KARAKTERISTIK SINYAL TERIMA GPS UNTUK APLIKASI LAND MOBILE SATELIT PADA WILAYAH RURAL, URBAN, DAN SUB URBAN

CHARACTERISTIC OF GPS RECEIVE SIGNAL FOR LAND MOBILE SATELLITE APLICATION IN RURAL, URBAN AND SUB URBAN AREA

SAKTIANI KARIM

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

KARAKTERISTIK SINYAL TERIMA GPS UNTUK APLIKASI LAND MOBILE SATELIT PADA WILAYAH RURAL, URBAN, DAN SUB URBAN

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Pada Program Studi Teknik Elektro

Disusun dan Diajukan Oleh

SAKTIANI KARIM

PROGRAM STUDI TEKNIK TELEKOMUNIKASI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

TESIS

KARAKTERISTIK SINYAL TERIMA GPS UNTUK APLIKASI LAND MOBILE SATELLITE PADA WILAYAH RURAL, URBAN DAN SUB URBAN

Disusun dan diajukan oleh

SAKTIANI KARIM
Nomor Pokok P2700210039

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 20 Agustus 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,

Dr. Ir. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng	Merna Baharuddin, ST., M.Tel, Ph.D
Ketua	Anggota

Ketua Program Studi
Teknik Elektro,

Prof. Dr. Ir. H. Salama Manjang, MT

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Mursalim

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini saya:

Nama : SAKTIANI KARIM

NIM : P2700210039

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2013

Yang memberi pernyataan

SAKTIANI KARIM

P2700210039

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas Rahmat dan Hidayah-Nya dengan segala kesehatan dan kekuatan yang diberikan sehingga Tesis dengan judul Karakteristik Sinyal Terima GPS untuk Aplikasi Land Mobile Satelit pada Wilayah Rural, Urban, Sub Urban ini dapat diselesaikan dan dapat diajukan guna menyelesaikan studi pada Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Telekomunikasi Universitas Hasanuddin.

Begitu banyak suka dan duka yang dialami selama proses pengerjaan tesis mulai dari awal, lalu kemudian ganti judul sampai akhirnya selesai, segala daya dan upaya telah dikerahkan untuk mencapai hasil maksimal namun disadari masih banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kekurangan serta sangat mengharapkan saran dan kritik dari segala pihak demi kesempurnaan tesis ini.

Tesis ini tidak mungkin bisa rampung tanpa restu dari Allah SWT dan campur tangan dari orang orang terbaik yang senantiasa membantu, memotifasi dan membimbing. Oleh karena itu dengan segenap ketulusan hati dihaturkan banyak terima hasih kepada:

1. Kedua orangtua kami, Ayahanda tercinta H.Abdul Karim dan Ibunda tercinta Hj. St Takwa(Alm) atas segala doa pengorbanan dan kasih sayangnya dalam membesarkan dan mendidik kami.
2. Keluarga besar Tambasa II no 6 , Saudara saudaraku tercinta yang senantiasa mendukung setiap langkahku, keponakan-keponakanku tersayang yang

senantiasa menghibur. Serta sepupu-sepupu yang senantiasa memberi semangat.

3. Bapak Prof.Dr. Ir. Salama Manjang selaku Ketua Program Studi Pasca Sarjana Teknik Elektro, Universitas Hasanddin.
4. Bapak DR.IR. Zulfajri B.Hasanuddin,M.Eng dan Ibu Merna Baharuddin, ST, M.Tel, Ph.D, selaku Pembimbing I dan Pembimbing II atas segala bimbingan, bantuan dan arahannya selama penulisan tesis ini.
5. Segenap dosen dan staf Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu.
6. Teman-teman Angkatan 2010 Program Pasca Sarjana Fakultas Teknik Jurusan Teknik Elektro khususnya Rahmania dan Sri Sarna yang senantiasa memberikan semangat, perhatian dan bantuannya.

Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan bisa menjadi referensi dalam dunia pendidikan.

Makassar , 28 Juli 2013

Penulis

ABSTRAK

SAKTIANI KARIM, "Karakteristik Sinyal Terima GPS untuk Aplikasi Land Mobile Satelit Pada Wilayah Rural, Urban dan Sub Urban" (dibimbing oleh **Dr. Ir. Zulfajri B Hasanuddin,M.Eng dan** dan **Merna Baharudin, ST,M.TelPh.D**)

Salah satu teknologi telekomunikasi yang perkembangannya cukup cepat adalah teknologi pemetaan lokasi bumi atau yang lebih dikenal dengan sebutan GPS. Dengan teknologi ini manusia dapat mengetahui informasi posisi keberadaannya di muka bumi, menentukan arah yang harus ditempuh serta jarak tempuh dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suatu wilayah,untuk mempermudah urusan bisnis, pendidikan dan industri.

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui karakteristik propagasi sinyal GPS pada daerah rural, urban, dan sub urban dalam hal ini pada daerah Kotamadya Pare-Pare dan Kabupaten Sidrap dan menentukan lokasi yang dapat digunakan oleh user untuk mendapatkan hasil yang maksimal (*signal strength* yang baik).

Pengukuran sinyal terima oleh perangkat penerima GPS dilakukan dengan menggunakan program yang telah diintegrasikan kedalam software Linux Ubuntu 12.04. Data yang diperoleh memiliki beberapa informasi tentang posisi dari user, kekuatan sinyal terima, azimuth, elevasi, serta Signal To Noice Ratio(SNR).

Nilai SNR yang diperoleh saat pengukuran dijadikan sebagai acuan dalam menganalisis performansi sinyal satelit. Perubahan nilai SNR pada setiap pengukuran mengindikasikan bahwa karakteristik signal strength yang diperoleh dari setiap kondisi penelitian berbeda – beda. Karakteristik signal strength pada setiap lokasi penelitian sangat dipengaruhi oleh kondisi geografis bumi dan keadaan cuaca saat pengambilan data. Hal ini dijelaskan oleh data – data yang diperoleh pada saat pengambilan data. Nilai SNR maksimum yang diperoleh dalam pengambilan data adalah 50 – 53 dBHz pada wilayah Sub Urban Sidrap, sedangkan SNR minimum dalam pengambilan data adalah 0 - 49 dBHz pada wilayah pusat pertokoan Pare-pare. Nilai SNR tersebut memberikan gambaran secara umum tentang performansi sinyal satelit yang baik adalah di daerah Sidrap.

Kata kunci : GPS,Fixed, Mobile,SNR, Rural,Urban, Sub Urban

Abstract

One of telecommunication technology with have a rapid depelopment is the location mapping technology called GPS,with this technology, people will able to know their position in the earth.will able to know the direction to another place, in order to make their job easier. The aims of this study is to know the GPS signal propagation characteristics in rural, urban, and suburban areas in this municipality in Parepare and Sidrap and determine the location of which can be used by users to get the maximum results (good signal strength). Measurement of the signal received by the garmin GPS done by using a program that has been integrated into the Ubuntu Linux software 12:04. The measurement done in two ways which are fixed (stationary) and mobile (tracking). The data obtained have some information about the position of the user, received signal strength, azimuth, elevation, SNR etc. SNR value that are obtained in measurements are incorporated to analize the performance of the satellite signal. The changes of SNR value that we get from measurement indicates that the characteristics of the signal strength of each diferent area conditions is different. Characteristics of the signal strength at each study site is strongly influenced by Earth's geography, environmental conditions, and weather conditions when data retrieval. This is explained by the data that obtained in data collection. The maximum SNR values obtained in the data collection is 50-53 dBHz, its we get at Sub Urban Sidrap Pangkajene city, while the minimum SNR in the retrieval of data obtained in urban areas in the center of the town at Parepare shopping area. The SNR values show that the good signal strength was in Sidrap Sub Urban Area.

Key Word : *GPS, fixed, mobile, SNR, signal strength,Rural,Urban,Sub Urban*

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....

Halam Pengesahan .....

Kata Pengantar .....

Abstrak .....

Daftar Isi.....

Daftar Gambar.....

Daftar Lampiran .....

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah .....

1.2 Rumusan Masalah.....

1.3 Tujuan Penelitian .....

1.4 Manfaat Penelitian .....

1.5 Batasan Masalah .....

1.6 Sistematika Penulisan .....

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Land Mobile Satelit .....

2.2 Sistem Komunikasi Mobile Satelit .....

2.2.1 Redaman Atmosfer .....

2.2.2 Efek Ionosfer .....

2.3 Global Positioning System (GPS) .....

2.3.1 Pengenalan GPS.....

2.3.2 Kelebihan dan Keterbatasan GPS .....

2.3.3 Cara Kerja GPS.....

2.3.4 Menentukan Posisi dari Receiver ke Satelit GPS .....

2.3.5 Parameter Kondisi Cuaca .....

2.3.6 Level Kekuatan Sinyal.....

2.3.7 Perhitungan Downlink Budget .....

2.3.8 Propagasi Sinyal GPS .....`

2.3.9 Ketidakakuratan pada GPS .....

2.310 Format Kalimat GPS.....

2.4 Azimuth, Latirude, dan Longitude.....

2.5 Diagram Alur Penelitian .....

2.6 Roadmap Penelitian .....

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian .....

3.1.1 Lokasi Pengukuran .....

3.1.2 Waktu Penelitian.....

3.2 Instrumen Penelitian .....

3.2.1 Hardware .....

3.2.2 Software .....

3.3 Teknik Pengumpulan Data .....

3.4 Proses Pengambilan Data NMEA .....

3.5 Pemilihan dan Pemilahan Data NEA .....

3.5.1 Azimuth .....

3.5.2 Elevasi .....

3.5.3 SNR .....

3.5.4 Latitude .....

3.5.3 Longitude .....

3.5.6 Altitude .....

BAB IV ANALISA DATA GPS .....

