

Studi Perbandingan Penentuan Posisi Geografis Berdasarkan Pengukuran dengan GPS (*Global Positioning System*), Peta Google Earth, dan Navigasi.Net

RIANANDRA, ARSALI, DAN AKHMAD AMINUDDIN BAMA

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya

Intisari: Global positioning system (GPS) merupakan sistem satelit navigasi dan sistem penentuan posisi geografis dengan menggunakan satelit. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah dan waktu. Konsep ini lah yang digunakan untuk menentukan posisi geografis pada daerah Bundaran Air Mancur Kota Palembang, dengan ditentukan titik titik pengukuran pada lokasi penelitian yang kemudian dibandingkan dengan beberapa sumber lainnya yaitu pada peta google earth dan pada navigasi.net. Pada pengukuran menggunakan GPS tingkat ketelitian data yang di dapat relatif lebih tepat dibanding menggunakan google earth dan navigasi.net.

Kata kunci: GPS, satelit, Palembang, google earth, navigasi.net

Abstract: Global positioning system (GPS) are satellite navigation and geographic positioning systems using satellites. This system uses 24 satellites that transmit microwave signals to Earth. This signal is received by a receiver on the surface and used to determine position, velocity, direction and time. This concept is used to determine the geographical position of the Bundaran Air Mancur of Palembang city area, with a specified point of measurement points on the study sites were then compared with some other source that is on google earth and maps on navigasi.net. In measurements using the GPS data at the level of accuracy may be relatively more precise than using google earth and navigasi.net

Keywords: GPS, satellite, Palembang, google earth, navigasi.net

1 PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin pesat menimbulkan banyak inovasi untuk memenuhi keperluan kehidupan. Segala hal dapat dilakukan dengan cepat dan efisien. Sebelum teknologi digital berkembang, peta dibuat di atas lembaran kertas secara manual dengan melakukan pengukuran secara langsung di lapangan. Cara ini dinilai kurang cepat dan efisien serta tidak ekonomis. Selain itu peta yang berupa lembaran kertas dari penggambaran secara manual tidak dapat diproses menjadi peta atau informasi yang dibutuhkan dengan cepat dan mudah.

Di Indonesia umumnya pemetaan masih dilakukan dengan alat ukur tanah theodolit untuk mendapatkan titik-titik koordinat di suatu wilayah. Setiap alat ukur berpindah tempat, sebanyak itu pula harus dilakukan pengkondisian agar didapat data yang akurat. Faktor emosi dari operator alat sangat mempengaruhi akurasi hasil pengukuran yang pada akhirnya mempengaruhi akurasi peta yang dihasilkan. Disamping itu, waktu pengerjaan hingga dihasilkan peta pun sangat lama.

Saat ini, Perkembangan pemetaan digital juga sangat dipengaruhi oleh perkembangan dunia satelit terutama satelit navigasi. Kita dapat mudah melakukan pengukuran dilapangan untuk mencari koordinat titik-titik dengan bantuan GPS. GPS (*Global Positioning System*) adalah salah satu alat yang sangat menarik untuk dibahas. Alat ini merupakan sistem navigasi satelit yang pada awalnya hanya digunakan untuk keperluan militer. GPS dapat membantu menentukan posisi geografis benda secara tepat, sekarang telah berkembang dan dapat digunakan oleh masyarakat umum.

Sistem pengolahan data pun jauh lebih mudah dibanding pengukuran secara terestris dengan menggunakan waterpass, theodolit ataupun total station. Dengan adanya satelit kita dapat mencari koordinat suatu titik baik dengan GPS secara langsung di lapangan atau dengan citra satelit tanpa kontak secara langsung di lapangan. Data yang kita butuhkan dapat kita dapatkan dengan mudah.

