

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 PENGERTIAN GLOBAL POSITIONING SYSTEM (GPS)

Global Positioning System adalah sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan menggunakan satelit. Sistem yang pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika ini digunakan untuk kepentingan militer maupun sipil (survey pemetaan dan informasi geografi).

Sistem GPS, yang nama aslinya adalah NAVSTAR GPS (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System), mempunyai tiga segmen yaitu : **satelit, pengontrol, dan penerima / pengguna**. Satelit GPS yang mengorbit bumi, dengan orbit dan kedudukan yang tetap (koordinat pasti), seluruhnya berjumlah 24 buah dimana 21 buah aktif bekerja dan 3 buah sisanya adalah cadangan.

- Satelit bertugas untuk menerima dan menyimpan data yang ditransmisikan oleh stasiun – stasiun pengontrol, menyimpan dan menjaga informasi waktu berketelitian tinggi (ditentukan dengan jam atomic di satelit), dan memancarkan sinyal dan informasi secara kontinu ke pesawat penerima (receiver) dari pengguna.
- Pengontrol bertugas untuk mengendalikan dan mengontrol satelit dari bumi baik untuk mengecek kesehatan satelit, penentuan dan prediksi orbit dan waktu, sinkronisasi waktu antar satelit, dan mengirim data ke satelit.
- Penerima bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi (posisi tiga dimensi yaitu koordinat di bumi plus ketinggian), arah, jarak, dan waktu yang diperlukan oleh pengguna. Ada dua macam tipe penerima yaitu tipe NAVIGASI dan tipe GEODETIC .yang termasuk tipe NAVIGASI antara lain : Trimble Ensign, Trimble Pathfinder, Garmin, Sony dan lain sebagainya. Sedangkan tipe GEODETIC antara lain : Topcon, Leica, Astech, Trimble seri 4000 dan lain – lain.



Imam Maulana, 2014

*Pengukuran GPS Geodetik dan Terrestrial Laser (TLS) untuk Pembangunan Rel Kereta Api Baru di Menteng Jaya Jakarta*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 2.1 satelit yang berorbit

- GPS Navigasi

GPS Navigasi adalah *gps handheld* yang mempunyai ketelitian 3-10 meter. Biasanya bisa digenggam. Selain berfungsi sebagai perangkat navigasi juga bisa digunakan untuk pemetaan.



Gambar 2.2 GPS NAVIGASI

- GPS Geodetik

GPS Geodetik adalah GPS yang mempunyai ketelitian tinggi sampe kelas milimeter. Alat ini terdiri dari base dan rover.

- Tipe Geodetik dual frekuensi

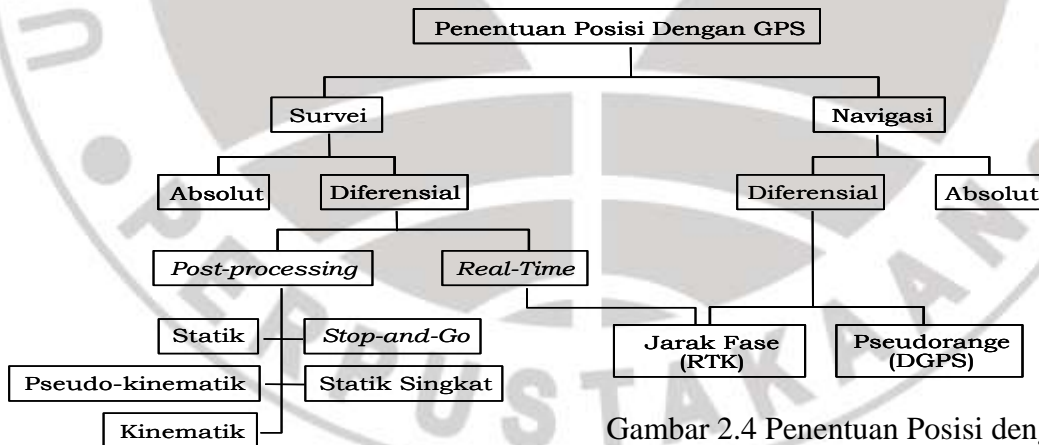
dapat memberikan ketelitian posisi hingga mencapai millimeter. Tipe ini biasa digunakan untuk aplikasi precise positioning seperti pembangunan jarring titik kontrol, survey deformasi, dan geodinamika. Harga receiver tipe ini cukup mahal, mencapai ratusan juta rupiah untuk 1 unitnya.



