

1. GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS) OVERVIEW

Abstraksi

GPS atau *Global Positioning System*, merupakan sebuah alat atau sistem yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunaanya dimana dia berada (secara global) di permukaan bumi yang berbasis satelit. Data dikirim dari satelit berupa sinyal radio dengan data digital. Dimanapun anda berada, maka GPS bisa membantu menunjukkan arah, selama anda melihat langit. Layanan GPS ini tersedia gratis, bahkan tidak perlu mengeluarkan biaya apapun kecuali membeli GPS *receiver*-nya.

Awalnya GPS hanya digunakan hanya untuk kepentingan militer, tapi pada tahun 1980-an dapat digunakan untuk kepentingan sipil. GPS dapat digunakan dimanapun juga dalam 24 jam. Posisi unit GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur.

A. Apa itu GPS ?

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi yang berbasis satelit yang saling berhubungan yang berada di orbitnya. Satelit-satelit itu milik Departemen Pertahanan (*Departemen of Defense*) Amerika Serikat yang pertama kali diperkenalkan mulai tahun 1978 dan pada tahun 1994 sudah memakai 24 satelit.

Untuk dapat mengetahui posisi seseorang maka diperlukan alat yang bernama GPS *receiver* yang berfungsi untuk menerima sinyal yang dikirim dari satelit GPS. Posisi di ubah menjadi titik yang dikenal dengan nama *Way-point* nantinya akan berupa titik-titik koordinat lintang dan bujur dari posisi seseorang atau suatu lokasi kemudian di layar pada peta elektronik.

Sejak tahun 1980, layanan GPS yang dulunya hanya untuk keperluan militer mulai terbuka untuk publik. Uniknya, walau satelit-satelit tersebut berharga ratusan juta dolar, namun setiap orang dapat menggunakannya dengan gratis.

Satelit-satelit ini mengorbit pada ketinggian sekitar 12.000 mil dari permukaan bumi. Posisi ini sangat ideal karena satelit dapat menjangkau area *coverage* yang lebih luas. Satelit-satelit ini akan selalu berada posisi yang bisa menjangkau semua area di atas permukaan bumi sehingga dapat meminimalkan terjadinya *blank spot* (area yang tidak terjangkau oleh satelit).

Setiap satelit mampu mengelilingi bumi hanya dalam waktu 12 jam. Sangat cepat, sehingga mereka selalu bisa menjangkau dimana pun posisi Anda di atas permukaan bumi.

GPS receiver sendiri berisi beberapa *integrated circuit* (IC) sehingga murah dan teknologinya mudah untuk di gunakan oleh semua orang. GPS dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, misalnya mobil, kapal, pesawat terbang, pertanian dan di integrasikan dengan komputer maupun laptop.

Berikut beberapa contoh perangkat GPS receiver:



Gambar 1. Macam-macam GPS Receiver

B. Sistem Satelit GPS

Untuk menginformasikan posisi user, 24 satelit GPS yang ada di orbit sekitar 12,000 mil di atas kita. Bergerak konstan bergerak mengelilingi bumi 12 jam dengan kecepatan 7,000 mil per jam. Satelit GPS berkekuatan energi sinar matahari, mempunyai baterai cadangan untuk menjaga agar tetap berjalan pada saat gerhana matahari atau pada saat tidak ada energi matahari. Roket penguat kecil pada masing-masing satelit agar dapat mengorbit tepat pada tempatnya.



Gambar 2. Simulasi Posisi Satelit GPS

Satelit GPS adalah milik Departemen Pertahanan (Department of Defense) Amerika, adapun hal-hal lainnya:

1. Nama satelit adalah NAVSTAR
2. GPS satelit pertama kali adalah tahun 1978
3. Mulai ada 24 satelit dari tahun 1994
4. Satelit di ganti tiap 10 tahun sekali
5. GPS satelit beratnya kira-kira 2,000 pounds
6. Kekuatan transmitter hanya 50 watts atau kurang

Satelit-satelit GPS harus selalu berada pada posisi orbit yang tepat untuk menjaga akurasi data yang dikirim ke GPS receiver, sehingga harus selalu dipelihara agar posisinya tepat. Stasiun-stasiun pengendali di bumi ada di Hawaii, Ascension Island, Diego Garcia, Kwajalein dan Colorado Spring. Stasiun bumi tersebut selalu memonitor posisi orbit jam jam satelit dan di pastikan selalu tepat.

