GPS dan mengumpulkan informasinya. Kemudian, stasiun pemantau mengirimkan informasinya ke stasiun pengendali utama di Colorado. Stasiun utama melakukan perhitungan dan pengecekan orbit satelit. Informasi tersebut kemudian informasi itu dikoreksi dan kemudian di kirim ke satelit. Informasi tersebut berisi data orbital dan data *clock*. Baru kemudian di kirim ke perangkat GPS.

Perangkat GPS menerima sinyal yang ditransmisikan oleh satelit GPS. Dalam menentukan posisi, membutuhkan 3 satelit untuk penentuan posisi 2 dimensi (lintang dan bujur) dan paling sedikit 4 satelit untuk penentuan posisi 3 dimensi (lintang, bujur dan ketinggian). Semakin banyak satelit yang diperoleh, maka akurasi posisi semakin tinggi. Dalam menentukan posisi 3 dimensi membutuhkan paling sedikit 4 satelit, 3 satelit untuk menghitung posisi dan 1 satelit untuk *T / waktu*. GPS mempunyai 2 tingkat ketelitian, yaitu:

- **Standar Positioning System (SPS)**
SPS merupakan yang disediakan untuk umum (sipil), tingkat akurasi yang dihasilkan adalah 100 meter untuk posisi horizontal dan 150 meter untuk posisi vertikal.
- **Precision Positioning System (PPS)**

PPS ini digunakan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat dan tidak disediakan untuk umum.

Sejak Mei tahun 2000, pemerintah Amerika Serikat telah meningkatkan akurasi untuk SPS dengan menon-aktifkan *selective availability* (SA) hingga 10 sampai 15 meter untuk posisi horizontal. Untuk mengetahui posisi dari suatu titik yang akurat, maka dibutuhkan 4 satelit. Tiga satelit digunakan untuk menentukan lintang, bujur dan ketinggian. Satu satelit digunakan untuk menentukan waktu. Cara kerja 3 satelit dalam menentukan posisi. Misal : ada satelit 1 yang mempunyai jari-jari 7 km, kemudian ada satelit 2 yang mempunyai jari-jari 14 km. Antara 2 satelit tersebut, maka didapat 2 titik potong. Tidak mungkin dalam satu waktu, seseorang berada di 2 tempat. Oleh karena itu, membutuhkan satu satelit lagi, yaitu: satelit 3. Satelit 3 yang mempunyai jari-jari sebesar 3 km. Maka, didapatkan satu titik potong yang merupakan posisi dari *receiver* GPS. Satelit GPS tidak mengirimkan posisinya dalam bentuk lintang dan bujur, melainkan *ephemeris* (data orbital) yang berupa azimuth dan elevasinya. Data ini akan diolah menjadi lintang dan bujur oleh *receiver* GPS.

Komunikasi Serial Pada Komputer

Untuk komunikasi serial dengan komputer, terdapat konektor *serial port* DB-9 pada bagian belakang *Central Processing Unit* (CPU). Pada komputer biasanya dapat ditemukan dua konektor *serial* DB-9 yang biasa dinamai COM1 dan COM2. DB-9 ada 2 jenis, yaitu: *female* dan *male*. Data yang di terima dari komunikasi serial dapat dilihat pada bagian *hyperterminal*.

Dalam komunikasi serial membutuhkan RS-232, dikarenakan untuk mengubah format tegangan keluaran *receiver* GPS. Konverter yang paling mudah digunakan adalah MAX-232 buatan MAXIM Corp. Dari *receiver* GPS yang berupa sinyal digital, perlu dimodulasi menjadi sinyal analog oleh modulator. Maka, dibutuhkan suatu *converter* format tegangan, yaitu : RS-232. Pada *receiver*, sinyal analog tersebut diterima oleh *radio transceiver*, kemudian didemodulasi oleh demodulator menjadi sinyal digital. Agar sinyal digital tersebut dapat diterima pada komputer, maka perlu suatu komunikasi serial, yaitu: RS-232.

Modulator FSK

Modulator digunakan untuk memodulasi gelombang digital menjadi gelombang analog. Pemodulasiannya menggunakan modulasi fasa / FSK. Gelombang FSK dapat dilihat pada Gambar 4. Sebuah gelombang cosinus dapat ditulis dengan rumus :

$$V(t) = V \cos (\omega t + \phi) \dots\dots\dots(1)$$

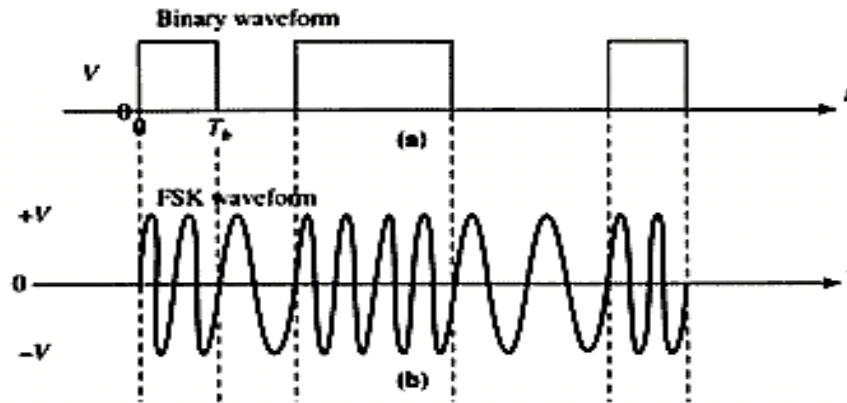
dengan:

V = amplitudo gelombang.

ω = frekuensi sudut gelombang.

t = waktu.

ϕ = fasa gelombang.