Gambar 2.3 GPS Geodetik

### 2.1.1 PRINSIP PENENTUAN POSISI GPS

Prinsip penentuan posisi dengan GPS yaitu menggunakan metode reseksi jarak, dimana pengukuran jarak dilakukan secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya. Pada pengukuran GPS, setiap epoknya memiliki empat parameter yang harus ditentukan : yaitu 3 parameter koordinat X,Y,Z atau L,B,h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di receiver GPS. Oleh karena diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit.



Gambar 2.4 Penentuan Posisi dengan GPS

### 2.1.2 SINYAL GPS

GPS satelit mentransmisikan dua sinyal radio daya rendah, ditunjuk L1 dan L2. GPS sipil menggunakan frekuensi L1 dari 1575,42 MHz pada UHF band. Perjalanan Sinyal saling berhadapan (Line of Sight), yang berarti mereka akan melewati awan, kaca dan plastik tapi tidak akan melalui objek padat seperti gedung dan pegunungan. Sinyal GPS mengandung tiga bit informasi yang berbeda – kode pseudorandom, data ephemeris dan data almanak. Kode pseudorandom hanyalah kode ID yang mengidentifikasi informasi transmisi satelit. Anda dapat melihat nomor ini pada unit satelit GPS Garmin PAGE GPS (garmin) , teridentifikasi pada saat menerima sinyal satelit. Ephemeris data, yang terus-menerus ditransmisikan oleh satelit masing-masing, berisi informasi penting tentang status satelit (sehat atau tidak sehat), tanggal dan waktu. Ini bagian dari sinyal sangat penting untuk menentukan posisi. Data almanak memberitahu penerima GPS di mana setiap satelit GPS harus setiap saat sepanjang hari. Setiap satelit mentransmisikan data almanak menunjukkan informasi orbit untuk satelit tersebut dan untuk setiap satelit lain dalam sistem.

Dalam perjalanannya dari satelit hingga mencapai antenna dipermukaan Bumi, sinyal GPS akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias. Berikut ini karakteristik dari sebagian kesalahan dan bias akan dijelaskan secara umum. Faktor-faktor yang dapat menurunkan sinyal GPS dan mempengaruhi akurasi adalah sebagai berikut:

A. Kesalahan Ephemeris (Orbit)

Kesalahan Ephemeris (Orbit) adalah kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh ephemeris satelit tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya. Dengan kata lain, posisi satelit yang dilaporkan tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya.

B. Bias Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atas atmosfer dimana terdapat sejumlah electron dan ion bebas yang mempengaruhi perambatan gelombang radio. Dalam hal ini ionosfer akan mempengaruhi kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan sinyal GPS yang melaluinya.

C. Bias Troposfer



Sinyal dari satelit GPS untuk sampai ke antenna harus melalui lapisan troposfer, yaitu lapisan atmosfer netral yang berbatasan dengan permukaan bumi dimana temperature menurun dengan membesarnya ketinggian. Efek utama dari troposfer berpengaruh pada kecepatan, atau dengan kata lain terhadap hasil ukuran jarak.

#### D. Multipath

Multipath adalah fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Dalam hal ini satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena, sedangkan yang lainnya merupakan sinyal-sinyal tidak langsung yang dipantulkan oleh benda-benda disekitar antena sebelum tiba di antena.

#### E. Ambiguitas Fase (Cycle Ambiguity)

Ambiguitas fase dari pengamatan fase sinyal GPS adalah jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh receiver GPS.

#### F. Cycle Slips

Kesalahan ini yaitu ketidak-kontinyuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena receiver yang disebabkan oleh satu dan lain hal, 'terputus' dalam pengamatan sinyal.