C. Signal Satelit GPS

C.1 Carriers

Satelit GPS mengirim sinyal dalam dua frekuensi. L1 dengan 1575.42 Mhz dengan membawa dua status pesan dan *pseudo-random code* untuk keperluan perhitungan waktu. L2 membawa 1227.60 MHz dengan menggunakan presisi yang lebih akurat karena untuk keperluan militer.

Daya sinyal radio yang dipancarkan hanya berkisar antara 20-50 Watts. Ini tergolong sangat rendah mengingat jarak antara GPS dan satelit sampai 12.000 mil. Sinyal dipancarkan secara *line of sight* (LOS), dapat melewati awan, kaca tapi tidak dapat benda padat seperti gedung, gunung.

C.2 Pseudo-Random Codes

GPS yang digunakan untuk publik akan memantau frekuensi L1 pada UHF (*Ultra High Frequency*) 1575,42 MHz. Sinyal L1 yang dikirimkan akan memiliki pola-pola kode digital tertentu yang disebut sebagai *pseudorandom*. Sinyal yang dikirimkan terdiri dari dua bagian yaitu kode *Protected* (P) dan *Coarse/Acquisition* (C/A). Kode yang dikirim juga unik antar satelit, sehingga memungkinkan setiap receiver untuk membedakan sinyal yang dikirim oleh satu satelit dengan satelit lainnya. Beberapa kode *Protected* (P) juga ada yang diacak, agar tidak dapat diterima oleh GPS biasa. Sinyal yang diacak ini dikenal dengan istilah *Anti Spoofing*, yang biasanya digunakan oleh GPS khusus untuk keperluan tertentu seperti militer.

C.3 Navigation Message

Ada sinyal frekuensi berkekuatan lemah yang di tambahkan pada kode L1 yang memberikan informasi tentang orbit satelit, *clock corection*nya dan status sistem lainnya.

D. Cara Kerja GPS

Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit. Pada prakteknya, setiap GPS terbaru bisa menerima sampai dengan 12 *channel* satelit sekaligus. Kondisi langit yang cerah dan bebas dari halangan membuat GPS dapat dengan mudah menangkap sinyal yang dikirimkan oleh satelit. Semakin banyak satelit yang diterima oleh GPS, maka akurasi yang diberikan juga akan semakin tinggi.

Cara kerja GPS secara logik ada 5 langkah:

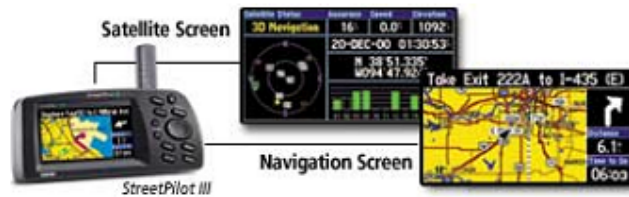
1. Memakai perhitungan "*triangulation*" dari satelit.
2. Untuk perhitungan "*triangulation*", GPS mengukur jarak menggunakan *travel time* sinyal radio.
3. Untuk mengukur travel time, GPS memerlukan memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
4. Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
5. Terakhir harus mengoreksi delay sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima receiver.



Gambar 3. Bagaimana Satelit GPS Mengirim Sinyal

Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dia dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS receiver mengambil informasi itu dan dengan menggunakan perhitungan "*triangulation*" menghitung lokasi user dengan tepat. GPS receiver membandingkan waktu sinyal di kirim dengan waktu sinyal tersebut di terima. Dari informasi itu didapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak jarak

GPS receiver dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi user dan menampilkan dalam peta elektronik.



Gambar 3. Tampilan GPS Receiver

Sebuah GPS receiver harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (latitude dan longitude) dan track pergerakan. Jika GPS receiver dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (latitude, longitude dan altitude). Jika sudah dapat menentukan posisi user, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi.

Satelit GPS dalam mengirim informasi waktu sangat presisi karena satelit tersebut memakai jam atom. Jam atom yang ada pada satelit ialah dengan partikel atom yang di isolasi, sehingga dapat menghasilkan jam yang akurat dibandingkan dengan jam biasa.

Perhitungan waktu yang akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi kita. Selain itu semakin banyak sinyal satelit yang dapat diterima maka akan semakin presisi data yang diterima karena ketiga satelit mengirim *pseudo-random code* dan waktu yang sama.

Ketinggian itu menimbulkan keuntungan dalam mendukung proses kerja GPS, bagi kita karena semakin tinggi maka semakin bersih atmosfer, sehingga gangguan semakin sedikit dan orbit yang cocok dan perhitungan matematika yang cocok. Satelit harus tetap pada posisi yang tepat sehingga stasiun di bumi harus terus memonitor setiap pergerakan satelit, dengan bantuan radar yang presisi selalu di cek tentang altitude, position dan kecepatannya.