■ Gambar 4. Gelombang FSK [3]

Karena di modulasi secara FSK, maka yang berubah adalah ω . Gelombang yang mau dimodulasi dinamakan sinyal *carrier* (pembawa), sedangkan gelombang yang memodulasi dinamakan sinyal informasi. Frekuensi *output* FM dapat ditulis:

$$\omega(t) = \omega_c + k V_m(t) \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

ω_c = frekuensi *carrier*.

V_m = gelombang pemodulasi.

k = konstanta dalam Hz/Volt.

Misal : $V_m(t)$ adalah suatu gelombang sinus

$$V_m(t) = V_m \sin \omega_m t \dots\dots\dots (3)$$

Dari persamaan (1) dan (2) menjadi :

$$V(t) = V \cos (\omega t + \phi) \dots\dots\dots (4)$$

$$V(t) = V \cos [(\omega_c + k V_m(t)) t + \phi] \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{Apabila : } \Delta f (\text{deviasi frekuensi puncak}) = k \cdot V_m \dots\dots\dots (6)$$

$$V(t) = V \cos [(\omega_c + \Delta f \sin \omega_m t) t + \phi] \dots\dots\dots (7)$$

Umumnya fasa *carrier* bernilai nol, sehingga:

$$V(t) = V \cos [(\omega_c + \Delta f \sin \omega_m t) t] \dots\dots\dots (8)$$

Jika sinyal pemodulasi adalah gelombang biner, maka output modulator $V(t)$ mempunyai frekuensi yang berubah dari satu frekuensi ke frekuensi yang lain. Jadi output modulator adalah:

$$V(t) = V \cos (\omega_c t \pm n) \dots\dots\dots (9)$$

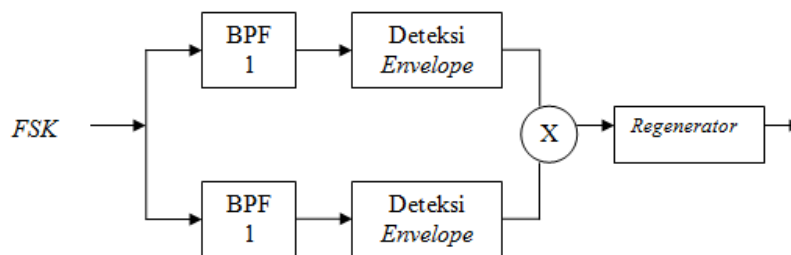
Keluaran dari *receiver* GPS menghasilkan sinyal digital. Masukan *radio transceiver* adalah sinyal analog. Sinyal digital tersebut perlu dimodulasi menjadi sinyal analog.

Rangkaian modulator FSK ini dibuat menggunakan IC yang bertipe XR-2206. IC ini dalam membangkitkan sinyal FSK menggunakan metode *Phase Locked Loops* / VCO. Rangkaian VCO terintegrasi dalam chip tersebut. Masalah diskontinuitas dapat diatasi, karena hanya ada satu osilator *carrier* yang frekuensi keluarannya proporsional terhadap level tegangan masukannya. Konfigurasi pin untuk IC XR 2206 dapat dilihat pada Tabel 1.

■ Tabel 1. Konfigurasi Pin Pada IC XR 2206

Pin	Keterangan
1	<i>Amplitude Modulating Signal Input</i>
2	<i>Sine / Triangle Wave Output</i>
3	<i>Multiplier Output</i>
4	<i>Positive Power Supply</i>
5	<i>Timing Capacitor Input</i>
6	<i>Timing Capacitor Input</i>
7	<i>Timing Resistor 1 Output</i>

8	Timing Resistor 2 Output
9	Frequency Shift Keying Input
10	Internal Voltage Reference
11	Sync Output
12	Ground Pin
13	Wave Form Adjust Input 1
14	Wave Form Adjust Input 2
15	Wave Symetry Adjust 1
16	Wave Symetry Adjust 2



■ Gambar 5. Demodulator FSK dengan PLL [3]

Demodulator FSK

Ada 2 cara mendemolasi FSK, yaitu [3]:

1. Demodulator FSK Dengan 2 Bandpass Filter (BPF)

Sinyal analog yang diterima dibagi menjadi dua, yaitu: untuk sinyal yang rapat di BPF 1, sedangkan yang renggang di masukkan ke BPF 2. kemudian di deteksi *envelope*, maka didapat *envelope*-nya. Baru dijumlahkan, dimasukkan ke *regenerator* untuk di sampling, baru keluarannya data. Demodulator FSK dengan PLL dapat dilihat pada Gambar 5.

Sinyal FSK dimasukkan ke input *balanced modulator* bersama-sama dengan sinyal VCO.

$$V(t) = V \cos (\omega_c t \pm n) \dots \dots \dots (10)$$

$$V_{VCO} = V \cos (\omega_v t) \dots \dots \dots (11)$$

Maka output *balanced modulator* adalah:

$$V_x(t) = V \cos (\omega_c t \pm n) \cdot \cos (\omega_v t) \dots \dots \dots (12)$$

$$V_x(t) = (V/2) [\cos ((\omega_c + \omega_v) t \pm n) + \cos ((\omega_c - \omega_v) t \pm n)] \dots \dots \dots (13)$$

Jika $\omega_c = \omega_v$, maka:

$$V_x(t) = (V/2) (\cos (2\omega_c t \pm n) + \cos (\pm n)) \dots \dots \dots (14)$$

Ini adalah tegangan DC yang digunakan untuk mengontrol VCO

Setelah data digital dimodulasi oleh demodulator, data tersebut menjadi analog. Kemudian ditransmisikan melalui *radio transceiver* melalui frekuensi VHF. Data analog tersebut sampai ke *user*, data tersebut akan didemodulasi oleh demodulator FSK. Rangkaian demodulator FSK berfungsi untuk menghasilkan sinyal digital yang berasal dari *receiver* GPS. Pada perancangan sistem pemantau posisi mobil ini penulis menggunakan sebuah rangkaian pendeteksi frekuensi yang dibentuk dari IC tipe XR 2211. IC ini merupakan sistem PLL (*Phase Locked Loop*) yang digunakan pada aplikasi komunikasi data, khususnya demodulasi FSK. Tegangan yang dapat digunakan 4.5V sampai 20V dan *wide frequency range* dari 0.01Hz ke 300K Hz. Konfigurasi pin IC dari XR 2211 dapat dilihat Tabel 2.