Persoalannya adalah, pertama, bagaimana cara memberikan orientasi dan posisi yang tepat pada peta dengan koordinat yang digunakan dari hasil pengukuran dengan GPS. Kedua, bagaimanakah

cara menyamakan sistem koordinat GPS sesuai dengan sistem koordinat pada peta digital google dan navigasi. Ketiga bagaimanakah menganalisis hasil titik waypoint pada GPS dan pada peta digital google serta navigasi. Dengan demikian diharapkan kita mampu memahami cara penggunaan GPS dan dapat menentukan titik-titik koordinat dasar sebelum kita membuat peta digital dengan meminimalkan kesalahan-kesalahan yang ada, sehingga peta yang kita hasilkan nantinya bisa lebih mendekati hasil yang ada di lapangan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Peta Digital

Pemetaan digital atau sering disebut sebagai digital mapping merupakan suatu cara baru dalam pembuatan peta, baik untuk keperluan pencetakan maupun dalam format peta digital. Sedangkan definisi lain dari pemetaan digital adalah penggambaran permukaan bumi menggunakan komputer dengan menggunakan data koordinat. Inti dari pemetaan digital adalah proses pengolahan objek-objek peta yang menggunakan format digital sehingga membutuhkan perangkat keras komputer dan perangkat lunak yang berkaitan. Soft ware yang biasa digunakan dalam pembuatan peta digital adalah Land Desktop, Auto Cad Map, Arc View, Map Info Profesional, dan lain-lain.

Perkembangan teknologi komputer dan informasi yang semakin pesat baik secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh pada berkembangnya dunia pemetaan. Perkembangan teknologi komputer yang dimaksud adalah kapasitas memori yang semakin besar. Proses data yang semakin cepat dan fungsi dari komputer itu sendiri yang menjadi lebih majemuk sehingga memiliki fungsi yang sangat beragam, selain itu komputer juga menjadi lebih mudah untuk dioperasikan melalui beberapa paket program.

Saat ini pembuatan peta secara konvensional secara terestris dapat dipermudah dengan bantuan komputer melalui pendataan di lapangan yang langsung dapat didownload ke komputer untuk pelaksanaan perhitungan polygon, perataan perhitungan (koreksi) dan lain-lain. Bahkan dewasa ini kita bisa melakukan pemisahan warna secara digital sebagai proses dalam pencetakan peta.

Seperti halnya peta analog, peta digital dapat kita pakai untuk membantu kita mendapatkan informasi suatu daerah. Perbedaan antara keduanya hanya pada bentuknya saja, dimana peta analog berupa lembaran kertas, sedangkan peta digital berupa

data yang tersimpan dalam media perekam seperti disket, CD, flashdisk atau harddisk. Kelebihan yang dimiliki oleh peta digital dibanding dengan peta analog salah satunya adalah kemudahan untuk editing dengan mudah dan cepat.

Dengan adanya peta digital kita sebagai orang-orang yang berhubungan dengan pemetaan atau orang-orang yang dalam kesehariannya selalu bergelut dengan peta banyak diuntungkan. Namun selain keuntungan-keuntungan yang kita dapatkan, ada pula kekurangan-kekurangan yang kita dapatkan dengan menggunakan peta digital. Keuntungan yang kita dapatkan antara lain:

1. Pembuatan peta existing semakin cepat dan mudah.
2. Pembuatan peta tematik lebih mudah dan cepat.
3. Produksi (penggandaan) peta semakin cepat.
4. Penyajian secara grafis lebih bagus.
5. Updating peta lebih mudah dan cepat.
6. Melalui penggabungan dengan data statistik maka analisis data dapat dilakukan dengan mudah.
7. Media penyimpanan semakin kecil sehingga tidak membutuhkan ruangan yang besar.
8. Kualitas data dapat dipertahankan karena tidak terpengaruh oleh suhu, tekanan, dan lain-lain.
9. Dapat dengan mudah membuat peta.
10. Dapat dengan mudah memproduksi peta dengan berbagai macam skala dengan memperhatikan proses seleksi dan generalisasi.

Kendala yang dihadapi dalam penggunaan peta digital adalah:

1. Membutuhkan investasi biaya yang mahal untuk peralatan (hardware) pengadaan data (digitizer, scanner, computer, total station, GPS, citra satelit dll).
2. Memerlukan sumber daya manusia yang terampil yang menguasai berbagai macam disiplin ilmu (computer, kartografi, remote sensing, pemetaan digital, sistem koordinat, sistem proyeksi dll).
3. Membutuhkan biaya investasi yang besar untuk pengadaan software yang berlisensi (MS windows, MS office, ER Mapper, Autocad Map, Arc View, Map Info, dll).