4.1 Analisa Hasil Pengukuran .....

4.1.1 Pengukuran Secara Fixed .....

4.1.1.1 Pengukuran di Gerbang masuk kota Parepare ....

4.1.1.2 Pengukuran di Pantai Parepare .....

4.1.1.3 Pengukuran di Pusat Pertokoan kota Parepare ...

4.1.1.4 Pengukuran di Daratan tinggi kota Parepare .....

4.1.1.5 Pengukuran di Dataran rendah .....

4.1.1.6 Pengukuran di Daerah Rural /pedesaan kab Sidrap .

4.1.1.7 Pengukuran di Daerah Sub Urban Pangkajene Sidrap .

4.1.2 Pengukuran Secara Mobile.....

4.1.2.1 Tracking Gerbang – Pantai .....

4.1.2.2 Tracking Kota Parepare .....

4.1.2.3 Taracking Pare Kota- Sidrap Kota .....

4.2 Analisa data berdasarkan Perhitungan Downlink Budget.....

4.2.1. Analisa data pada wilayah Los Condition.....

BAB V PENUTUP .....

5.1 Kesimpulan .....

5.2 Saran .....

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Layanan dan Cakupan Satelit .....

Gambar 2.2 Lapisan Atmosfer Bumi .....

Gambar 2.3 Redaman Atmosfer.....

Gambar 2.4 Cakupan Wilayah Transmisi Sinyal GPS.....

Gambar 2.5 Jeis jenis Kondisi Penerimaan GPS.....

Gambar 2.6 contoh Parameter yang dapat diestmasi dengan GPS .....

Gambar 2.7 Prinsip Dasar Penentuan Posisi dengan GPS .....

Gambar 2.8 Propagasi Sinyal GPS .....

Gambar 2.9 Diagram Alur Penelitian .....

Gambar 3.1 Laptop yang Digunakan untuk Pengukuran .....

Gambar 3.2 GPS BU 353 dan GPS Garmin 18X.....

Gambar 3.3 Mobil yang digunakan dalam pengukuran .....

Gambar 3.4 Synaptic Package Manager .....

Gambar 3.5 Paket Instalasi GPS .....

Gambar 3.6 Tampilan xGPS .....

Gambar 3.7 Tampilan Data NMEA melalui GPSpipe- r .....

Gambar 3.8 Tampilan (a) Foxtrots GPS dan (b) Tango GPS .....

Gambar 3.9 Diagram Alir Software GPS pada Linux Ubuntu .....

Gambar 3.10 Kondisi Wilayah Pengukuran .....

Gambar 3.11 Tampilan xVidcap .....

Gambar 3.12 Aplikasi Ubuntu yang Digunakan untuk Menampilkan Data .....

Gambar 3.13 Azimuth dan Elevasi.....

Gambar 3.14 Arah Sudut Azimuth .....
Gambar 3.15 Sudut Elevasi .....
Gambar 3.16 Pseudorange Noise/SNR .....
Gambar 3.17 Diagram Alur Penelitian .....
Gambar 4.1 Lokasi pengukuran di Gerbang kota Pare-pare .....
Gambar 4.2 Kondisi posisi satelit dan user di gerbang masuk Pare-pare .....
Gambar 4.3 Grafik SNR gerbang masuk kota Parepare.....
Gambar 4.4 Lokasi pengukuran di Daerah pantai Pare-pare.....
Gambar 4.5 Data NMEA ,Kondisi satelit, dan Posisi user pada peta pengambilan data Pantai Pare-pare .....
Gambar 4.6 Grafik SNR daerah pantai Pare-pare .....
Gambar 4.7 Lokasi pengukuran di pusat pertokoan kota Pare-pare .....
Gambar 4.8 Kondisi pengambilan data pusat pertokoan kota Pare-pare .....
Gambar 4.9 Grafik SNR Pusat pertokoan kota Pare-pare .....
Gambar 4.10 Lokasi pengukuran di Daerah dataran tinggi Pare-pare .....
Gambar 4.11 Data NMEA, Kondisi satelit,dan Posisi user pada peta pengambilan data dataran tinggi Pare-pare .....
Gambar 4.12 Grafik SNR dataran tinggi Pare-pare .....
Gambar 4.13 Lokasi pengambilan data dataran rendah dengan pepohonan lebat ...
Gambar 4.14 Kondisi penerimaan satelit data NMEA dan posisi user .....

Gambar 4.15 Grafik SNR dataran rendah dengan pepohonan lebat .....
Gambar 4.16 Kondisi wilaya pengukuran daerah rural Sidrap .....
Gambar 4.17 Lokasi pengambilan data daerah rural Sidrap .....
Gambar 4.18 Data NMEA ,Kondisi satelit, dan Posisi user pada peta pengambilan data daerah rural/persawahan Sidrap .....
Gambar 4.19 Kondisi lingkungan Daerah Rural (Persawahan Sidrap).....
Gambar 4.20 Lokasi pengambilan data di Kota Pangkajene Sidrap .....
Gambar 4.21 Posisi user, dan kondisi satelit pada daerah sub urban sidrap .....
Gambar 4.22 Grafik SNR Daerah Sub Urban (kota Pangkajene Sidrap).....
Gambar 4.23 Kondisi lokasi pengambilan data tracking Gerbang-pantai.....
Gambar 4.24 Posisi satelit dan user pada saat tracking.....
Gambar 4.25 Grafik SNR tracking gerbang-pantai.....
Gambar 4.26 Gambar kondisi wilayah pengambilan data tracking Kota Pare-pare
Gambar 4.27 Kondisi Satelit dan Posisi User pada Peta.....
Gambar 4.28 Grafik SNR tracking kota Pare-pare.....
Gambar 4.29 Kondisi lingkungan yang dilalui pada saat tracking.....
Gambar 4.30 Data NMEA, posisi user dan tampilan satelit pada saat tracking.....
Gambar 4.31 Grafik SNR Full Tracking Pare kota – Sidrap kota .....
Gambar 4.32 SNR pada lagit Fukuoka dengan kondisi Open space.....
Gambar 4.33 SNR pada lagit Fukuoka dengan kondisi Moderat shadowed.....
Gambar 4.34 SNR pada lagit Fukuoka dengan kondisi heavy shadowed.....

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Teknologi Informasi dan Telekomunikasi saat ini merupakan teknologi yang memiliki perkembangan yang sangat cepat. Bahkan perkembangannya memainkan peran yang sangat penting dalam modernisasi kehidupan manusia dan menjadi sangat diperlukan dalam tiap aspek kehidupan seperti bisnis, pendidikan, industri, dan sebagainya. Kebutuhan manusia akan infomasi, penyampaian dan penerimaan pesan, mobilitas, hasil kerja yang akurat dan teliti, dan berbagai permasalah lainlah yang mendorong perkembangan teknologi komunikasi informasi dengan begitu cepat.

Salah satu teknologi telekomunikasi yang perkembangannya cukup cepat adalah teknologi pemetaan lokasi bumi atau yang lebih dikenal dengan sebutan GPS. Hal ini sebenarnya merupakan kebutuhan mendasar manusia sejak zaman dahulu kala. Kebutuhan untuk mengetahui posisi keberadaannya di muka bumi, menentukan arah yang harus ditempuh untuk menuju suatu tempat atau wilayah, mengetahui posisi atau letak suatu wilayah, jarak tempuh dan waktu yang diperlukan untuk mencapai suatu wilayah, hal-hal seperti ini akan memakan waktu dan biaya yang banyak jika harus mengerahkan beberapa orang dalam beberapa tim untuk mengadakan survei ke seluruh dunia.

Oleh karena itu, dibuatlah suatu alat atau sistem yang pada akhirnya melahirkan teknologi mutakhir yang mampu memenuhi semua kebutuhan manusia akan arah dan wilayah, yang disebut dengan teknologi **GPS (*Global Positioning***

System). Arah dan posisi suatu wilayah memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai aktivitas. Dan seringkali proses atau cara yang digunakan untuk mendapatkannya tidak praktis. Kehadiran teknologi **GPS** telah menjawab tantangan yang ada untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Dengan teknologi ini manusia dapat mengetahui posisi secara *real time* dan juga arah jalan yang dituju.

Selain itu, teknologi ini akan sangat membantu mereka yang tinggal di negara kepulauan seperti Indonesia, untuk menemukan posisi daerah atau wilayah tertentu di peta digital, baik melalui darat, air, maupun udara. Sorotan utamanya adalah penggunaan peta digital pada **GPS** di darat, yang tentu saja banyak diaplikasikan pada kendaraan-kendaraan bermotor, baik beroda dua maupun empat.

GPS (*Global Positioning System*) 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.

Melihat kemampuan GPS yang sangat membantu masyarakat memetakan posisinya maupun posisi tempat tujuannya, pemerintah seharusnya mampu menyediakan fasilitas GPS yang dapat diakses publik bukan hanya di kota-kota besar tapi juga di kota kecil dan pedesaan. Dengan demikian, GPS dapat menjadi konsumsi publik yang tidak hanya terbatas pada kalangan tertentu. Berbagai manfaat dapat diperoleh pada aplikasi GPS, khususnya untuk sistem telekomunikasi. Misalnya untuk pengembangan aplikasi *land mobile satellite*, untuk sistem informasi yang bergerak seperti ATM Mobile Banking, Digital Library Mobile, Telemedical Digital, dan sebagainya. Sehingga dalam penyampaian informasi ke seluruh masyarakat di pelosok Indonesia dapat berjalan dengan lebih mudah,cepat dan lancar.

Dari beberapa hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wan Aslan Abidin pada tahun 2008 tentang performansi kekuatan sinyal pada sistem GPS dilakukan pada lokasi Sarawak, Malaysia dan Fukuoka, Jepang. Serta penelitian yang dilakukan oleh , Agus Widanarto dan Tachiransyah, Muhammad, 2012, mengenai *Rekonstruksi Data Penerimaan GPS LOS/NLOS serta Aplikasinya pada Sistem Komunikasi* dimana pada penelitian-penelitian tersebut belum ada yang mengamati tentang karakteristik propagasi sinyal penerimaan GPS pada daerah Rural ,Urban dan Sub Urban di wilayah Sulawesi khususnya Sulawesi Selatan maka sesuai dengan alasan dan pertimbangan di atas maka penulis mengangkat judul *" Karakteristik Sinyal Terima GPS untuk Aplikasi Land Mobile Satelit Pada Wilayah Rural, Urban, dan Sub Urban"*. Dengan mengambil lokasi di Kotamadya Parepare dan Kabupaten Sidrap dimana kedua lokasi tersebut dapat mewakili daerah Urban (kota besar), Sub Urban(pinggiran kota/kota kecil) dan Rural (Pedesaan) serta meliputi semua karakteristik wilayah yakni pantai, dataran tinggi, dataran rendah, kota besar, kota kecil, dan persawahan.