Radio Transceiver

Radio transceiver digunakan untuk mengirim dan menerima data analog. Data digital yang setelah di modulasi oleh modulator akan masuk ke *radio transceiver*. Tujuan menggunakan *radio transceiver* adalah agar data analog tersebut dapat ditransmisikan jauh ke tempat tujuan. Agar pengiriman sinyal dapat sampai ke tempat tujuan sejauh mungkin, maka daya pada *radio transceiver* harus besar

Bukan saja dapat jauh, tetapi data yang di terima harus sesuai dengan apa yang di kirim. Agar data yang diterima sesuai dengan apa yang dikirim, maka spesifikasi dari *radio transceiver* yang harus diperhatikan adalah *selectivity*-nya. *Selectivity* dengan membedakan ada tidaknya sinyal sisipan yang tidak diinginkan. *Selectivity* juga dipengaruhi oleh *intermediate frequency* (IF), apabila IF banyak, maka penolakan bayangan akan semakin besar. Maksudnya, penolakan terhadap frekuensi-frekuensi yang tidak diinginkan. IF sebaiknya terdapat 2 buah dalam suatu *radio transceiver*.

■ Tabel 2. Konfigurasi Pin Pada IC XR 2211

Pin	Keterangan
1	<i>Positive Power Supply</i>
2	<i>Receive Analog Input</i>
3	<i>Lock Detect Filter</i>
4	<i>Ground Pin</i>
5	<i>Lock Detect Output Not</i>
6	<i>Lock Detect Output</i>
7	<i>Data Output</i>
8	<i>Frequency Shift Keying Comparator Input</i>
9	<i>Not Connected</i>
10	<i>Internal Voltage Reference</i>
11	<i>Loop Detect Output</i>
12	<i>Timing Resistor Input</i>
13	<i>Timing Capacitor Input</i>
14	<i>Timing Capacitor Input</i>

Sensitivity adalah salah satu spesifikasi unjuk kerja *radio transceiver*. Seberapa sensitif *radio transceiver* dalam menerima sinyal, walaupun sinyal yang di terima kecil. *Radio transceiver* digunakan untuk *real time*, sehingga dapat menyebabkan temperatur kerjanya *over*, sehingga terjadi penyimpangan frekuensi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu spesifikasi *radio transceiver* yang mempunyai *frequency tolerance / stability* yang kecil. Apabila *frequency stability* kecil, maka persen penyimpangan frekuensinya kecil. *Radio transceiver* yang digunakan penulis untu mentransmit adalah Alinco DR-135T. Alinco DR-135T mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Mempunyai daya pancar : 50 watt (Maksimal).
- *Frequency Range* : 136M Hz sampai 173.995M Hz.
- *Antenna Connector* : BNC (50 Ω *Unbalanced*).
- *Frequency Stability* : +/- 2.5 ppm.
- Temperatur Kerja : -10⁰C sampai +60⁰C.
- *Sensitivity* : -12.0 dB μ (0.25 μ V) atau lebih kecil.
- *Selectivity* (-6dB) : 6K Hz atau lebih besar (*Narrow Mode*).
- *Selectivity* (-60dB) : 16K Hz atau lebih kecil (*Narrow Mode*).
- *Intermediate Frequency* (IF) I : 21.7M Hz.
- *Intermediate Frequency* (IF) II : 450K Hz.

Daya pancar besar, maka EIRP-nya juga besar. Dapat dilihat pada sub bab 2.7. Mempunyai *frequency stability very high precision*, yaitu : +/- 2.5 ppm. Apabila *radio transceiver* bekerja melewati batas temperatur kerja, maka terjadi penyimpangan frekuensi. Besarnya penyimpangan frekuensi tergantung dari *frequency stability*-nya. Pada Alinco DR-135T mempunyai 2 IF, sehingga penolakkan bayangan atau frekuensi yang tidak diinginkan menjadi lebih tinggi.

Pada bagian *receiver*, penulis menggunakan *radio transceiver* dengan merk IC-2000 buatan ICOM. IC-2000 mempunyai spesifikasi sebagai berikut :

- Mempunyai daya pancar : 50 watt (Maksimal).
- *Antenna Connector* : BNC (50 Ω *Unbalanced*).
- Temperatur Kerja : -10⁰C sampai +60⁰C.
- *Frequency deviation* : $\pm$ 5K Hz.
- *Sensitivity* : 0.18 μ V
- *Selectivity* (-6dB) : 15K Hz atau lebih besar (*Narrow Mode*).
- *Selectivity* (-60dB) : 30K Hz atau lebih kecil (*Narrow Mode*).
- *Intermediate Frequency* (IF) I : 17.2M Hz.
- *Intermediate Frequency* (IF) II : 455K Hz.

Pada bagian *transmitter* atau pada bagian mobil menggunakan antenna dipole. Antena dipole dipilih karena radiasinya ke segala arah, sehingga sewaktu mobil melakukan *tracking*, antenna tersebut dapat mengirim radiasinya ke segala arah. Antena dipole yang bekerja pada VHF digunakan pada bagian *receiver* atau pada bagian *user*. Antena pada bagian *receiver* ini diusahakan diletakkan pada tempat yang tinggi agar dapat menangkap sinyal yang dikirim oleh *transmitter*. Antena pada *user* yang digunakan penulis adalah buatan AZDEN. Antena ini mempunyai ketinggian $\pm$ 2,5 meter.