Proses Pemetaan Digital

Secara umum proses pemetaan digital dibagi ke dalam tiga tahap pekerjaan sebagai berikut:

- a. Data input yang dimaksud dapat berupa data survei lapangan baik dengan menggunakan theodolite, total station, ataupun GPS yang telah

diproses menjadi data koordinat, peta analog yang sudah ada, hasil interpretasi foto udara atau citra satelit. Data analog ini perlu dilakukan digitasi dengan melalui vektorisasi dengan perangkat keras meja digitizer atau rasterisasi dengan alat scanner. Kemudian dilakukan perubahan format yang diinginkan dari vektor ke raster atau sebaliknya.

- b. Untuk proses editing objek-objek peta yang berupa simbol, titik, garis, ataupun poligon dilakukan dalam format data vektor. Hal ini mengingat kemampuan format vektor yang tidak terpengaruh besar kecilnya nilai piksel. Ketika dilakukan zooming (in atau out) informasi yang tersimpan dalam format vektor tidak berubah. Hal ini sangat berbeda bila menggunakan format data raster yang terpengaruh oleh zooming kenampakan pada layar monitor.
- c. Dengan berbagai manipulasi yang ada pada beragam perangkat lunak yang diinginkan, setelah melalui proses editing dan perancangan layout akan dihasilkan peta baru dalam format digital. Peta baru dalam format digital ini memiliki banyak keuntungan apabila akan digandakan, dikirim ke tempat lain, atau jika akan dilakukan penambahan atau pengurangan informasi baru ke dalamnya. Untuk penyimpanannya pun jauh lebih hemat, praktis, dan relatif tahan lama.

GPS dan Kegunaannya

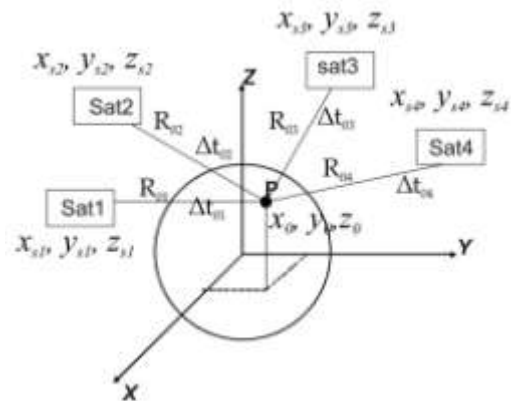
GPS adalah singkatan dari *Global Positioning System* merupakan sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan menggunakan satelit. Sistem yang pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat ini digunakan untuk kepentingan militer maupun sipil (Winardi 2006).

Sistem GPS mempunyai tiga segmen yaitu: satelit, pengontrol dan penerima/pengguna. Satelitnya mengorbit Bumi dengan orbit dan kedudukan yang tetap. Jumlah satelit yang aktif saat ini 21 dari 24 buah (Winardi 2006). Tiap segmen memiliki tugas sebagai berikut:

1. Satelit bertugas untuk menerima dan menyimpan data yang ditransmisikan oleh stasiun-stasiun pengontrol, menyimpan dan menjaga informasi waktu dan memancarkan sinyal dan informasi secara kontinyu.
2. Pengontrol bertugas untuk mengontrol, mengendalikan dan mengecek satelit dari Bumi.
3. Penerima bertugas menerima data dari satelit dan memprosesnya untuk menentukan posisi.

Disadari bahwa kemungkinan terdapat perbedaan waktu (Δt_0) antara satelit dan pengguna GPS sehingga waktu menjadi peubah ke-4 yang perlu diperhitungkan. Hal ini menyebabkan perhitungan posisi objek harus melibatkan 4 satelit.

Menurut (Zogg, 2001) pada prinsipnya dalam penentuan posisi objek dengan bantuan setidaknya empat satelit dengan menggunakan sistem koordinat kartesian 3-D dengan pusat Bumi sebagai pusatnya dan Bumi dianggap bulat sempurna seperti tampak pada gambar 1.