E. Bagaimana sinyal dapat menentukan lokasi

Apa hubungan antara sinyal yang dikirimkan oleh satelit dengan cara GPS menentukan lokasi? Sinyal yang dikirimkan oleh satelit ke GPS akan digunakan untuk menghitung waktu perjalanan (*travel time*). Waktu perjalanan ini sering juga disebut

sebagai *Time of Arrival* (TOA). Sesuai dengan prinsip fisika, bahwa untuk mengukur jarak dapat diperoleh dari waktu dikalikan dengan cepat rambat sinyal.

Maka, jarak antara satelit dengan GPS juga dapat diperoleh dari prinsip fisika tersebut. Setiap sinyal yang dikirimkan oleh satelit akan juga berisi informasi yang sangat detail, seperti orbit satelit, waktu, dan hambatan di atmosfer. Satelit menggunakan jam atom yang merupakan satuan waktu paling presisi.

Untuk dapat menentukan posisi dari sebuah GPS secara dua dimensi (jarak), dibutuhkan minimal tiga buah satelit. Empat buah satelit akan dibutuhkan agar didapatkan lokasi ketinggian (secara tiga dimensi). Setiap satelit akan memancarkan sinyal yang akan diterima oleh GPS receiver. Sinyal ini akan dibutuhkan untuk menghitung jarak dari masing-masing satelit ke GPS. Dari jarak tersebut, akan diperoleh jari-jari lingkaran jangkauan setiap satelit. Lewat perhitungan matematika yang cukup rumit, interseksi (perpotongan) setiap lingkaran jangkauan satelit tadi akan dapat digunakan untuk menentukan lokasi dari GPS di permukaan bumi.

F. Manfaat GPS

Dengan menggunakan GPS, Anda dapat menandai semua lokasi yang pernah Anda kunjungi. Misalnya, Hotel Mulia di waypoint sekian dan tempat-tempat lainnya.

Sebenarnya, ada banyak manfaat yang bisa diambil jika Anda mengetahui waypoint dari suatu tempat. Pertama, Anda dapat memperkirakan jarak lokasi yang Anda tuju dengan lokasi asal Anda. GPS keluaran terakhir dapat memperkirakan jarak Anda ke tujuan, sampai estimasi lamanya perjalanan dengan kecepatan aktual yang sedang Anda tempuh. Kedua, lokasi di daratan memang cukup mudah untuk dikenali dan diidentifikasi. Namun, jika Anda kebetulan menemui tempat memancing yang sangat baik di tengah lautan ataupun tempat melihat matahari terbenam yang baik di puncak gunung, bagaimana cara menandai lokasi tersebut agar Anda dapat balik lagi ke lokasi itu di kemudian hari tanpa tersesat? Di saat seperti inilah sebuah GPS akan menunjukkan manfaatnya.

Dengan teknologi GPS dapat digunakan untuk beberapa keperluan sesuai dengan tujuannya. GPS dapat digunakan oleh peneliti, olahragawan, petani, tentara, pilot, petualang, pendaki, pengantar barang, pelaut, kurir, penebang pohon, pemadam kebakaran dan orang dengan berbagai kepentingan untuk meningkatkan produktivitas, keamanan, dan untuk kemudahan.

Dari beberapa pemakaiaa di atas dikategorikan menjadi:

- Lokasi
Digunakan untuk menentukan dimana lokasi suatu titik dipermukaan bumi berada.
- Navigasi
Membantu mencari lokasi suatu titik di bumi
- Tracking
Membantu untuk memonitoring pergerakan obyek
- Membantu memetakan posisi tertentu, dan perhitungan jaringan terdekat
- Timing
Dapat dijadikan dasar penentuan jam seluruh dunia, karena memakai jam atom yang jauh lebih presisi di banding dengan jam biasa.

Tidak peduli posisi Anda, di tengah laut, di tengah hutan, di atas gunung, ataupun di pusat kota. Selama GPS dapat menerima sinyal dari satelit secara langsung tanpa halangan, maka GPS akan selalu memberikan informasi koordinat posisi Anda. GPS membutuhkan area pandang yang bebas langsung ke langit. Halangan-halangan seperti pohon, gedung, bahkan kaca film kelas V-Kool, bisa mengurangi akurasi sinyal yang diterima oleh GPS. Bahkan bukan tidak mungkin GPS tidak bisa menerima sinyal sama sekali dari satelit. GPS juga memiliki feature tambahan yang mampu memberikan informasi selama Anda di perjalanan, seperti kecepatan, lama perjalanan, jarak yang telah ditempuh, waktu, dan masih banyak.