Antena Receiver GPS

Salah satu faktor terpenting dalam keakurasian penerimaan posisi dari satelit GPS adalah antenna dari *receiver* GPS. Ketika mobil tersebut berada di tempat yang terdapat gedung-gedung bertingkat, maka sinyal satelit GPS yang

diterima oleh *receiver* GPS akan berkurang, sehingga keakurasiannya berkurang. Semakin banyak satelit yang diterima, maka posisi mobil akan semakin mendekati posisi sebenarnya.

Spesifikasi Garmin 15W adalah *Standard Positioning System* (SPS) adalah 10 sampai 15 meter. Spesifikasi *sensitivity* pada Garmin 15W adalah -165 dBW jauh lebih besar, jika dibanding dengan merk Globalsat BR-355 yang mempunyai *sensitivity* -159 dBW. Garmin 15W mempunyai *temperature kerja* -30⁰ sampai 85⁰. Dalam realisasinya *antenna receiver* GPS akan diletakkan tidak terlalu dekat dengan *antenna radio transceiver* agar tidak terjadi *interference*. Antena yang digunakan penulis adalah buatan Garmin dengan seri GA 25 BNC.

Antena Radio Transceiver

Salah satu untuk menggambarkan unjuk kerja suatu antena adalah pola radiasinya. Suatu sumber radiasi ada 3, yaitu [1]: pola isotropik, pola direksional dan pola omnidireksional. Pola isotropik didefinisikan sebagai antena yang mempunyai radiasi yang sama besar ke segala arah, contoh : matahari. Pola direksional adalah antena yang mempunyai radiasi atau yang menerima gelombang elektromagnetik lebih efektif pada arah tertentu, contoh : antena yagi. Pola omnidireksional adalah antena yang mempunyai pola radiasi nondireksional bidang azimuth dan direksional pada bidang elevasi, contoh : antena dipole. Oleh karena itu, penulis memilih menggunakan antena yang mempunyai pola radiasi omnidireksional yang dapat ke segala arah, yaitu: antena dipole.

Daerah / ruang di sekitar antena, biasanya dibagi menjadi tiga bagian, yaitu [1] : *reactive near field* (medan dekat reaktif), *radiating near field* (radiasi medan dekat / fresnel) dan *far field* (daerah medan jauh / fraunhofer). Daerah medan dekat reaktif adalah daerah sekitar antena. Batas luar daerah ini berada pada jarak $R < 0.62 \sqrt{(D^3/\lambda)}$ dari permukaan antena, dimana λ adalah panjang gelombang dan D adalah dimensi (ukuran) terbesar dari antena. Daerah radiasi medan dekat (fresnel) adalah daerah diantara daerah medan dekat dan daerah medan jauh. Batadalam daerah ini adalah $R \geq 0.62 \sqrt{(D^3/\lambda)}$ dan batas luarnya adalah pada jarak $R < (2D^2/\lambda)$. Daerah medan jauh (fraunhofer), terletak pada jarak $R > (2D^2/\lambda)$. Kriteria yang biasa digunakan untuk jarak minimum dari medan jauh adalah $2D^2/\lambda$.

Antena berfungsi untuk mengirim dan menerima sinyal. Frekuensi yang digunakan dalam komunikasi radio, diantaranya adalah *Very High Frequency* (VHF) pada frekuensi (30 sampai 300)M Hz (band 2 meter), *Ultra High Frequency* (UHF) pada frekuensi (300 sampai 3000)M Hz (band 70 centimeter) dan *High Frequency* (HF) pada frekuensi (3 sampai 30)M Hz. Panjang antena (l) akan menentukan pola radiasinya, kalau $l > \lambda$ akan makin banyak side lobe. Oleh karena itu, sebaiknya [1] :

$$l = \frac{1}{4} \lambda \dots\dots\dots (15)$$

Peta Berbasis Web

Perkembangan teknologi internet yang pesat saat ini memungkinkan penyebaran informasi, komunikasi dan transfer data dengan cepat dalam skala global. Perkembangan ini mempengaruhi perkembangan teknologi peta digital, dimana pada awalnya peta digital hanya dapat ditampilkan pada AutocadMap atau Mapinfo, kini dapat ditampilkan baik secara statik maupun dinamis pada halaman web. Berdasarkan tingkat interaktifitas dan fungsionalitasnya, peta berbasis web dapat digolongkan menjadi dua generasi, yaitu : peta berbasis web generasi pertama dan peta berbasis web generasi kedua.

Peta Berbasis Web Generasi Pertama

Peta berbasis web generasi pertama memiliki karakteristik relatif sederhana dalam hal interaktif dan fungsional, serta memuat informasi yang terbatas. Peta berbasis web generasi pertama dapat digolongkan 2 kategori, yaitu: peta statik dan fleksibel.

- Peta Statik

Peta statik biasa ditampilkan dalam halaman web dalam bentuk gambar dalam format yang didukung oleh web, seperti: JPEG atau GIF. Pengguna hanya dapat melihat informasi yang terdapat dalam gambar tersebut, tanpa adanya interaksi dengan gambar tersebut.

- Peta Fleksibel

Peta fleksibel ini, biasanya ditampilkan dalam halaman web. Peta ini memiliki kemampuan dalam memperbesar dan memperkecil ukuran gambar serta menggeser. Kemampuan-kemampuan tersebut, hanya untuk keperluan visualisasi saja, artinya informasi yang terkandung sebelum dan sesudah diperbesar adalah sama.