Gambar 1. Posisi satelit dengan posisi objek dalam koordinat kartesian 3-D

Pendekatan Analitik

Dalam perhitungan empat satelit maka terdapat empat daerah antara pengguna dan satelit R_{01} , R_{02} , R_{03} , dan R_{04} dapat ditentukan dengan bantuan waktu pengiriman sinyal Δt_{01} , Δt_{02} , Δt_{03} , dan Δt_{04} antara keempat satelit dengan objek. Jika diperoleh posisi satelit adalah x_{sn} , y_{sn} , z_{sn} (dengan $n=1,2,3,4$) dari keempat satelit yang telah diketahui maka pada prinsipnya posisi objek (x_0 , y_0 , z_0) dapat dihitung dengan bantuan pers.1.

$$R_{0n} = \sqrt{(x_{sn} - x_0)^2 + (y_{sn} - y_0)^2 + (z_{sn} - z_0)^2} \quad (1)$$

Dalam perhitungan dengan menggunakan empat satelit diketahui bahwa jam atomik yang berada di dinding satelit yang digunakan sebagai waktu pengiriman sinyal telah disesuaikan dengan UTC (*Coordinated Universal Time*). Namun hal yang berbeda terjadi pada jam objek yang tidak disesuaikan dengan UTC dan cepat/lambatnya disimbolkan oleh Δt . Simbol Δt positif ketika jam objek cepat dibandingkan dengan jam atom dan negatif bila lebih lambat dibandingkan dengan jam atom. Hasilnya kesalahan Δt mengakibatkan tidak akuratnya hasil pengukuran dari pengiriman sinyal dan jarak (R). Sehingga dihasilkan jarak yang tidak tepat yang diukur disebut pseudorange. Sehingga kemungkinan terjadi per-

tambahan jarak sebesar perbedaan waktu yang terjadi dan dituliskan sebagai berikut:

$$\Delta t_{dn} = \Delta t_n + \Delta t_0 \tag{2}$$

$$R_{pseudq} = c \Delta t_{dn} = c (\Delta t_n + \Delta t_0) \tag{3}$$

$$R_{pseudq} = R_{0n} + c \Delta t_0 \tag{4}$$

Keterangan: Δt_{dn} = waktu yang ditampilkan pada GPS, R_{0n} = jarak sebenarnya antara objek dan satelit, c = Kecepatan cahaya, Δt_n = waktu pengiriman sinyal dari satelit ke objek, Δt_0 = perbedaan antara jam satelit dan jam objek, $R_{pseudon} = pseudorange$.

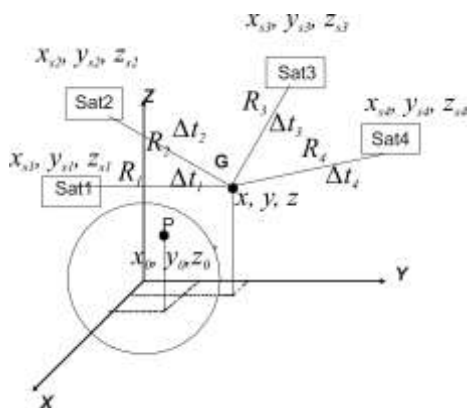
Penyulihan pers. 1 ke pers. 4 menghasilkan:

$$R_{pseudq} = \sqrt{(x_{sn} - x_0)^2 + (y_{sn} - y_0)^2 + (z_{sn} - z_0)^2} + c \Delta t_0 \tag{5}$$

Pada kenyataannya (x_0, y_0, z_0) tidak diketahui (justru ingin diketahui). Walaupun secara prinsip (x_0, y_0, z_0, t_0) dapat diperhitungkan, karena $R_{pseudon}$ dapat diketahui. Namun pers.5 yang berbentuk nilai-nilai sehingga tidak dapat diselesaikan secara analitik, maka dibutuhkan pendekatan numerik.