Parameter yang dijadikan referensi adalah pengaruh kekuatan sinyal terima, kondisi lingkungan, perubahan sudut elevasi dan azimuth terhadap *fading* yang dihasilkan. Sehingga didapatkan karakteristik dari lokasi pengukuran sinyal terima berdasarkan pada analisa data yang diperoleh.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara mengukur dan menganalisis performansi sinyal terima *Land Mobile Satellite* pada beberapa wilayah *Mobile Satellit* yang berbeda.(Rural, Urban dan Sub Urban)
2. Bagaimana penerimaan sinyal data GPS pada saat user diam (pada tempat asal dan pada tempat tujuan) pada berbagai variasi dan kondisi lingkungan.(*Heavy,Moderat dan Los condition*)
3. Menganalisis penerimaan sinyal data pada dua kondisi user (*fixed* dan *mobile*) dengan pendekatan nilai *signal to noise ratio* hasil pengukuran sesuai dengan teori *link budget* komunikasi satelit

1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan ini adalah

1. Mengukur dan menganalisis performansi sinyal terima *Land Mobile Satellite* dengan menggunakan perangkat penerima GPS.
2. Menganalisis sinyal data terima GPS pada saat *user* dalam keadaan diam *(fixed)* dan pada saat user bergerak *(mobile)* pada daerah rural, urban dan sub urban dan membandingkan penerimaan sinyal data terima tersebut pada keadaan *fixed* dan keadaan *mobile*.
3. Mengetahui karakteristik propagasi sinyal GPS pada daerah rural, urban, dan sub urban dalam hal ini pada daerah Kotamadya Parepare dan Kabupaten Sidrap.

4. Menentukan lokasi yang dapat digunakan oleh user untuk mendapatkan hasil yang maksimal (*signal strength* yang baik).

1.4. Manfaat Penulisan

Dari penelitian yang dilakukan tersebut diharapkan adanya hasil pengukuran dan analisa terhadap data – data yang telah didapatkan, sehingga diketahui beberapa karakteristik sinyal pada berbagai daerah yang dimaksud dan dapat dijadikan sebagai *database* yang berguna untuk referensi dalam perencanaan pemanfaatan *Mobile Land Satelit* untuk berbagai aplikasi komunikasi misalnya pembuatan aplikasi-aplikasi yang mempermudah pelacakan, pemetaan serta mengetahui koordinat posisi user khususnya di wilayah urban (kota besar), sub urban (kota kecil/pinggiran kota) dan rural(pedesaan) serta memberikan ide yang lebih cermat dan hemat bagi pusat-pusat informasi berjalan seperti untuk mobile ATM, perpustakaan digital berjalan, mobile ambulance dan sebagainya.

1.5. Batasan Masalah

Dalam penulisan ini akan dibatasi pada :

1. Kondisi lingkungan *Mobile Satellite* yang berbeda-beda untuk GPS *fixed* dan *mobile,* yakni; pada kondisi lingkungan *heavily-shadowed condition, moderate-shadowed condition,* dan *open space/lost condition*
2. Variasi jenis lingkungan (Rural, Urban, Sub Urban)
3. Parameter-parameter yang digunakan berupa data dari GPS berupa data posisi, signal to noise ratio (SNR), sudut elevasi dan azimut.

4. Parameter yang dijadikan perbandingan terhadap teori adalah nilai redaman tambahan yang dapat menurunkan nilai SNR pada saat melakukan pengukuran.

I.6. Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan Tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan, batasan masalah, dan sistematika penulisan

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang berhubungan dengan *land mobile satellite*, GPS dan penggunaannya serta karakteristik wilayah rural, urban dan sub urban.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisikan penjelasan mengenai lokasi, waktu, instrumen penelitian, teknik pengukuran, serta proses pengambilan data.

BAB IV ANALISA HASIL PENGUKURAN

Berisikan tentang analisis data dari hasil pengukuran yang telah dilakukan.

BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan dan saran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

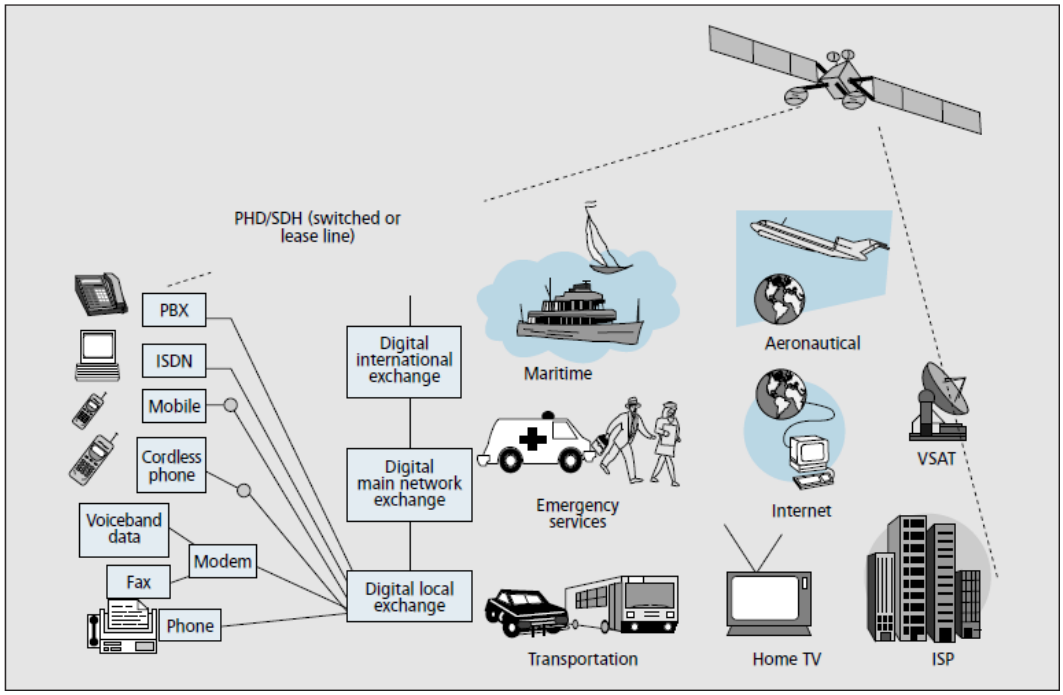
2.1 Land Mobile Satelit (LMS)

Land Mobile Satelit merupakan suatu sistem dimana user di bumi dapat memperoleh informasi-informasi posisi dari satellite pada saat user bergerak dari suatu tempat ke tempat lainnya. LMS merupakan bagian penting dari generasi ketiga dan keempat dari sistem nirkabel. Sistem tersebut berkembang pesat untuk berbagai aplikasi seperti navigasi, komunikasi, penyiaran dll. Sistem ini dapat menjangkau sebagian besar pelosok bumi dengan biaya yang relatif murah . Kualitas layanan yang disediakan oleh sistem LMS sangat tergantung pada propagasi antara satelit dengan penguna.

Satelit menawarkan sejumlah fitur yang tidak tersedia dengan cara komunikasi lain. Karena wilayah yang sangat besar dari bumi yang terlihat dari satelit, satelit dapat membentuk komunikasi bintang yang dapat menghubungkan bersama banyak pengguna secara bersamaan, pengguna yang terpisah secara geografis. Fitur yang sama memungkinkan satelit untuk menyediakan link komunikasi untuk masyarakat terpencil di daerah yang penduduknya sulit untuk mengakses dengan cara yang konvensional.

Satelit juga digunakan untuk penginderaan jauh, contoh deteksi polusi air serta pemantauan dan pelaporan kondisi cuaca. Beberapa satelit penginderaan jarak jauh juga membentuk *link* penting dalam operasi pencarian dan penyelamatan pesawat jatuh dan sejenisnya.

Berikut ini merupakan gambar berbagai aplikasi layanan dan cakupan satelit.



Gambar 2.1 Layanan dan cakupan satelit [5]

2.2 Sistem Komunikasi Mobile Satelit

Mobile Satellite (MS) system didesain untuk melayani komunikasi yang tidak terjangkau pada komunikasi teresterial. Realibilitas lebih tinggi dan jangkauan yang luas, bandwith yang lebar, dan fleksibilitas untuk melayani pengguna yang keadaan bergerak merupakan karakteristik utama dari *Mobile Satellite System*. *Mobile satellite* yang beroperasi pada L-Band dan S-Band dengan frekuensi 1-2 GHz ini menawarkan kombinasi dari semua komunikasi suara, data, multimedia, fax, *paging service* dan perangkat telepon selular.

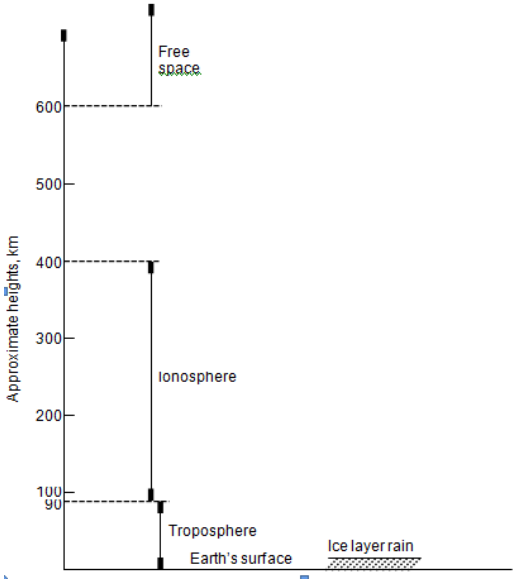
Dalam aplikasinya banyak hal-hal yang mempengaruhi komunikasi *Mobile Satellite System.* Ini sama halnya dengan prinsip komunikasi satelit lainnya yaitu

letak geografis, redaman atmosfer, efek ionosfer, kondisi lingkungan dn cuaca. Dari hal tersebut dibutuhkan suatu pengukuran dan analisis karakteristik performansi sinyal terima dari *Mobile Satellite* ini.