Peta Berbasis Web Generasi Kedua

Peta berbasis web generasi kedua memiliki kemampuan yang lebih dibanding dengan generasi pertama. Selain memiliki kemampuan – kemampuan dasar navigasi seperti memperbesar dan memperkecil ukuran, pada peta generasi kedua ini pengguna dapat berinteraksi langsung dengan data. Peta berbasis web generasi kedua ini dapat digolongkan menjadi 2, yaitu: peta dinamis dan peta interaktif.

- Peta Dinamis

Pada peta dinamis ini memiliki kemampuan untuk memperbesar dan memperkecil gambar, dalam arti bukan untuk hanya visualisasi saja, melainkan informasi setelah diperbesar atau diperkecil adalah berbeda.

- **Peta Interaktif**

Peta interaktif ini memiliki kemampuan interaktifitas dan fungsionalitas yang lebih dibanding peta dinamis. Pengguna dapat berinteraksi langsung dengan memilih layer-layer yang akan ditampilkan, seperti: jalan, hutan, sungai dan lain-lain. Contoh peta berbasis web generasi kedua adalah: *Google Earth*. Pada peta *google earth*, ketinggian gambar yang dapat ditangkap oleh user dapat berbeda-beda.

Visual Basic

Visual basic pada dasarnya adalah bahasa pemrograman komputer tingkat tinggi (*high level language*) dimana instruksi-instruksinya sudah seperti bahasa manusia sehingga lebih mudah untuk dimengerti. Beberapa kemampuan atau manfaat dari *visual basic* adalah:

- Dapat digunakan untuk membuat program aplikasi berbasis windows dengan mudah dan cepat, dimana menghasilkan program akhir berekstensi (.EXE) yang sifatnya *executable*.
- Dapat digunakan untuk membuat objek-objek pembantu program.

Visual basic merupakan sebuah pengembangan dari bahasa *Beginner's All Purpose Symbolic Instruction Code* (BASIC). Pada mulanya, BASIC dirancang dengan tujuan untuk dapat digunakan oleh para *programmer* pemula. Visual basic masih tetap mempertahankan beberapa sintaks atau format penulisan program yang ada dalam bahasa BASIC.

Pada implementasinya nanti penulis akan melakukan percobaan dari daerah Taman Anggrek menuju daerah Latumenten. Peta yang di *capture* dari *google earth* pada ketinggian 1843 *feet* tidak dapat mencakup semua daerah, sehingga dibutuhkan 4 peta. Pertama-pertama harus dicari dahulu koordinat (lintang dan bujur) dari daerah tersebut. Dalam 1 peta dibutuhkan 2 titik / koordinat.

Perhitungan dalam mencari 1 persamaan garis dari 2 persamaan garis menggunakan rumus persamaan garis, yaitu:

$$(Y - Y_1) / (Y_2 - Y_1) = (X - X_1) / (X_2 - X_1) \dots\dots\dots (16)$$

dengan

X	: Lintang Selatan (LS)
Y	: Bujur Timur (BT)
GPS A ₁ L	: Lintang dari titik pertama (hasil survei)
GPS A ₁ B	: Bujur dari titik pertama (hasil survei)
GPS A ₂ L	: Lintang dari titik kedua (hasil survei)
GPS A ₂ B	: Bujur dari titik kedua (hasil survei)
Vb A ₁ X	: Sumbu X pada titik 1 (<i>form di visual basic</i>)
Vb A ₁ Y	: Sumbu Y pada titik 1 (<i>form di visual basic</i>)
Vb A ₂ X	: Sumbu X pada titik 2 (<i>form di visual basic</i>)
Vb A ₂ Y	: Sumbu Y pada titik 2 (<i>form di visual basic</i>)
GPS L	: Data lintang dari NMEA yang dikirim oleh receiver GPS
GPS B	: Data bujur dari NMEA yang dikirim oleh receiver GPS

Maka, diperoleh :

$$(Y - Y_1) / (Y_2 - Y_1) = (X - X_1) / (X_2 - X_1) \dots\dots\dots (17)$$

$$(VbX - Vb A_1X) / (GPS B - GPS A_1B) = (Vb A_2X - Vb A_1X) / (GPS A_2B - GPS A_1B) \dots\dots\dots (18)$$

$$(VbX - Vb A_1X) = \{((Vb A_2X - Vb A_1X). (GPS B - GPS A_1B)) / (GPS A_2B - GPS A_1B)\} \dots\dots\dots (19)$$

$$VbX = \{((Vb A_2X - Vb A_1X). (GPS B - GPS A_1B)) / (GPS A_2B - GPS A_1B)\} + Vb A_1X \dots\dots\dots (20)$$

$$VbY = \{((Vb A_2Y - Vb A_1Y). (GPS L - GPS A_1L)) / (GPS A_2L - GPS A_1L)\} + Vb A_1Y \dots\dots\dots (21)$$

HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS

Modul Catu Daya

Pengujian pada modul rangkaian catu daya dilakukan melalui dua tahap, yaitu pengujian catu daya dalam keadaan tanpa beban dan pengujian catu daya dalam keadaan dengan beban. Beban yang dimaksud adalah rangkaian *transmitter* dan rangkaian *receiver*. Beban pada *transmitter*, terdiri dari: *radio transceiver*, modulator, rangkaian RS-232 dan *receiver* GPS. Catu daya untuk *transmitter* berasal dari aki mobil. Beban pada *receiver*, terdiri dari: demodulator dan rangkaian RS-232. Pada pengujian *receiver* pengukuran catu daya tidak termasuk dengan *radio transceiver*, karena untuk *radio transceiver* digunakan catu daya sebesar 10 amper. Pengukuran pada mobil dengan asumsi aki mobil pada keadaan maksimum, yaitu: 14 V. Keadaan maksimum disini adalah dimana pada saat mobil sedang di gas atau sedang berjalan, bukan dalam keadaan diam. Hasil pengukuran rangkaian catu daya pada