Pendekatan Numerik

Pers.5 akan menghasilkan empat persamaan non-linear. Untuk menyelesaikan keempat persamaan di mulai dari komponen persamaan yang linear yaitu komponen dari pers. 5 yang berada di dalam tanda akar. Penyelesaiannya menggunakan Deret Taylor. Sehingga diperoleh perhitungan posisi secara langsung untuk (x_0, y_0, z_0) dimana memiliki posisi perkiraan x, y, z seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Posisi perkiraan objek dalam koordinat kartesian 3-D

Perkiraan posisi meliputi kesalahan yang dihasilkan oleh peubah yang tidak diketahui $\Delta x, \Delta y, \Delta z$.

$$x_0 = x + \Delta x; \quad y_0 = y + \Delta y; \quad z_0 = z + \Delta z \tag{6}$$

Jarak R_n dari keempat satelit untuk posisi perkiraan dapat dihitung dengan perumusan yang hampir sama pada pers. 1 yaitu

$$R_n = \sqrt{(x_{sn} - x)^2 + (y_{sn} - y)^2 + (z_{sn} - z)^2} \tag{7}$$

Karena pers. 7 diperoleh dengan menggunakan hampiran maka pers. 7 dapat diselesaikan dengan menggunakan hampiran Deret Taylor, (Purcell dan Varberg, 1996) dan dengan asumsi bahwa posisi perkiraan (x, y, z) dideretkan di sekitar posisi objek (x_0, y_0, z_0) maka dari pers. 7 dapat dihasilkan:

$$R_{pseudq} = R_n + \left\{ \left(\frac{x - x_{sn}}{R_n} \right) \Delta x + \left(\frac{y - y_{sn}}{R_n} \right) \Delta y + \left(\frac{z - z_{sn}}{R_n} \right) \Delta z \right\}$$

Karena terdapat perbedaan waktu antara jam satelit dan jam objek sebesar Δt_0 sehingga terdapat penambahan panjang pada jarak sebesar $c \cdot \Delta t_0$ maka perumusan di atas menjadi:

$$R_{pseudq} = R_n + \left(\frac{x - x_{sn}}{R_n} \right) \Delta x + \left(\frac{y - y_{sn}}{R_n} \right) \Delta y + \left(\frac{z - z_{sn}}{R_n} \right) \Delta z + c \Delta t_0 \tag{9}$$

Berdasarkan pers. 9 diperoleh empat persamaan serentak, yang dapat dituliskan dalam bentuk matriks berikut:

$$\begin{pmatrix} R_{pseud01} - R_1 \\ R_{pseud02} - R_2 \\ R_{pseud03} - R_3 \\ R_{pseud04} - R_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{x - x_{s1}}{R_1} & \frac{y - y_{s1}}{R_1} & \frac{z - z_{s1}}{R_1} & C \\ \frac{x - x_{s2}}{R_2} & \frac{y - y_{s2}}{R_2} & \frac{z - z_{s2}}{R_2} & C \\ \frac{x - x_{s3}}{R_3} & \frac{y - y_{s3}}{R_3} & \frac{z - z_{s3}}{R_3} & C \\ \frac{x - x_{s4}}{R_4} & \frac{y - y_{s4}}{R_4} & \frac{z - z_{s4}}{R_4} & C \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta t_0 \end{pmatrix} \tag{10}$$

Dengan demikian diperoleh

$$\begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta t_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{x - x_{s1}}{R_1} & \frac{y - y_{s1}}{R_1} & \frac{z - z_{s1}}{R_1} & C \\ \frac{x - x_{s2}}{R_2} & \frac{y - y_{s2}}{R_2} & \frac{z - z_{s2}}{R_2} & C \\ \frac{x - x_{s3}}{R_3} & \frac{y - y_{s3}}{R_3} & \frac{z - z_{s3}}{R_3} & C \\ \frac{x - x_{s4}}{R_4} & \frac{y - y_{s4}}{R_4} & \frac{z - z_{s4}}{R_4} & C \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} R_{pseud01} - R_1 \\ R_{pseud02} - R_2 \\ R_{pseud03} - R_3 \\ R_{pseud04} - R_4 \end{pmatrix} \tag{11}$$

Jika perhitungan nilai $\Delta x, \Delta y,$ dan Δz memiliki nilai yang kecil maka diperoleh persamaan berikut:

$$x_r = x + \Delta x; \quad y_r = y + \Delta y; \quad z_r = z + \Delta z$$

Sistem Koordinat dan GPS

Ada dua klasifikasi sistem koordinat yang dipakai oleh GPS maupun dalam pemetaan: sistem koordi-

nat global (koordinat Geografi) dan sistem koordinat proyeksi.