#### G. Anti Spoofing

Anti Spoofing (AS) adalah suatu kebijakan dari DoD Amerika Serikat, dimana kode-kode dari sinyal GPS bersifat rahasia dan hanya diketahui oleh pihak militer.

#### H. Kesalahan jam satelit dan receiver

Ketidaksesuaian antara jam di satelit dengan di receiver.

#### I. Pergerakan dari pusat fase antena

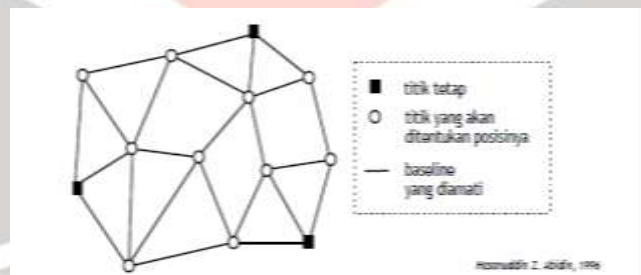
Pusat fase antena adalah pusat (sumber) radiasi yang sebenarnya, dan dalam konteks GPS merupakan titik referensi yang sebenarnya digunakan dalam pengukuran sinyal secara elektronik.

#### J. Imaging

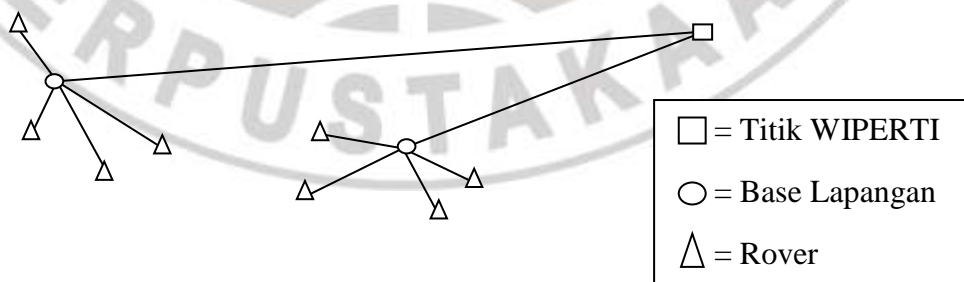
Imaging adalah suatu fenomena yang melibatkan suatu benda konduktif (konduktor) yang berada dekat dengan antenna GPS, seperti reflector berukuran besar maupun *grundplane* dari antenna itu sendiri.

### 2.1.3 SURVEY GPS

Pada pengukuran Global Positioning System ada dua metode yaitu metode jaring dan Radial



Gambar 2.5 metode Jaring



Gambar 2.6 metode Radial

#### **2.1.4 PCCDU**

Software ini digunakan untuk mendownload data dari alat GPS ke computer untuk melalui tahap pengolahan data.

#### **2.1.5 TOPCON LINK**

Topcon Link merupakan software pengolahan data GPS selanjutnya, dimana dengan software ini penulis melakukan data yang sudah didownload untuk di RINEX (*receiver independence exchange format*) atau meng-convert file agar bisa diolah kemudian di software Topcon Tools.

#### **2.1.6 TOPCON TOOLS**

Software ini adalah software tahap terakhir dalam pengolahan data GPS sehingga mendapatkan hasil berupa sinyal – sinyal dan garis baseline.

#### **2.1.7 SCENE 5.0**

Software ini bersifat komersil, dimana software ini merupakan trial 30 hari yang harus diinstal ulang kembali jika sudah habis. Pada software ini dilakukan mulai dari registrasi, filtering, coloring hingga mengubah format agar bisa digunakan di software selanjutnya.

#### **2.1.8 KERETA API**

Kehadiran kereta api di Indonesia ditandai dengan pencangkulan pertama pembangunan jalan KA di desa Kemijen, Jum'at tanggal 17 Juni 1864 oleh Gubernur Jenderal Hindia Belanda, Mr. L.A.J Baron Sloet van den Beele. Pembangunan diprakarsai oleh Naamlooze Venootschap Nederlandsch Indische Spoorweg Maatschappij (NV. NISM) yang dipimpin oleh Ir. J.P de Bordes dari Kemijen menuju desa Tanggung (26 Km) dengan lebar sepur 1435 mm. Ruas jalan ini dibuka untuk angkutan umum pada hari Sabtu, 10 Agustus 1867.