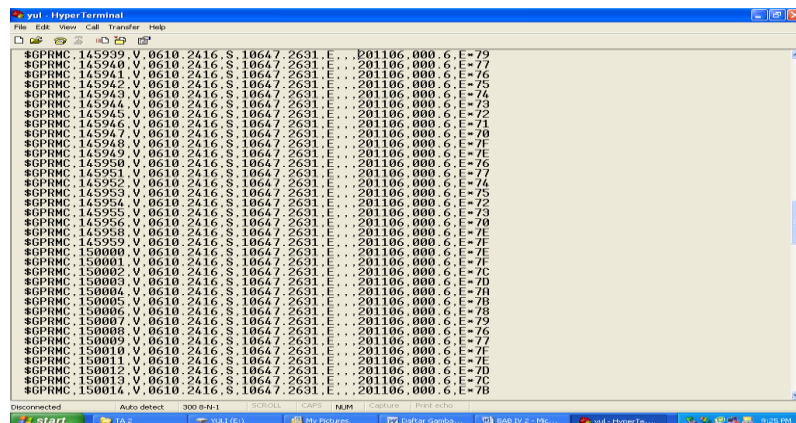
transmitter dan *receiver* dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4. Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa pada keadaan *radio transceiver* transmit, maka daya yang dibutuhkan sangat besar. Kalau *radio transceiver* tidak transmit, maka daya yang dibutuhkan sangat kecil.

■ **Tabel 3.** Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Pada *Transmitter*

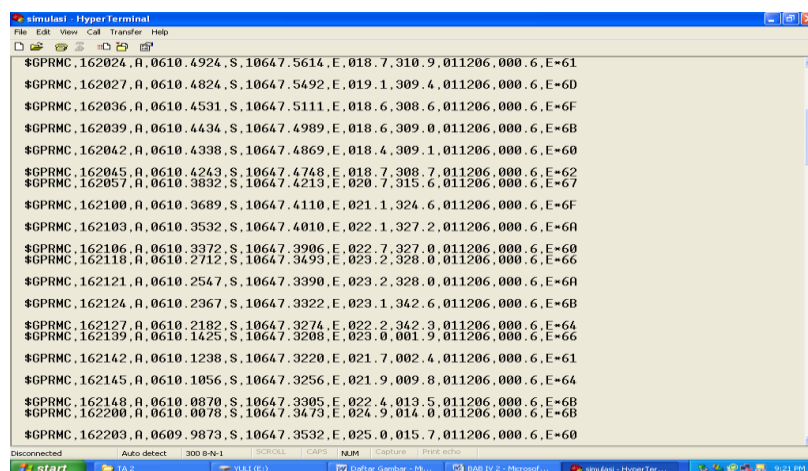
No. Pengujian	V-in (V_{DC})	V-out Tanpa Beban (V_{DC})	V-out Dengan Beban (V_{DC})
1	14.00 (pada saat tidak transmit)	14.00	13.60
2	13.80 (pada saat tidak transmit)	13.80	13.45
3	12.00 (pada saat transmit)	12.00	11.80
4	11.80 (pada saat transmit)	11.80	11.50
5	12.60 (pada saat transmit)	12.60	12.10

■ **Tabel 4.** Hasil Pengukuran Rangkaian Catu Daya Pada *Receiver*.

No. Pengujian	V-in (V_{DC})	V-out Tanpa Beban (V_{DC})	V-out Dengan Beban (V_{DC})
1	12,00	12,00	11,80
2	11,80	11,80	11,70
3	11,95	11,95	11,80
4	11,90	11,90	11,75
5	11,96	11,96	11,77



■ **Gambar 6.** Output NMEA pada Jembatan Layang Depan Universitas Tarumanagara



■ **Gambar 7.** Output NMEA pada Mall Taman Anggrek

Modul Receiver GPS

Pengujian modul *receiver* GPS dengan menggunakan antenna. Pengujiannya menggunakan 4 metode, yaitu:

- Pengujian dengan menghubungkan *receiver* GPS ke serial pada laptop.
- Pengujian dengan menggunakan mobil Avanza dan Kijang.
- Pengujian dengan menggunakan peta OziExplorer.
- Pengujian dengan menggunakan peta Google Earth.

Pengujian Receiver GPS ke Serial Laptop

Antena receiver GPS akan dihubungkan ke receiver GPS. Data NMEA yang keluar pada *hyperterminal* dapat dijadikan perbandingan seberapa banyak sinyal-sinyal satelit yang dapat diterima oleh antena receiver GPS dan seberapa lama receiver GPS tersebut mendapatkan *valid position*. Gambar 6 adalah Output NMEA pada Jembatan Layang Depan Universitas Tarumanagara dan Gambar 7 Output NMEA pada Mall Taman Anggrek. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa hasil *tracking* yang dilakukan pada jembatan layang depan Universitas Tarumanagara, penerimaan sinyal V (tidak ada sinyal), pada Mall Taman Anggrek adalah A (*valid position*).