2.2.1 Redaman Atmosfer

Redaman terjadi di atmosfer bumi sebagai akibat dari terserapnya energi oleh gas atmosfer. Redaman ini diartikan secara terpisah dari yang dihasilkan dari kondisi cuaca buruk, yang tentu saja juga redaman atmosfer. Untuk membedakan keduanya, redaman yang berhubungan dengan cuaca disebut sebagai *atmospheric attenuation* dan redaman hanya karena penyerapan disebut sebagai *atmospheric absorption.*

Hilangnya penyerapan oleh atmosfer bervariasi terhadap frekuensi, seperti terlihat pada gambar 2.2. Angka ini berdasarkan data statistik (Laporan CCIR 719-1, 1982). Dua puncak absorbsi akan diamati, yang pertama pada frekuensi 22,3 GHz berupa hasil resonansi dari absorbsi dalam uap air (H_2O) dan yang kedua adalah pada frekuensi 60 GHz yang berupa hasil resonansi dari penyerapan oksigen (O_2). Namun pada frekuensi yang baik jelas dari puncak, dihasilkan absorbs yang sangat rendah. Grafik pada gambar 2.2 adalah untuk kejadian vertikal, yaitu dengan sudut elevasi 90° pada antena stasiun bumi. Dimana menunjukkan nilai absorbsi sebagai [AA] 90 dB, maka untuk sudut elevasi yang turun sampai 10 °, perkiraan formula untuk redaman absorbsi dalam decibel (dB) adalah (Laporan CCIR 719-1, 1982).



Gambar 2.2 Layers In Earth's Atsmosphere

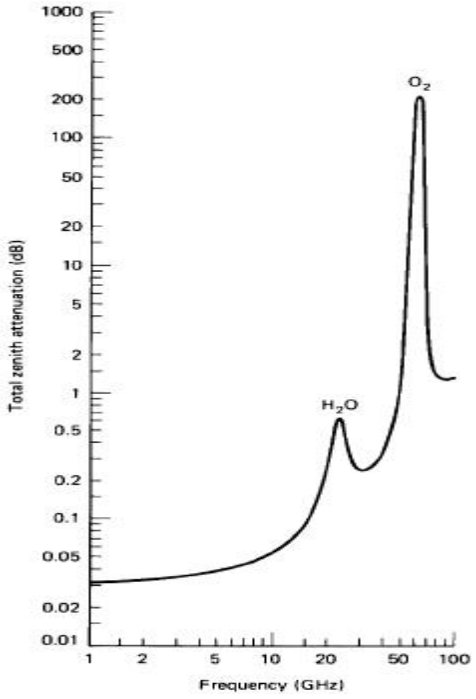
2.2.2 Efek Ionosfer

Perjalanan gelombang radio antara satelit dan stasiun bumi harus mampu melalui lapisan ionosfer. Ionosfer adalah wilayah atas dari atmosfer bumi, yang telah terionisasi terutama oleh radiasi matahari.

Tabel 2.1 Propagasi pada system komunikasi satelit

Propagation impairment	Physical cause	Prime importance
Attenuation and sky noise increases	Atmospheric gases, cloud, rain	Frequencies above about 10 GHz
Signal depolarization	Rain, ice crystals	Dual-polarization systems at C and Ku bands (depends on system configuration)
Refraction, atmospheric multipath	Atmospheric gases	Communication and tracking at low elevation angles
Signal scintillations	Tropospheric and ionospheric refractivity fluctuations	Tropospheric at frequencies above 10 GHz and low elevation angles; ionospheric at frequencies below 10 GHz
Reflection multipath, blockage	Earth's surface, objects on surface	Mobile satellite services
Propagation delays, variations	Troposphere, ionosphere	Precise timing and location systems; time-division multiple access (TDMA) systems
Intersystem interference	Ducting, scatter, diffraction	Mainly C band at present; rain scatter may be significant at higher frequencies

Elektron-elektron bebas di ionosfer tidak terdistribusi secara merata tetapi membentuk lapisan - lapisan. Selanjutnya, elektron awan (dikenal sebagai gangguan ionosfer) dapat berjalan melalui ionosfer dan memberikan peningkatan dengan fluktuasi sinyal yang hanya dapat ditentukan pada dasar statistik. Efek tersebut termasuk *scintillation, absorption, variation in the direction of arrival, propagation delay, dispersion, frequency change,* dan *polarization rotation* (Laporan CCIR 263-5, 1982). Semua efek menurun dengan meningkatnya frekuensi dalam proporsi terbalik dengan frekuensi *squared*, dan hanya rotasi polarisasi dan efek *scintillation* yang menjadi fokus utama untuk komunikasi satelit.



Gambar 2.3 Redaman Pada Level Terendah, Tekanan 1 Atm, Temperature 20°C Dan *Water Vapor* 7.5 G/M3

2.3 *Global Positioning System* (GPS)

2.3.1 Pengenalan GPS

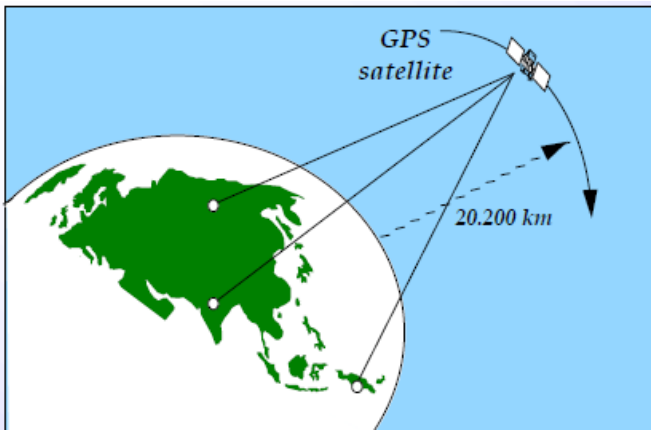
Global Positioning System (GPS) adalah system radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit, dengan nama resminya NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ringing Global Positioning System*). GPS dikembangkan pertama kali oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada tahun 1978 dan secara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

Saat ini GPS adalah system satelit navigasi yang paling banyak digunakan untuk penentuan posisi dalam berbagai macam aplikasi. GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan lebih banyak keuntungan, baik dalam segi operasionalisasinya maupun kualitas posisi yang diberikan.

2.3.2 Kelebihan dan Keterbatasan GPS

Ada beberapa hal yang membuat GPS menarik digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, percepatan, maupun waktu. Diantaranya yaitu :

- GPS dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca.
- Satelit-satelit GPS mempunyai ketinggian orbit cukup tinggi, yaitu sekitar 20.000 km diatas permukaan bumi, dan jumlahnya relative cukup banyak, yaitu 24 satelit. Ini menyebabkan GPS dapat meliput wilayah yang cukup luas, sehingga akan dapat digunakan oleh banyak orang pada saat yang sama.

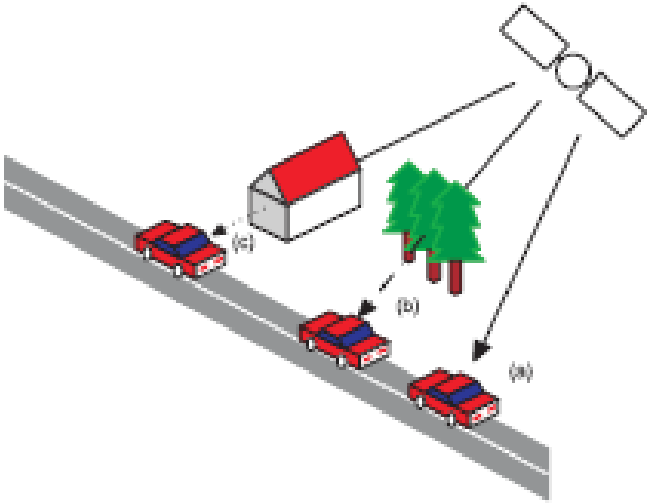


Gambar 2.4 Cakupan Wilayah Transmisi Sinyal GPS[2]

- Penentuan posisi dengan GPS tidak memerlukan adanya saling keterlihatan antara satu titik dengan titik lainnya.
- Posisi yang diberikan GPS selalu mengacu ke datum yang sama.
- Pemakaian GPS tidak dikenakan biaya.
- Alat penerima sinyal GPS cenderung menjadi lebih kecil ukurannya, lebih baik kualitas data yang diberikannya, dan lebih tinggi keandalannya.
- Pengoperasian alat penerima GPS untuk penentuan posisi suatu titik relatif mudah tidak mengeluarkan banyak tenaga.

Meskipun keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan GPS jauh lebih banyak, ada beberapa hal dan keterbatasan yang harus diperhatikan dalam pemakaian GPS, agar pemakaiannya dapat optimal atau tepat sasaran. Beberapa hal dan keterbatasan tersebut dijelaskan secara singkat berikut ini.

- Agar alat penerima GPS dapat menerima sinyal GPS maka tidak boleh ada penghalang antara alat penerima tersebut dengan satelit yang bersangkutan.



Gambar 2.5 Jenis-Jenis Kondisi Penerimaan Sinyal[15]

2.3.3 Cara Kerja GPS

GPS merupakan susunan 24 satelit (3 Cadangan) setiap satelit ini mengelilingi bumi dua kali sehari. Orbit setiap satelit diatur sedemikian rupa sehingga pada setiap saat dimana pun dimuka bumi, setidaknya satu satelit bisa terlihat oleh pengamat dibumi. Satelit-satelit ini memancarkan sinyal secara konstan dari ketinggian sekitar 20.000 km diatas permukaan bumi.

Tugas alat penerima sinyal GPS adalah mencari tiga atau lebih satelit-satelit ini (dengan cara mendeteksi sinyal yang dipancarkan dari satelit-satelit itu), untuk menentukan jarak setiap satelit dari penerima, dan menggunakan informasi ini untuk menentukan lokasi pengamat yang membawa penerima ini (berdasarkan garis lintang

dan bujurnya). Sebagai informasi, sinyal GPS ini ditransmisikan dalam frekuensi L Band, yakni pada angka 1575,42 dan 1227,60 Mhz.

Orbit dari satelit-satelit ini dirancang sedemikian rupa sehingga kapanpun, dimanapun di permukaan bumi, penerima GPS akan dapat mengakses paling tidak 4 satelit. Daya listrik untuk satelit GPS memakai energi matahari dengan solar panel, selain itu baterai cadangan tersedia agar satelit bisa tetap bekerja saat gerhana matahari atau saat energi matahari tidak tersedia.