Keberhasilan swasta, NV. NISM membangun jalan KA antara Kemijen - Tanggung, yang kemudian pada tanggal 10 Februari 1870 dapat menghubungkan kota Semarang - Surakarta (110 Km), akhirnya mendorong minat investor untuk membangun jalan KA di daerah lainnya. Tidak mengherankan, kalau pertumbuhan panjang jalan rel antara 1864 - 1900

Imam Maulana, 2014

*Pengukuran GPS Geodetik dan Terrestrial Laser (TLS) untuk Pembangunan Rel Kereta Api Baru di Menteng Jaya Jakarta*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

tumbuh dengan pesat. Kalau tahun 1867 baru 25 Km, tahun 1870 menjadi 110 Km, tahun 1880 mencapai 405 Km, tahun 1890 menjadi 1.427 Km dan pada tahun 1900 menjadi 3.338 Km.

Selain di Jawa, pembangunan jalan KA juga dilakukan di Aceh (1874), Sumatera Utara (1886), Sumatera Barat (1891), Sumatera Selatan (1914), bahkan tahun 1922 di Sulawesi juga telah dibangun jalan KA sepanjang 47 Km antara Makasar-Takalar, yang pengoperasiannya dilakukan tanggal 1 Juli 1923, sisanya Ujungpandang - Maros belum sempat diselesaikan. Sedangkan di Kalimantan, meskipun belum sempat dibangun, studi jalan KA Pontianak - Sambas (220 Km) sudah diselesaikan. Demikian juga di pulau Bali dan Lombok, pernah dilakukan studi pembangunan jalan KA.

Sampai dengan tahun 1939, panjang jalan KA di Indonesia mencapai 6.811 Km. Tetapi, pada tahun 1950 panjangnya berkurang menjadi 5.910 km, kurang lebih 901 Km raib, yang diperkirakan karena dibongkar semasa pendudukan Jepang dan diangkut ke Burma untuk pembangunan jalan KA di sana.

Jenis jalan rel KA di Indonesia semula dibedakan dengan lebar sepur 1.067 mm; 750 mm (di Aceh) dan 600 mm di beberapa lintas cabang dan tram kota. Jalan rel yang dibongkar semasa pendudukan Jepang (1942 - 1943) sepanjang 473 Km, sedangkan jalan KA yang dibangun semasa pendudukan Jepang adalah 83 km antara Bayah - Cikara dan 220 Km antara Muaro - Pekanbaru. Ironisnya, dengan teknologi yang seadanya, jalan KA Muaro - Pekanbaru diprogramkan selesai pembangunannya selama 15 bulan yang mempekerjakan 27.500 orang, 25.000 diantaranya adalah Romusha. Jalan yang melintasi rawa-rawa, perbukitan, serta sungai yang deras arusnya ini, banyak menelan korban yang makamnya bertebaran sepanjang Muaro- Pekanbaru.

Setelah kemerdekaan Indonesia diproklami-kan pada tanggal 17 Agustus 1945, karyawan KA yang tergabung dalam Angkatan Moeda Kereta Api (AMKA) mengambil alih kekuasaan perkeretaapian dari pihak Jepang. Peristiwa bersejarah tersebut terjadi pada tanggal 28 September 1945. Pembacaan pernyataan sikap oleh Ismangil dan sejumlah anggota AMKA lainnya, menegaskan bahwa mulai tanggal 28 September 1945 kekuasaan perkeretaapian berada di tangan bangsa Indonesia. Orang Jepang tidak diperbolehkan campur tangan lagi urusan perkeretaapi-an di Indonesia. Inilah yang melandasi ditetapkannya 28



September 1945 sebagai Hari Kereta Api di Indonesia, serta dibentuknya Djawatan Kereta Api Republik Indonesia (DKARI).