Pengujian Dengan Menggunakan Mobil Avanza Dan Kijang

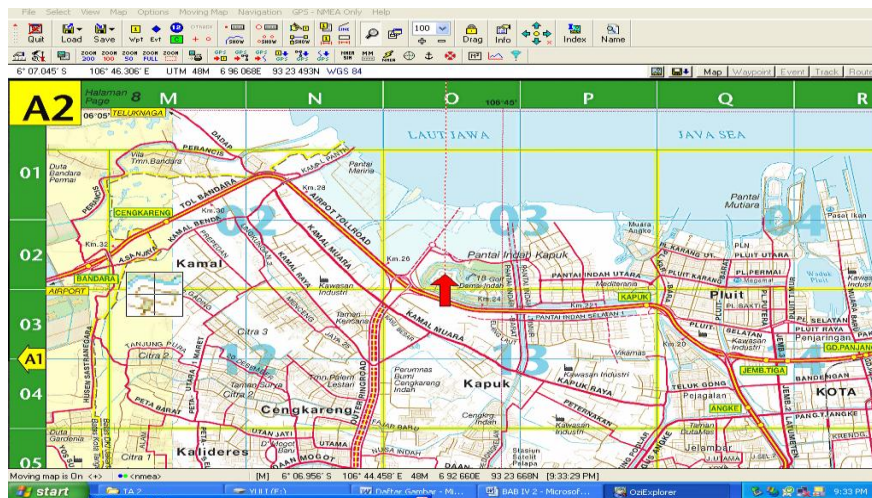
Pengujian dengan menggunakan 2 jenis mobil dapat dilihat pada Tabel 5. Tabel 5 menunjukkan bahwa ketinggian mobil berbeda menghasilkan lintang dan bujur yang berbeda juga, sesuai dengan rumus jarak satelit.

Pengujian Dengan Menggunakan Peta OziExplorer

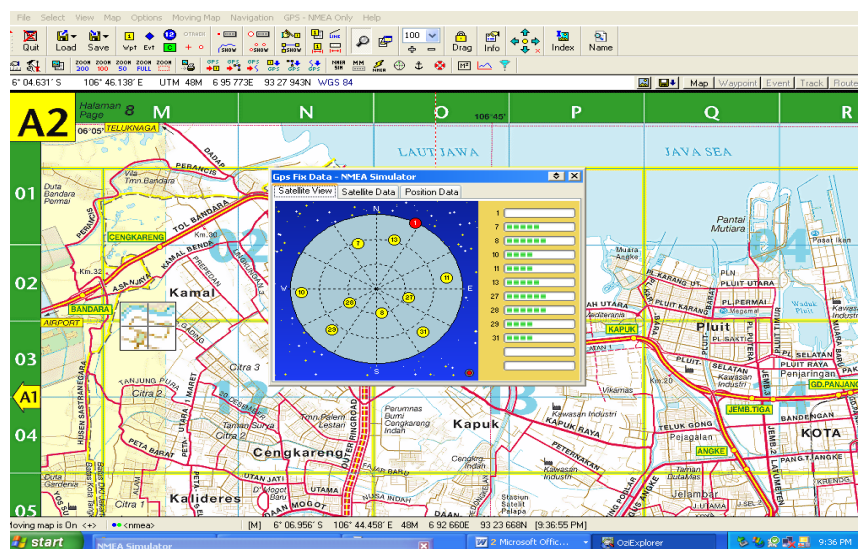
Pada peta oziexplorer dapat dilihat tempat atau posisi dari receiver GPS dan banyaknya jumlah satelit yang diterima oleh antena GPS. Hasil pengujian di daerah Airport Toll Road dapat dilihat pada Gambar 8.

■ Tabel 5. Perbandingan Hasil Lintang Dan Bujur Pada Mobil Avanza Dan Kijang

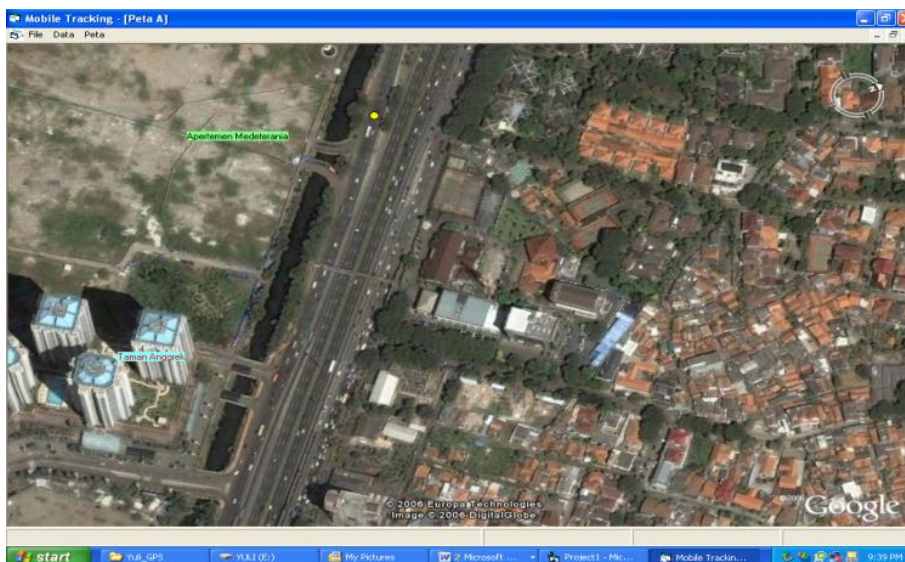
Tempat	Avanza	Kijang
Mall Taman Anggrek	6°10.6061'S;106°47.6803'E	6°10.6208'S;106°47.655'E
Apertemen Mediterania	6°10.4686'S;106°47.5189'E	6°10.4793'S;106°47.4832'E
Universitas Tarumanagara	6°10.1544'S;106°47.3221'E	6°10.1788'S;106°47.2603'E
Mall Ciputra	6°10.0466'S;106°47.3173'E	6°10.0466'S;106°47.3173'E