G. Model dan Interkoneksi GPS

Sebuah GPS juga memiliki firmware yang bisa di-upgrade. Upgrade firmware ini biasanya disediakan pada site produsen GPS tersebut. Upgrade firmware biasanya menggunakan kabel yang dibundel atau-pun tersedia sebagai asesoris. Kabel ini juga ternyata bisa digunakan untuk menghubungkan GPS ke komputer (baik itu notebook, PC, maupun PDA dengan sedikit bantuan konverter). Software GPS yang tersedia untuk berbagai platform tersebut juga cukup banyak. Dengan software tersebut, Anda dapat dengan mudah mendownload informasi dari GPS. Memori sebuah GPS memang relatif terbatas, sehingga kemampuan ekstra untuk menyimpan informasi yang pernah Anda tempuh ke PC/PDA (yang biasanya memiliki memori lebih besar) tentu akan sangat menyenangkan. Untuk media komunikasi GPS dengan hardware lain selain kabel, model GPS sekarang juga ada yang dilengkapi dengan Bluetooth, Infrared.

Berdasarkan fisik, model GPS dibagi menjadi beberapa tipe antara lain model portable/handheld (ukurannya menyerupai ponsel), ada yang lebih besar (biasanya

dimount di mobil/kapal), ada pula yang menggunakan interface khusus untuk dikoneksikan ke notebook maupun PDA (Palm, Pocket PC maupun Nokia Communicator).

GPS untuk keperluan *out-door* biasanya juga dilengkapi dengan perlindungan anti air dan tahan benturan. Beberapa GPS keluaran terakhir bahkan sudah menyediakan layar warna dan kemampuan komunikasi radio jarak pendek (FRS/Family Radio Service).

Tentu saja, semakin banyak feature yang ditawarkan pada sebuah GPS maka semakin tinggi pula harganya.

Jika suatu saat Anda ingin pergi ke lokasi yang pernah Anda kunjungi dengan menggunakan GPS. Maka, Anda tinggal meng-*upload* data yang pernah Anda simpan di komputer kembali ke GPS. Selanjutnya, Anda akan mendapatkan rekaman perjalanan Anda terdahulu. Lokasi dan track yang pernah Anda kunjungi akan dapat Anda temui kembali dengan cepat, dan tentu saja meminimalkan resiko tersesat.

H. Istilah-istilah yang Penting

Beberapa istilah penting yang penting untuk diketahui yang berhubungan dengan GPS:

Waypoint: Istilah yang digunakan oleh GPS untuk suatu lokasi yang telah ditandai. Waypoint terdiri dari koordinat lintang (latitude) dan bujur (longitude). Sebuah waypoint biasa digambarkan dalam bentuk titik dan simbol sesuai dengan jenis lokasi.

Mark: Menandai suatu posisi tertentu pada GPS. Jika Anda menandai lokasi menjadi waypoint, maka dikatakan Anda melakukan marking.

Route: Kumpulan waypoint yang ingin Anda tempuh secara berurutan dan dimasukkan ke dalam GPS.

Track: Arah perjalanan yang sedang Anda tempuh dengan menggunakan GPS. Biasanya digambarkan berupa garis pada display GPS.

Elevation: Istilah pada GPS untuk menentukan ketinggian. Ada dua jenis pengukur ketinggian pada GPS, yaitu menggunakan alat klasik 'barometer ' atau menggunakan perhitungan satelit.

Pengukuran ketinggian menggunakan barometer jauh lebih akurat di udara bebas, namun tidak bisa bekerja dalam pesawat atau ruang vakum lainnya. Ini disebabkan oleh perbedaan tekanan udara dalam ruang vakum dengan tekanan

udara di luar. Pengukuran ketinggian menggunakan satelit akan lebih akurat pada tempat seperti itu.

Bearing: Arah/posisi yang ingin Anda tuju. Contohnya, Anda ingin menuju ke suatu lokasi di posisi A yang letaknya di Utara, maka bearing Anda dikatakan telah diset ke Utara.

Heading: Arah aktual yang sedang dijalankan. Contohnya, saat menuju ke posisi A tadi, Anda menemui halangan sehingga harus memutar ke Selatan terlebih dahulu, maka Anda heading Anda pada saat itu adalah Selatan.

I. Referensi:

- Majalah Komputer CHIP Oktober 2002
- Eddy Prahasta, Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis, Infomatika, Bandung, Oktober 2002
- www.Esri.com
- www.garmin.com