- Koordinat Geografi: diukur dalam lintang dan bujur dalam besaran derajat. Lintang diukur terhadap equator sebagai titik nol (0° sampai 90° positif ke arah utara dan 0° sampai 90° negatif ke arah selatan). Bujur diukur berdasarkan titik nol di Greenwich (0° sampai 180° ke arah timur dan 0° sampai 180° ke arah barat)
- Koordinat di dalam bidang proyeksi dipakai pada sistem proyeksi tertentu. Beberapa sistem proyeksi yang lazim digunakan di Indonesia adalah: Proyeksi Merkator, Transverse Merkator, UTM, Kerucut Konformal.

Sistem Koordinat Bujur-Lintang (Koordinat Geografi).

Sistem koordinat bujur-lintang (atau dalam bahasa Inggris disebut Latitude-Longitude), terdiri dari dua komponen yang menentukan, yaitu:

- Garis dari atas ke bawah (vertikal) yang menghubungkan kutub utara dengan kutub selatan bumi, disebut juga garis lintang (Latitude).
- Garis mendatar (horizontal) yang sejajar dengan garis khatulistiwa, disebut juga garis bujur (Longitude)

Untuk membagi wilayah dunia menjadi bagian utara dan selatan, maka ditentukan sebuah garis yang tepat berada di tengah yaitu garis khatulistiwa (ekuator).

Untuk membagi wilayah timur dan barat, ditentukan sebuah garis PRIME MERIDIAN yang terletak di kota Greenwich (Inggris).

Google Earth

Awalnya dikenal sebagai *Earth Viewer*, *Google Earth* dikembangkan oleh Keyhole, Inc., sebuah perusahaan yang diambil alih oleh Google pada tahun 2004. Produk ini, kemudian diganti namanya menjadi *Google Earth* tahun 2005, dan sekarang tersedia untuk komputer pribadi yang menjalankan *Microsoft Windows 2000, XP*, atau *Vista*, *Mac OS X 10.3.9* dan ke atas, *Linux* (diluncurkan tanggal 12 Juni 2006) dan *FreeBSD*. Dengan tambahan untuk peluncuran sebuah klien berbasis update Keyhole, *Google* juga menambah pemetaan dari basis datanya ke perangkat lunak pemetaan berbasis web. Peluncuran *Google Earth* menyebabkan sebuah peningkatan lebih pada cakupan media mengenai globe virtual antara tahun 2005 dan 2006, menarik perhatian publik mengenai teknologi dan aplikasi geospasial.

Globe virtual ini memperlihatkan rumah, warna mobil, dan bahkan bayangan orang dan rambu jalan. Resolusi yang tersedia tergantung pada tempat yang dituju, tetapi kebanyakan daerah (kecuali beberapa pulau) dicakup dalam resolusi 15 meter. *Google Earth* membolehkan pengguna mencari alamat (untuk beberapa negara), memasukkan koordinat, atau menggunakan mouse untuk mencari lokasi.

Google Earth juga memiliki data model elevasi digital (*DEM*) yang dikumpulkan oleh Misi Topografi Radar Ulang Alik NASA. Ini bermaksud agar kita dapat melihat Grand Canyon atau Gunung Everest dalam tiga dimensi, daripada 2D di situs/program peta lainnya. Sejak November 2006, pemandangan 3D pada pegunungan, termasuk Gunung Everest, telah digunakan dengan penggunaan data *DEM* untuk memenuhi gerbang di cakupan *SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission)*.

Banyak orang yang menggunakan aplikasi ini menambah datanya sendiri dan menjadikan mereka tersedia melalui sumber yang berbeda, seperti BBS atau blog. *Google Earth* mampu menunjukkan semua gambar permukaan Bumi. dan juga merupakan sebuah klien *Web Map Service*. *Google Earth* mendukung pengelolaan data Geospasial tiga dimensi melalui *Keyhole Markup Language (KML)*.

Navigasi.net

Dipublikasikan sejak tanggal 10 September 2003. *Navigasi.net* merupakan situs bertujuan untuk lebih mengenalkan objek wisata yang ada (hanya) di Indonesia, beserta penerapan aplikasi GPS untuk mendukung pemberian informasi akan lokasi dari objek wisata tersebut. Dengan pemanfaatan teknologi GPS, maka lokasi objek wisata menjadi lebih bersifat universal dan mudah dikunjungi oleh siapa pun, terlepas dari apakah orang tersebut mengenal dengan baik atau tidak tahu sama sekali daerah objek wisata tersebut berada. Pada file yang dapat dari situs ini dapat di gunakan untuk keperluan pemetaan.