■ Gambar 8. Posisi Receiver pada Peta OziExplorer



■ Gambar 9. Jumlah Satelit yang diterima dengan menggunakan Peta OziExplorer



■ Gambar 10. Posisi Receiver pada Peta Google Earth

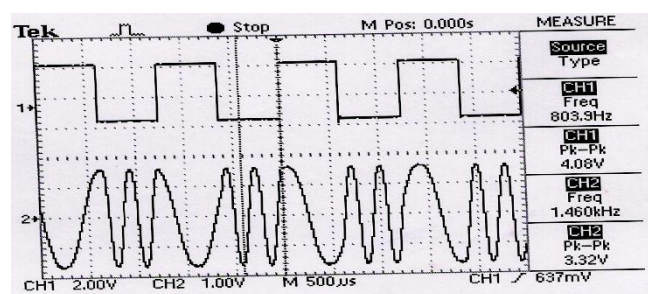
Dapat dilihat dari gambar diatas posisi *receiver* berada pada $06^{\circ}06.956'$ LS dan $106^{\circ}44.458'$ BT. Sedangkan satelit yang diterima sebanyak 9 satelit, dapat dilihat pada Gambar 9. Pengujian diatas menunjukkan bahwa posisi menggunakan peta oziexplorer adalah kurang jelas.

Pengujian Dengan Menggunakan Peta GoogleEarth

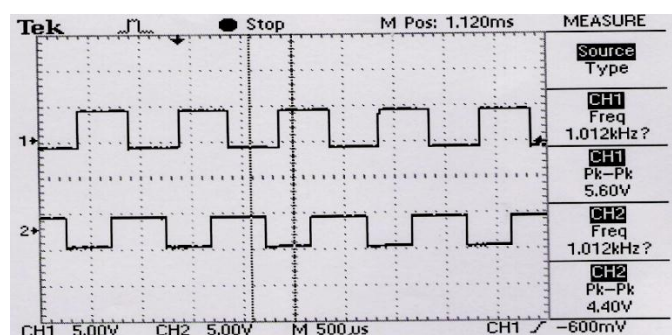
Pengujian ketiga, menggunakan peta *Google Earth* dengan *software* buatan. Pengujian dapat dilihat pada Gambar 10, dibawah ini. Gambar 10 menunjukkan bahwa hasil pengujian dengan peta *Google Earth*, gambar Mall Taman Anggrek begitu amat jelas.

Modul Modulator FSK

Pengujian modulator FSK menggunakan *function generator* dan *oscilloscope* dengan memasukkan *square wave* pada *data in* (modulator), kemudian dihubungkan dengan *oscilloscope*. Keluaran modulator pada *oscilloscope* sebelum masuk ke *radio transceiver* dapat dilihat pada Gambar 10.



■ Gambar 11. Keluaran Modulator pada Oscilloscope



■ Gambar 12. Keluaran Demodulator pada Oscilloscope

Modul Demodulator FSK

Sinyal yang diterima oleh antena dipole, masuk ke *radio transceiver*. Sinyal yang keluar dari *radio transceiver* adalah sinyal analog. Sinyal analog ini di demodulasi menjadi sinyal digital agar dapat diterima oleh komputer. Penulis menggunakan *function generator* dan *oscilloscope* untuk melakukan pengujian terhadap demodulator. Penulis memasukkan *square wave* pada *data in* (demodulator), kemudian dihubungkan dengan *oscilloscope*. Keluaran demodulator pada *oscilloscope* sebelum masuk ke komputer dapat dilihat pada Gambar 11.

Modul Radio Transceiver ke Lapangan (Praktek)

Hasil pengujian secara praktek di lapangan dengan cara: satu *radio transceiver* ditaruh di mobil kemudian *supply* tegangannya dihubungkan ke aki mobil. Antena dipole dipasang pada atap mobil. Sedangkan, pada penerima berupa *radio transceiver*. Indikator sinyal berupa S-meter yang dapat dilihat pada LCD *radio transceiver*. *Radio transceiver* dipasang pada mobil dan satu *radio transceiver* dipasang pada Universitas Tarumanagara pada ketinggian 10 sampai 15 meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 13.

No	Tempat	S-Meter (Transmitter)	S-Meter (Receiver)
1	Mall Taman Anggrek		
2	Mall Ciputra		
3	Kompleks Latumenten Indah		
4	Latumenten City		
5	Lindateves		

■ **Gambar 13.** Hasil Pengujian Radio Transceiver Ke Lapangan

KESIMPULAN

Radiasi antena dari antena *radio transceiver* yang menyebabkan antena GPS tidak mau menerima sinyal satelit. *Delay* pada pengiriman ini minimal 5 detik. Daya yang digunakan besar, maka penerimaan datanya juga sesuai dengan yang dikirim. Apabila, *user* berada pada jarak yang jauh dari *transmitter*, maka daya yang digunakan harus besar, agar perolehan datanya sesuai dengan yang dikirim.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T.Winata, Diktat Kuliah *Antenna And Propagation*, Jakarta : Universitas Tarumanagara, tahun: 2006, chapter: V, pp: 5-49, Jakarta
- [2] T.Winata, Diktat Kuliah *Satellite Communication*, Jakarta : Universitas Tarumanagara, tahun: 2006, chapter: I, pp: 1-37, Jakarta
- [3] T.Susila, Diktat Kuliah *Kinerja Sistem Telekomunikasi*, Jakarta : Universitas Tarumanagara, tahun: 2006, Jakarta
- [4] Petunjuk Praktikum, *Kinerja Sistem Telekomunikasi*, Jakarta : Universitas Tarumanagara, tahun: 2006, chapter: II, pp:9-13, Jakarta
- [5] D.Roddy, *Komunikasi Elektronika*, Edisi Ketiga, Erlangga, chapter: II, pp: 239-242, Jakarta
- [6] Y.Supardi, *Microsoft Visual Basic 6.0*, PT Elex Media Komputindo, Chapter: I-V, pp:1-56, Jakarta