Roket kecil berfungsi sebagai booster untuk memastikan dan mengkoreksi lintasan satelit mengorbit bumi secara tepat. Selain sistem GPS di orbit dengan ke 24 satelitnya serta 3 cadangan diperlukan pula stasiun pendukung di permukaan bumi yang dipergunakan untuk memonitor kondisi dari satelit serta orbit satelit agar sesuai.

Satelit GPS mengelilingi bumi dua kali sehari dalam orbit yang amat presisi sambil memancarkan sinyal ke bumi. GPS *receiver* (kita sebut *receiver* saja) menerima informasi ini menggunakan metode *triangulasi* untuk menghitung secara pasti di mana lokasi *receiver*. Pada dasarnya, *receiver* membandingkan *timing* dalam *micro second* pulsa waktu dari sinyal yang ditransmisikan oleh satelit dengan *timing pulsa* waktu, yang diterima pada *receiver* dengan transmisi *pseudorandom code*. Perbedaan waktu inilah yang akan memberitahu *receiver* seberapa jauh dan arah satelit berada darinya. Setelah jarak diukur dengan sejumlah satelit GPS lainnya, *receiver* bisa. menentukan posisinya dalam koordinat lintang dan bujur derajat. *Receiver* harus mengunci paling tidak 3 satelit untuk menghitung posisi 2 dimensi (garis lintang dan garis bujur) dan lintasan pergerakan. Dengan 4 atau lebih satelit yang dapat di acess, *receiver* dapat menentukan posisi 3 dimensi (+ ketinggian).

Sekali posisi dari pengguna dapat ditentukan, *receiver* GPS dapat juga menentukan informasi lain seperti kecepatan, lintasan yang telah dilewati, jarak perjalanan yang sudah ditempuh, jarak ke tempat tujuan, waktu *sunrise* dan *sunset* dan lain sebagainya.

Dengan menggunakan 3 satelite Navstar serta metode *triangulasi* sistem GPS dapat menentukan posisi GPS *receiver* dipermukaan bumi secara sangat akurat. Untuk pertama kali 3 unit satelite Navstar menentukan jarak antara satelit dan GPS r*eceiver* dipermukaan bumi dengan perhitungan secara matematik. Satu satelite Navstar mampu menangkap dan menghitung arah dan jarak sinyal dari GPS *receiver* sejauh 11.000 mil atau 17.600 km. Satelite ke dua menentukan arah dan jarak sekitar 12.000 Mil (19.200km), dari dua satelit yang menentukan jarak dan arah GPS *receiver* sudah terdapat titik temu di permukaan bumi, namun untuk lebih akurat lagi maka tugas satelit ke 3 Navstar menentukan arah dan jarak GPS r*eceiver* sejauh 13.000 mil (20.800km) dan masing masing satelit di orbit mempunyai sinyal ID dan selalu di transmisikan guna perhitungan yang lebih kompleks lagi dilakukan oleh r*eceiver* GPS.

2.3.4 Menentukan Posisi dari Receiver ke Satelit GPS

Sebuah GPS receiver mengetahui lokasi dari satelit dengan cara menghitung seberapa jauh jarak antara satelit dan receiver dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

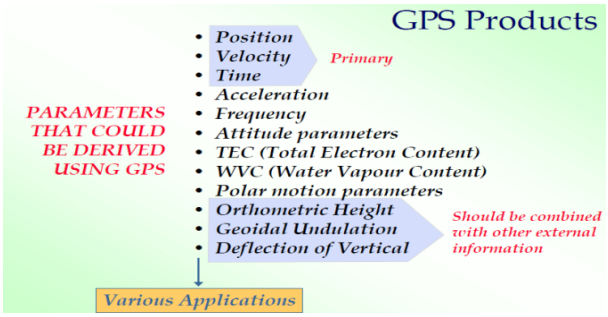
$$v \,.\, t = s \qquad (2.1)$$

Keterangan:

- V(kecepatan) = kecepatan gelombang mikro yang dikirimkan dari satelit.
- t (waktu) = waktu yang dibutuhkan dari satelit mengirimkan sinyal hingga diterima *GPS receiver*.
- S (jarak) = jarak antara satelit dengan *GPS receiver*.

Dengan mengetahui jarak antara receiver dengan satelit, maka dapat ditentukan posisi receiver dengan cara mengirimkan balik sinyal ke satelit sehingga membentuk suatu lingkaran dari ketiga satelit yang ada.

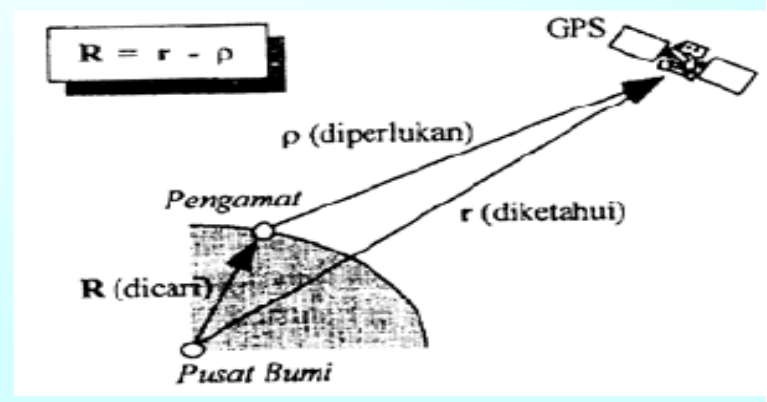
GPS dapat memberikan informasi mengenai posisi, kecepatan, dan waktu secara cepat, teliti, dan murah dimana saja di Bumi ini pada setiap waktu siang maupun malam tanpa tergantung pada kondisi cuaca. Disamping parameter dasar tersebut (posisi, kecepatan dan waktu), sebenarnya ada beberapa parameter turunan lainnya yang dapat ditentukan dengan teknologi GPS. Parameter-parameter tersebut ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.6 Contoh Parameter yang Dapat Diestimasi Dengan GPS[2]

Dalam hal penentuan posisi, GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas. Dari yang sangat teliti (orde milimeter, relatif) sampai yang biasa-biasa saja (orde beberapa meter, absolut). Ketelitian posisi yang diperoleh secara umum akan tergantung pada empat faktor, yaitu: metode penentuan posisi yang digunakan, geometri dan distribusi dari satelit-satelit yang diamati, ketelitian data yang digunakan dan strategi/ metode pengolahan data yang diterapkan.

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Secara vektor, prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS diperlihatkan pada Gambar 2.7 Dalam hal ini, parameter yang akan ditentukan adalah vektor posisi geosentrik pengamat (R). Untuk itu, karena vektor posisi geosentrik satelit GPS (r) telah diketahui, maka yang perlu ditentukan adalah vektor posisi toposentris satelit tehadap pengamat (ρ).



Gambar 2.7 Prinsip Dasar Penentuan Posisi dengan GPS (Pendekatan Vektor)

Pada pengamatan dengan GPS, yang bisa diukur hanyalah jarak antara pengamat dengan satelit dan bukan vektor-nya. Oleh sebab itu, rumus yang tercantum pada Gambar 2.7 tidak dapat diterapkan. Untuk mengatasi hal ini, penentuan posisi pengamat dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap beberapa satelit sekaligus secara simultan, tidak hanya terhadap satu satelit. Saat operasionalisasinya, prinsip penentuan posisi dasar dengan GPS dapat diimplementasikan dalam bentuk beberapa metode penentuan posisi.

Perlu dicatat bahwa posisi yang diberikan oleh GPS adalah posisi tiga dimensi (X,Y,Z ataupun j,l,h) yang dinyatakan dalam datum WGS (*World Geodetic System*) 1984. Dengan GPS, titik yang akan ditentukan posisinya dapat diam (*static positioning*) ataupun bergerak (*kinematic positioning*). Posisi ini dapat ditentukan dengan menggunakan satu receiver GPS terhadap pusat Bumi dengan menggunakan metode *absolute* (point) *positioning*, ataupun terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*station referensi*) dengan menggunakan metode *diiferential* (*relative*) *positioning* yang menggunakan minimal dua receiver GPS.

2.3.5 Parameter Kondisi Cuaca

Pengukuran dan pengumpulan data tentang cuaca dan radiasi surya di Indonesia telah dimulai sejak pendudukan Belanda hingga saat ini. Khusus pengukuran data cuaca telah dilakukan pada sekitar 150 stasiun yang tersebar di berbagai lokasi dibawah koordinasi Departement Badan Meteorologi dan Geofisika.[13]

Secara umum dalam penentuan perbedaan tipe luminasi langit dapat dibedakan menjadi tiga bagian, yaitu:

1. Langit Mendung (*Overcast Sky)*

Konsep tentang distribusi luminansi langit untuk kondisi langit mendung sebagai dasar untuk perancangan pencahayaan alami diasumsikan sebagai Luminansi langit (Lq) pada suatu sudut tertentu dengan elevasi di atas horizon (q) dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$L\theta/Lz = (1 + k \sin \theta)/(1 + k) \qquad (2.3)$$

dimana k adalah nilai konstan dari refleksi permukaan tanah dengan nilai 2 untuk permukaan normal (sekitar 10%) dan nilai 1 untuk permukaan bersalju (refleksi sekitar 80%) dan Lz adalah luminansi langit pada titik zenit.

2. Langit Cerah (*Clear Sky)*

CIE (Komisi Luminansi International) telah menyetujui kesepakatan awal internasional tentang nilai rata-rata distribusi luminansi langit cerah. Selanjutnya CIE

mengadopsi formula dari Kittler dan menetapkan sebagai Standar Langit Cerah (CIE Standard Clear Sky) pada tahun 1973 sebagaimana dalam publikasi CIE No. 22 tahun 1973 tentang nilai relatif distribusi luminansi langit untuk kondisi langit cerah. Nilai tersebut adalah nilai luminansi relatif pada suatu elemen langit (Lrcl) yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian matahari (gs), ketinggian elemen langit (g) dan jarak antara matahari dan elemen langit (z).

3. Langit Berawan (*Intermedieate Sky)*

Nilai relatif distribusi luminansi langit berawan dari suatu pengukuran data yang kontinyu disimpulkan bahwa di beberapa area sekitar tropis banyak ditemukan kondisi langit antara langit mendung dan langit cerah dengan nilai yang berbeda. Nilai tersebut adalah nilai luminansi relatif pada suatu elemen langit (Lrin) yang dihitung sebagai rasio terhadap luminansi zenit dari ketinggian matahari (gs), ketinggian elemen langit (g) dan jarak antara matahari dan elemen langit (z).