## 2.2 PENGERTIAN TERESTIAL LASER SCANNER (TLS)

3D Laser Scanner atau lebih dikenal dengan sebutan laser scanner, merupakan instrumen analisis objek *real world* yang dapat mengumpulkan data permukaan dan bentuk objek kemudian ditampilkan dalam bentuk 3 dimensi yang penuh warna. Data yang terkumpul dapat digunakan untuk mengkonstruksi bentuk digital dalam model tiga dimensi yang berguna untuk berbagai macam kebutuhan proyek. Alat ini digunakan secara ekstensif oleh industri hiburan dalam produksi film dan video game. Aplikasi umum lain yang biasa menggunakan teknologi ini adalah industri desain, *reverse engineering* and *prototyping*, dan pelestarian bentuk artefak bersejarah. Banyak macam teknologi yang dapat dikategorikan sebagai alat 3D Scanning ini; setiap teknologi mempunyai keterbatasan, kelebihan, dan biaya yang berbeda-beda dan perlu diingat bahwa masih banyak keterbatasan dalam hal merekam objek-objek tertentu. Contohnya teknologi optik menemui banyak kesulitan dengan objek yang berkilauan, menyerap sinar atau transparan dan struktur konstruksi dengan jenis-jenis cat tertentu.

Namun, pada saat ini telah ditemukan dan dikembangkan metodametoda untuk menscan objek yang berkilauan, seperti melapisi objek-objek tersebut dengan suatu lapisan tipis dari bedak putih, hal ini akan membantu foton-foton untuk merefleksikan kembali sinar yang dipancarkan scanner. Laser scanner dapat mengirimkan lebih dari satu trilyun cahaya foton terhadap suatu objek dan menerima kembali foton-foton dalam persentasi yang sangat kecil melalui optik yang digunakan. Reflektifitas objek berdasarkan warna objek atau albedo terrestrial. Suatu permukaan yang putih akan merefleksikan banyak cahaya dan suatu permukaan yang hitam hanya akan merefleksikan sedikit cahaya. Objek transparan seperti gelas atau kaca hanya akan mematahkan atau membelokkan cahaya dan memberikan informasi 3D yang salah.

### 2.2.1 Kemampuan 3D laser scanner

Imam Maulana, 2014

*Pengukuran GPS Geodetik dan Terrestrial Laser (TLS) untuk Pembangunan Rel Kereta Api Baru di Menteng Jaya Jakarta*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Tujuan dari suatu 3D laser scanner biasanya untuk menciptakan awanawan titik (point clouds) dari permukaan obyek dalam bentuk geometrik. Titik-titik ini kemudian bisa digunakan untuk mengekstrapolasi bentuk dari subyek (suatu proses yang disebut rekonstruksi). Jika informasi warna dikumpulkan pada masing-masing titik maka warna-warna dari suatu permukaan subyek juga dapat ditentukan.

3D laser scanner sangat mirip dengan kamera karena mempunyai suatu medan pandang yang seperti kerucut, dan seperti kamera-kamera, mereka hanya dapat mengumpulkan informasi tentang permukaan-permukaan yang tidak digelapkan. Sementara suatu kamera mengumpulkan informasi warna tentang permukaan-permukaan di dalam medan pandangnya, 3D laser scanner mengumpulkan informasi jarak tentang permukaan-permukaan di dalam medan pandangnya sehingga image yang dihasilkan oleh suatu 3D laser scanner dapat memberikan informasi mengenai jarak antar masing-masing titik di suatu permukaan itu.

Untuk kebanyakan situasi, single scan tidak akan menghasilkan suatu model yang lengkap dari subyek. Dengan melakukan scanning berkali-kali, bahkan hingga ratusan kali, dari beraneka arah biasanya diperlukan untuk memperoleh informasi tentang semua samping dari subyek. Scan-scan ini harus dibawa ke dalam suatu sistem referensi umum, suatu proses yang biasa disebut registrasi, lalu digabungkan untuk menciptakan suatu model yang lengkap



Gambar 2.7 FARO 3D FOCUS