Terdapat penentuan tipe kondisi langit selain yang dijelaskan di atas, yang terbagi atas tiga kondisi cerah, berawan, dan mendung. Secara umum kondisi cerah memiliki parameter temperatur yang tinggi, *humidity* rendah dan kecepatan angin rendah. Kondisi berawan memiliki parameter temperatur yang tinggi, *humidity* rata – rata dan kecepatan angin yang rendah. Sedangkan kondisi mendung memiliki parameter temperatur yang tinggi, *humidity* yang tinggi, dan kecepatan angin yang rendah.[13]

2.3.6 Level Kekuatan Sinyal

L1 berupa kode C/A merupakan sinyal yang ditransmisikan dengan level daya minimum dari *effective isotropic radiated power (EIRP)* sebesar 478.63 W (26.8 dBW). Artinya adalah daya yang dipancarkan dari satelit GPS sampai ke antenna penerima GPS adalah sebesarr 26.8 dBW. Level power efektif yang diradiasikan dengan pengarahan antenna 30º terhadap permukaan bumi. Level power radiasi dipilih untuk mendukung kualitas *signal to noise ratio* sehingga dapat tracking dan diterima oleh penerima GPS. Daya pancar ini diharapkan dapat mengatasi penurunan level sinyal yang disebabkan oleh kondisi geografis dari permukaan bumi seperti *heavy vegetation* atau lingkungan perkotaan.

Adapun Loss yang disebabkan oleh redaman ruang bebas ketika sinyal mengalami propagasi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *free space loss factor* (FSLF) :

$$FSLF = \left(\frac{\lambda}{4\Pi R} \right)^2 \qquad (2.3)$$

Redaman ruang bebas sangat dipengaruhi oleh jarak antara pemancar dengan penerima. Dimana dalam menentukan *free space loss factor* digunakan R = 2 x $10^{-1}9$ dan λ = 0.19 meter frekuensi *L1*, sehingga pendekatan nilai FSLF adalah 5.7 x $10^{-1}9$ atau -182.4 dB.

Selain redaman FSLF, terdapat penambahan redaman yang disebabkan oleh redaman atmosfer dengan nilai sekitaran 2.0 dB. Jika penerima diasumsikan sebagai antenna isotropic, maka level daya terima minimum adalah EIRP – FSLF – ALF =

26.8 – 182.4 – 2.0 = -157.6 dBW. Setiap antenna penerima GPS dengan polarisasi sirkular memiliki penguatan sekitar 3.0 dB.

Tabel 2.8 Kalkulasi minimum kekuatan sinyal terima

Minimum transmitted signal power (EIRP)	26.8[a] dBW
Free-space loss factor (FSLF)	−182.4 dB
Atmospheric loss factor (ALF)	−2.0 dB
Receiver antenna gain relative to isotropic (RAG)	3.0 dB
Minimum received signal power (EIRP − FSLF − ALF + RAG)	−154.6 dBW

[a] Including antenna gain.

2.3.7 Perhitungan *Downlink Budget*

$$\left[\frac{C}{N_0}\right]_{dB/Hz} = 10\log P_s G_s - 20\log\frac{4\Pi R}{\lambda} + 10\log\frac{G_r}{T_s} + 10\log L - 10\log k \qquad (2.4)$$

Dimana:

C/N0 = *Carrier power to noise power spectral density ratio*

C = *Carrier power*

Ps = *Satellite antenna power* = 16.5 dBW (44.8W) [±0.3 dB]

Gs = *Satellite antenna gain*

= 13.8 dBi (13.8° off-nadir, 5° elevation) [±0.4 dB]

= 15.1 dBi (8.9° off-nadir, 50° elevation) [-0.2, +0.3 dB]

= 11.8 dBi (0° off-nadir, 90° elevation) [±0.1 dB]

R = Jarak

= 25150 km (5° elevation)

= 21410 km (50° elevation)

= 20180 km (90° elevation)

λ = Panjang Gelombang *Carrier* = 19.04 cm

Gr = *Receive antenna gain*

= 0 dBi (5° elevation) [±2 dB]

= 2 dBi (50° elevation) [±2 dB]

= 4 dBi (90° elevation) [±2 dB]

$$Ts = Ta + T0\ (1 - NF) \qquad (2.5)$$

Ta merupakan noise temperature yang merupakan fungsi dari *pattern* antena, Tsky adalah temperatur langit, *T0* adalah temperatur permukaan bumi, η adalah efisiensi antena.

$$Ta = \eta\ (Tsky + Rbf\ T0) + (1- \eta)\ T0 \qquad (2.6)$$

Tsky = Temperatur langit bebas

= 22 K (5° elevation)

= 3 K (50° elevation)

= 2 K (90° elevation)

Temperatur langit akan meningkat jika terdapat *hydrometeorites* (hujan, *hail*, salju, *sleet*), keteduhan pohon, dan bangunan.

Rbf = *antenna back-to-front ratio* = 0.25 (-6 dB)

η = Efisiensi antenna = 0.40 (40%)

θ3dB = Beamwidth antena = 110°

Ta = Temperatur noise antena

= 0.4(3 + 0.25 · 300) + 0.6 · 300

= 211 K [-100, +0 K]

T0 = Temperature referensi = 300 K (27 C)

NF = Noise figure penerima = 1.35 (1.3 dB) [±0.2 dB]

Ts = temperatur noise sistem penerima

= 316 K [-100, +19 K] [-1.7, +0.3 dB]

$$L = p\left(1 - |\Gamma_s|^2\right)\left(1 - |\Gamma_r|^2\right)\alpha \qquad (2.6)$$

L = *Losses* tambahan = 0.396 (4.0 dB, 5° elevation) [-3, +0 dB]

= 0.430 (3.7 dB, 50° elevation) [-3, +0 dB]

= 0.431 (3.7 dB, 90° elevation) [-3, +0 dB]

p = *polarization match* = 0.457 (3.4 dB) [-3, +0 dB]

Γs = *Satellite antenna reflection coefficient*

= 0.100 (SWR = 1.22:1) (0.0 dB)

Γr = *Receive antenna reflection coefficient*

= 0.200 (SWR = 1.50:1) (0.2 dB)

α = *Atmospheric loss*

= 0.912 (0.4 dB, 5° elevation)

= 0.990 (0.045 dB, 50° elevation)

= 0.992 (0.035 dB, 90° elevation)

k = *Boltzmann constant*

= 1.380(10-23) J/K (-228.6 dBW/K/Hz)

Pada sistem operasi LOS (*Line Of Sight*), maka *loss* ruang bebas / *free space path loss* adalah :

$$L_p = 20\log\frac{4\pi R}{\lambda} = 32.44 + 20\log f_c + 20\log R \qquad (2.7)$$

Lp = path loss = 184.4 dB (5° elevation)

= 183.0 dB (50° elevation)

= 182.5 dB (90° elevation)

fc = *carrier frequency* (MHz) = 1575.42 MHz

R = Jarak (km)

= 25150 km (5° elevation)

= 21410 km (50° elevation)

= 20180 km (90° elevation)

Secara umum tentang operasional C/N0 pada langit bebas (*clear sky*) adalah :

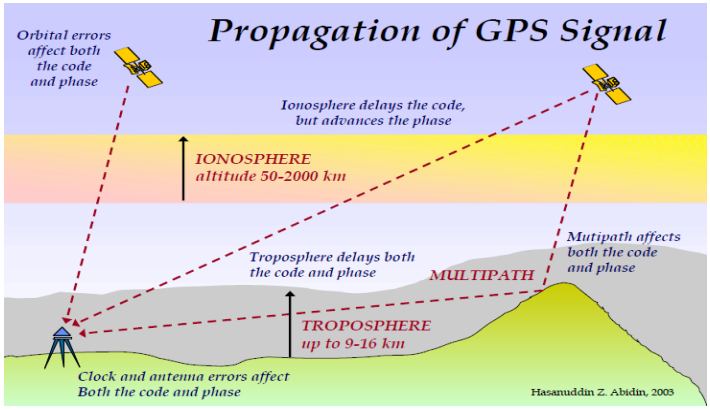
C/N0 = 45.5 dB/Hz (5° elevation, Gr /Ts = -25.0 dB/K) [±2.1 dB]

= 50.5 dB/Hz (50° elevation, Gr /Ts = -23.0 dB/K) [±2.0 dB]

= 49.7 dB/Hz (90° elevation, Gr /Ts = -21.0 dB/K) [±2.0 dB]

2.3.8 Propagasi Sinyal GPS

Dalam perjalanannya dari satelit ke pengamat di permukaan Bumi, sinyal GPS harus melalui medium-medium ionosfer dan troposfer, dimana dalam kedua lapisan tesebut sinyal GPS akan mengalami refraksi dan sintilasi (*scintillation*) di dalamnya, serta pelemahan (*atmospheric attenuation*) dalam lapisan troposfer. Disamping itu, sinyal GPS juga dapat dipantulkan oleh benda-benda di sekitar pengamat sehingga menyebabkan terjadinya multipath, yaitu fenomena dimana sinyal GPS yang diterima oleh antena adalah resultan dari sinyal langsung dan sinyal pantulan.



Gambar 2.8 Propagasi Sinyal GPS [1]

Kesalahan dan bias tersebut, beserta berbagai jenis kesalahan dan bias lainnya seperti kesalahan orbit dan waktu, akan menyebabkan kesalahan pada jarak ukuran dengan GPS (pseudorange serta jarak fase), sehingga harus diperhitungkan dalam pemrosesan sinyal GPS untuk keperluan penentuan posisi ataupun parameter lainnya.

2.3.9 Ketidakakuratan pada GPS

Sistem GPS telah didesain untuk seakurat mungkin, tetapi masih ada penyimpangan yang terjadi. Ada banyak penyebab dari penyimpangan ini, yaitu :

1. **Kondisi Atmosfer**

   Kondisi atmosfer yang berubah mengakibatkan kecepatan sinyal GPS berubah karena sinyal tersebut melewati atmosfer bumi dan ionosfer sehingga kecepatan gelombang mikro dari satelit akan berubah, yang akan mempengaruhi perhitungan jarak menjadi tidak akurat

2. ***Ephemeris Error* dan *Clock Error***

   Sinyal pada GPS membawa informasi tentang error pada *ephemeris* (posisi secara orbital).

3. ***Selective Availabilty***

   Selective Availability (SA) adalah teknik yang digunakan untuk menurunkan akurasi posisi waktu nyata bagi pengguna yang tak berhak, dimana merupakan suatu penyimpangan posisi yang disengaja dari sekitar 0 sampai ribuan kaki ke dalam sinyal navigasi yang ada secara umum. SA ini bisa dihilangkan dengan cara koreksi secara diferrensial.

4. ***Multipath***

   Signal yang mengalami pantulan akibat memasuki atmosfer bumi ketika menuju ke antena GPS.

5. ***Dilution Of Precision* (DOP)**

   DOP merupakan sebuah indikator kualitas dari geometri pada konstelasi satelit. Perhitungan sebuah posisi bisa berbeda-beda tergantung pada satelit

mana yang sedang digunakan. Perbedaaan geometri satelit bias memperbesar atau bahkan memperkecil error pada GPS. Semakin besar sudut antara satelit yang satu dengan yang lainnya maka akan memperkecil nilai DOP, dan menghasilkan pengukuran yang lebih baik. Nilai yang tinggi pada DOP berarti mengindikasikan geometri yang buruk pada satelit

6. Cycle Slips

Cycle slips adalah terputusnya jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati karena *receiver* terputus dalam pengamatan sinyal.

2.3.10 Format Kalimat GPS

Perusahaan-perusahaan pembuat GPS memiliki format kalimat masing-masing untuk menyimpan hasil pengukuran GPS, sehingga sulit untuk menggabungkan data dari alat GPS yang berbeda. Masalah yang mirip terjadi saat ingin melakukan antar-muka terhadap berbagai alat yang berbeda, termasuk sistem GPS. Untuk mengatasi masalah ini, banyak peneliti yang membuat format standar untuk berbagai keperluan penggunanya.

Format standar yang banyak digunakan saat ini ada empat, yaitu:

1. RINEX

RINEX dibuat oleh sekelompok peneliti untuk mengatasi kesulitan mengkombinasikan data biner dari penerima GPS yang berbeda. Data RINEX merupakan format standar ASCII, sehingga memakan tempat yang lebih banyak dalam penyimpanannya [7].

2. NGS-SP3

NGS-SP3 dibangun oleh U.S. NGS yang merupakan akronim dari Standard Product #3, yang datanya berupa dokumen ASCII yang berisi data orbital yang presisi dan koreksi clock satelit yang bersangkutan [7].

3. RTCM SC-104 untuk Layanan DGPS

Format ini merupakan format standar industri untuk mengirimkan koreksi waktu nyata DGPS yang diajukan oleh Radio Technical Commission for Maritime Services untuk memastikan operasi yang efisien dan koreksi *pseudorange* [7].

4. **NMEA**

NMEA adalah standar kalimat laporan yang dikeluarkan oleh GPS *receiver*. Standar NMEA memiliki banyak jenis bentuk kalimat laporan, di antaranya yang paling penting adalah koordinat lintang (*latitude*), bujur (*longitude*), ketinggian (*altitude*), waktu sekarang standar UTC (UTC *time*), dan kecepatan (*speed over ground*) [7].

The National Marine Electronics Association (NMEA) telah mengembangkan spesifikasi yang mendefinisikan antarmuka antara berbagai potongan peralatan elektronik laut. Standar ini memungkinkan elektronik laut untuk mengirim informasi ke komputer dan peralatan laut lainnya. Sebuah salinan lengkap dari standar ini tersedia untuk pembelian di situs web mereka. Tak satu pun dari informasi di situs ini berasal dari standar ini dan saya tidak memiliki salinannya. Siapa saja yang berusaha untuk merancang sesuatu untuk standar ini harus mendapatkan salinan resmi.

GPS penerima komunikasi didefinisikan dalam spesifikasi ini. Kebanyakan program komputer yang menyediakan informasi waktu posisi sebenarnya memahami dan berharap data ke dalam format NMEA. Data ini meliputi PVT lengkap (posisi, kecepatan, waktu) solusi dihitung oleh penerima GPS. Ide NMEA adalah dengan mengirim baris data disebut sebuah kalimat yang benar-benar mandiri dan independen dari kalimat lainnya. Ada kalimat standar untuk setiap kategori perangkat dan ada juga kemampuan untuk menentukan kalimat eksklusif untuk digunakan oleh perusahaan individu. Semua kalimat standar memiliki awalan dua surat yang mendefinisikan perangkat yang menggunakan jenis kalimat. (Untuk penerima gps awalan adalah GP.) Yang diikuti dengan urutan tiga huruf yang mendefinisikan isi kalimat. Selain NMEA hardware izin manufaktur untuk mendefinisikan kalimat milik mereka sendiri untuk tujuan apapun mereka mau. Semua kalimat eksklusif dimulai dengan huruf P dan diikuti dengan 3 huruf yang mengidentifikasi produsen mengendalikan kalimat itu.

Setiap kalimat dimulai dengan '$' dan berakhir dengan urutan kembali dan tidak bisa lebih dari 80 karakter teks terlihat (plus terminator baris). Data yang terkandung dalam baris dengan item data dipisahkan dengan koma. Data itu sendiri hanyalah teks ascii dan mungkin memperpanjang lebih kalimat ganda dalam kasus khusus tertentu, tetapi biasanya sepenuhnya terkandung dalam satu kalimat panjang variabel. Data dapat bervariasi dalam jumlah presisi yang terkandung dalam pesan. Misalnya waktu mungkin ditunjukkan ke bagian desimal dari detik atau lokasi mungkin menunjukkan dengan 3 atau bahkan 4 digit setelah titik desimal. Program yang membaca data hanya harus menggunakan koma untuk menentukan batas-batas

field dan tidak tergantung pada posisi kolom. Ada ketentuan untuk *checksum* pada akhir setiap kalimat yang mungkin atau tidak dapat diperiksa oleh unit yang membaca data. Bidang *checksum* terdiri dari '*' dan dua digit hex mewakili 8 bit eksklusif OR dari semua karakter antara, tapi tidak termasuk, '$' dan '*'. *Checksum* A diperlukan pada beberapa kalimat.

Beberapa unit juga mendukung mode input NMEA. Meskipun tidak terlalu banyak program yang mendukung mode ini. Metode ini menyediakan satu cara standar untuk memperbarui atau menambahkan titik arah dan data rute. Perhatikan bahwa tidak ada campur tangan (*handshaking*) atau perintah dalam mode NMEA sehingga Anda hanya mengirim data dalam kalimat yang benar dan unit akan menerima data dan menambah atau menimpa informasi dalam memori. Jika data tidak dalam format yang benar itu hanya akan diabaikan. Jika nama waypoint adalah sama Anda akan menimpa data yang ada tapi tidak ada peringatan akan dikeluarkan.

Pembangunan kalimat NMEA adalah identik dengan satuan sehingga Anda dapat menangkap kalimat WPL dari satu unit dan kemudian mengirimkan kalimat yang sama untuk unit lain tapi hati-hati jika dua unit mendukung nama waypoint dengan panjang yang berbeda sejak unit penerima mungkin memotong nama dan menimpa titik arah sengaja. Jika Anda membuat sebuah kalimat dari awal Anda harus membuat sebuah checksum yang benar. Pastikan Anda tahu dan Anda telah mengatur unit ke datum yang benar.

Jenis kalimat NMEA adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2 Jenis kalimat NMEA [7]

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

Hal yang penting kalimat NMEA termasuk GGA yang menyediakan data RMC yang menyediakan informasi GPS minimal kalimat, dan GSA yang menyediakan data Status satelit serta GSV yang menyediakan informasi tentang *Azimuth*, *Elevation* dan SNR (*Signal to Noise Ratio*).

a). $GPGGA (*Global positioning system fixed data***)**

Contoh:

$GPGGA,092204.999,4250.5589,S,14718.5084,E,1,04,24.4,19.7,M,,,,0000*1F

Tabel 2.3 Tabel Deskripsi Kalimat NMEA $GPGGA [7]

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	$GPGGA	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N = North, S = South
Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E = East, W = West
Position Fix	1	0 = Invalid, 1 = Valid SPS, 2 = Valid DGPS, 3 =
Satellites Used	04	Satellites being used (0-12)
HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision
Altitude	19.7	Altitude in meters according to WGS-84 ellipsoid
Altitude Units	M	M = Meters
Geoid		Geoid seperation in meters according to WGS-84
Seperation		M = Meters
DGPS Age		Age of DGPS data in seconds
DGPS Station	0000	
Checksum	*1F	
Terminator	CR/LF	

b). $GPGSA (*GNSS DOP and active satellites*)

Contoh (signal acquired): $GPGSA,A,3,01,20,19,13,,,,,,,,,40.4,24.4,32.2*0A

Tabel 2.4 Tabel Deskripsi Kalimat NMEA $GPGSA [7]

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	$GPGSA	
Mode 1	A	A = Auto 2D/3D, M = Forced 2D/3D
Mode 1	3	1 = No fix, 2 = 2D, 3 = 3D
Satellite used 1	01	Satellite used on channel 1
Satellite used 2	20	Satellite used on channel 2
Satellite used 3	19	Satellite used on channel 3
Satellite used 4	13	Satellite used on channel 4
Satellite used 5		Satellite used on channel 5
Satellite used 6		Satellite used on channel 6
Satellite used 7		Satellite used on channel 7
Satellite used 8		Satellite used on channel 8
Satellite used 9		Satellite used on channel 9
Satellite used 10		Satellite used on channel 10
Satellite used 11		Satellite used on channel 11
Satellite used 12		Satellite used on channel 12
PDOP	40.4	Position dilution of precision
HDOP	24.4	Horizontal dilution of precision
VDOP	32.2	Vertical dilution of precision
Checksum	*0A	
Terminator	CR/LF	

c). $GPGSV (*GNSS satellites in view***)**

Contoh: $GPGSV,3,1,10,20,78,331,45,01,59,235,47,22,41,069,,13,32,252,45*70

Tabel 2.5 Tabel Deskripsi Kalimat NMEA $GPGSV [7]

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	$GPGSV	
Number of	3	Number of messages in complete
Sequence number	1	Sequence number of this entry (1-3)
Satellites in view	10	
Satellite ID 1	20	Range is 1-32
Elevation 1	78	Elevation in degrees (0-90)
Azimuth 1	331	Azimuth in degrees (0-359)
SNR 1	45	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
Satellite ID 2	01	Range is 1-32
Elevation 2	59	Elevation in degrees (0-90)
Azimuth 2	235	Azimuth in degrees (0-359)
SNR 2	47	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
Satellite ID 3	22	Range is 1-32
Elevation 3	41	Elevation in degrees (0-90)
Azimuth 3	069	Azimuth in degrees (0-359)
SNR 3		Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
Satellite ID 4	13	Range is 1-32
Elevation 4	32	Elevation in degrees (0-90)
Azimuth 4	252	Azimuth in degrees (0-359)
SNR 4	45	Signal to noise ration in dBHZ (0-99)
Checksum	*70	
Terminator	CR/LF	

d). $GPRMC (*Recommended minimum specific GNSS data***)**

Contoh:

$GPRMC,092204.999,A,4250.5589,S,14718.5084,E,0.00,89.68,211200,,*25

Tabel 2.6 Tabel Deskripsi Kalimat NMEA $GPRMC [7]

Field	Contoh isi	Deskripsi
Sentence ID	$GPRMC	
UTC Time	092204.999	hhmmss.sss
Status	A	A = Valid, V = Invalid
Latitude	4250.5589	ddmm.mmmm
N/S Indicator	S	N = North, S = South
Longitude	14718.5084	dddmm.mmmm
E/W Indicator	E	E = East, W = West
Speed over ground	0.00	Knots
Course over ground	0.00	Degrees
UTC Date	211200	DDMMYY
Magnetic variation		Degrees
Checksum	*25	
Terminator	CR/LF	

2.4 Azimuth, Latitude, dan Longitude

- **Azimuth**

Azimuth adalah sudut antara satu titik dengan arah utara dari seorang pengamat, tetapi terkadang azimuth disebut juga sudut kompas. Jika anda membidik sebuah tanda medan, dan memperolah sudutnya, maka sudut itu juga bisa dinamakan sebagai azimuth.

Kebalikannya adalah back azimuth. Dalam resection back azimuth diperoleh dengan cara:

- Jika azimuth yang kita peroleh lebih dari 180º maka back azimuth adalah azimuth dikurangi 180º. Misalhya anda membidik tanda medan, diperoleh azimuth 200º. Back azimuthnya adalah 200º- 180º = 20º
- Jika azimuth yang kita peroleh kurang dari 180º, maka back azimuthnya adalah 180º ditambah azimuth. Misalkan, dari bidikan terhadap sebuah puncak, diperoleh azimuth 160º, maka back azimuthnya adalah 180º+160º = 340º

- **Latitude**

Latitude adalah garis yang melintang di antara kutub utara dan kutub selatan, yang menghubungkan antara sisi timur dan barat bagian bumi. Garis ini memiliki posisi membentangi bumi, sama halnya seperti garis equator, tetapi dengan kondisi nilai tertentu. Garis lintang inilah yang dijadikan ukuran dalam mengukur sisi utara-selatan koordinat suatu titik di belahan bumi.

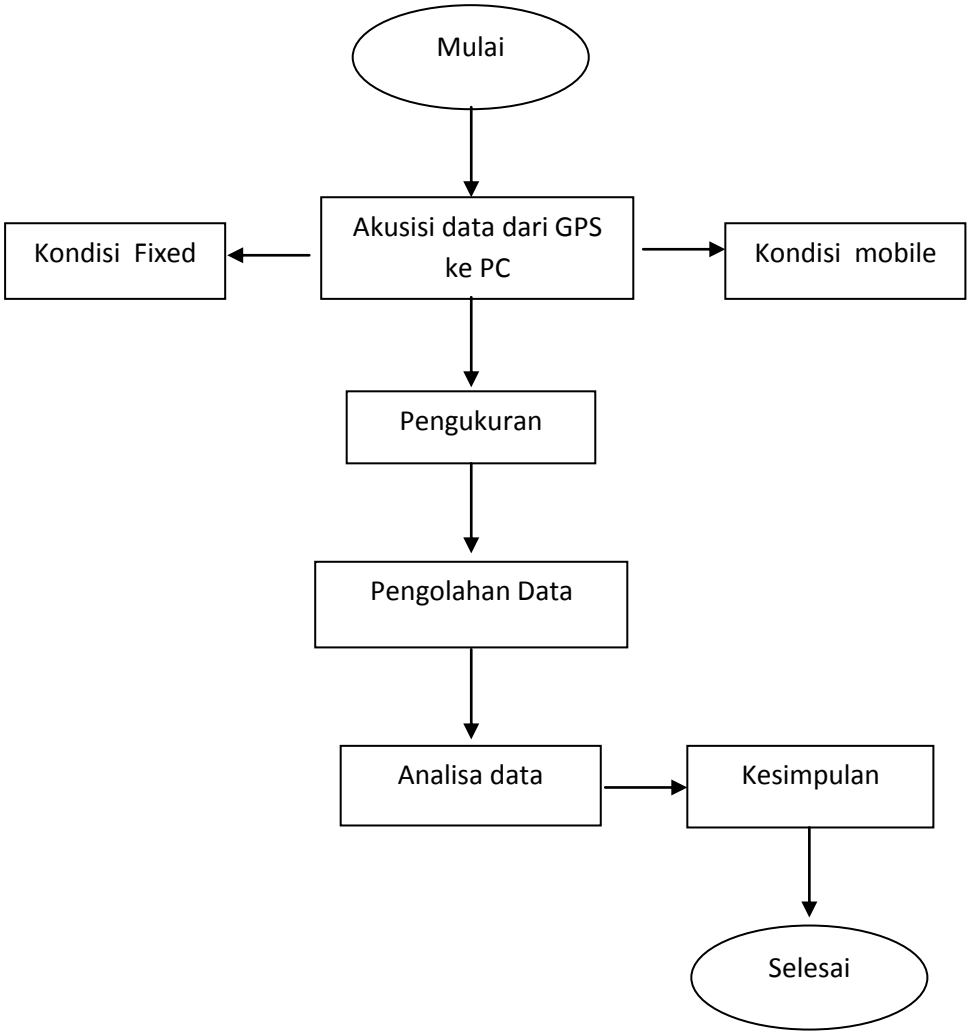
Latitude di bedakan menjadi 2 wilayah, yaitu utara atau yang biasa kita sebut lintang utara dan selatan atau yang biasa kita sebut lintang selatan, dimana nilai koordinat di bagian utara selalu positif dan nilai koordinat di bagian selatan adalah negatif.

- **Longitude**

Longitude adalah garis membujur yang menghubungkan antara sisi utara dan sisi selatan bumi (kutub). Garis bujur ini digunakan untuk mengukur sisi barat-timur koordinat suatu titik di belahan bumi. Sama seperti *equator* pada latitude yang berada ditengah dan memiliki nilai 0 (nol) derajat, pada longitude, garis tengah yang bernilai 0 (nol) derajat disebut garis *prime meridian*. Sedangkan garis yang berada paling kiri memiliki nilai -90 derajat, dan yang paling kanan memiliki nilai 90 derajat.

Longitude juga dibedakan menjadi 2 wilayah, yaitu bujur timur dan bujur barat, dimana koordinat yang berada di timur selalu bernilai negatif, dan sebaliknya yang berada di barat selalu positif. Nilai satuan ukuran derajat menjadi kilometer pada longitude juga sama seperti pada latitude.

2.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar ... Diagram Alur Penelitian

Pada penelitian ini pengambilan data dimulai dalam keadaan tidak bergerak (fixed) dan selanjutnya dalam keadaan bergerak (mobile/tracking), dimana saat dilakukan pengambilan data, Laptop telah terinstal dan terkoneksi dengan software dan GPS. Data hasil pengukuran selanjutnya disimpan dan dianalisis untuk mendapatkan kesimpulan hasil penelitian terhadap karakteristik sinyal terima GPS pada wilayah Parepare dan Sidrap.

2.6 Roadmap Penelitian

1. Abidin, Wan Azlan Bin Wan Zainal Abidin, 2008. *Measurement of Mobile Satellite Signal using Handheld GPS Receiver at Mid- and Low- Latitude Regions*. Fukuoka, Japan. Penelitian tersebut dilakukan di daerah lintang menengah (mid-latitude region) dan daerah lintang rendah (low-latitude region) dengan menggunakan parameter-parameter SNR, sudut elevasi dan azimut. Penelitian ini dilakukan secara *fixed* dengan sudut *receiver* berbeda-beda, dan dianalisis untuk setiap satelit.
2. Aqsa, Muhammad dan M Rahman, Rivaldi. 2012. *Pengaruh Variasi Posisi Satelit Terhadap Kualitas Sinyal Land Mobile Satelit.* Universitas Hasanuddin Makassar. Penelitian tersebut diadakan dataran rendah dengan ketinggian <10 m diatas permukaan laut dengan lokasi Lapangan Malengkeri pada kondisi LOS dan dataran tinggi dimana lokasi pengambilan data berada di lantai 6 Fakultas Farmasi Unhas dengan ketinggian ± 40 meter diatas permukaan laut. Penelitian ini dilakukan secara fixed dan menganalisis pengaruh ketinggian terhadap kualitas penerimaan sinyal.
3. S, Agus Widanarto dan Tachiransyah, Muhammad, 2012, *Rekonstruksi Data Penerimaan GPS LOS/NLOS serta Aplikasinya pada Sistem Komunikasi*. Universitas Hasanuddin Makassar. Penelitian tersebut dilakukan di daerah unhas dengan memilih 3 lokasi dan waktu pengambilan data berbeda-beda (pagi, sore, dan malam) serta sudut penerimaan GPS yang berbeda-beda (90^o, 45^o dan 135^o). Penelitian ini dilakukan secara *fixed* dan menganalisis mengenai *signal strength*.

Merujuk pada ketiga penelitian di atas, maka peneliti akan mencoba untuk menggabungkan proses penelitian tersebut, dengan menganalisis penerimaan GPS secara *fixed* dan secara *mobile*, serta menggunakan jenis lokasi yang berbeda-beda pada daerah Parepare dan Sidrap, sehingga karakteristik propagasi sinyal pada daerah tersebut secara umum dapat diketahui.