3 METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dimulai pada bulan Desember 2009 sampai April 2010. Penelitian dilakukan di laboratorium Fisika Lanjut Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya dan survei lapangan di titik nol kilometer Kota Palembang, yaitu di bundaran air mancur kota Palembang, Sumatera Selatan.

Alat dan Bahan

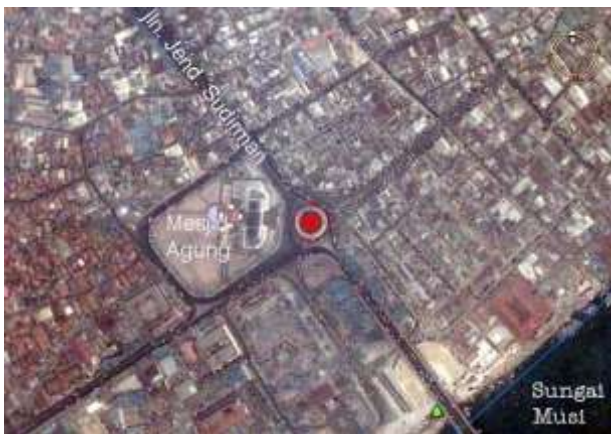
Perangkat yang digunakan dalam penelitian studi ini terdiri antara lain:

1. GPS (*Global Positioning System*) Garmin 76
2. Komputer,
3. Software MapSource Version 6.15.7 (Garmin), Include [navigasi.net]Indonesia_GPS_Map-v1.68_NT (Garmin)
4. Software Google Earth Pro (4.2.0180.1134-beta)

Cara Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan cara investigasi, eksplorasi dan pengembangan teori secara analitis bersumber pada hasil teori yang telah ditemukan maupun dikembangkan sebelumnya dan dengan bantuan alat GPS dan Software penunjang dari GPS itu. Karena itu cara/metode penelitian yang dirinci di dalam seksi ini lebih bersifat urutan langkah kajian dan penelitian. Urutan langkah itu adalah:

- a) Menampilkan titik titik koordinat pada peta, baik dari GPS itu sendiri maupun dari peta google dan navigasi
- b) Bagaimana menentukan titik pengukuran dengan GPS, Google Earth, dan Navigasi.net di Air Mancur
- c) Mencoba membandingkan hasil titik koordinat yang di dapat dari GPS, Google Earth, dan Navigasi.net
- d) Mengubah perbandingan titik tersebut kedalam jarak (m), dari titik titik ukur.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian (Source: Google Earth)

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan GPS sebagai alat penentu posisi geografis. *Global Positioning System* (GPS) adalah satu-satunya sistem navigasi satelit

yang berfungsi dengan baik. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima di permukaan, dan digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu.

Hasil Pengukuran GPS

Hasil Pengukuran titik Air Mancur Kota Palembang

Pengukuran posisi geografis menggunakan GPS dengan titik Air Mancur Palembang. Dilakukan delapan kali percobaan dan pengukuran menggunakan bujur timur (BT) dan lintang selatan (LS) dalam satuan derajat menit dan detik (0°0'0"). Dengan menggunakan GPS tipe navigasi GPS76 ketelitian alat (*Accuracy*) menurut spesifikasi yang dimiliki berkisar antara 5-100 meter. Tetapi biasanya 15 meter untuk posisi.

Tabel 1 Pengukuran posisi Air Mancur menggunakan GPS

Titik ukur	Titik Air Mancur		Keakuratan	Kondisi
	BT (0°0'0")	LS (0°0'0")		
1	104 45 39.4	2 59 16.3	15.1 m	8 satelit, cuaca normal
2	104 45 39.1	2 59 16.7	17.4 m	9 satelit, cuaca normal
3	104 45 38.9	2 59 17.1	13.0 m	8 satelit, cuaca normal
4	104 45 39.6	2 59 17.7	16.0 m	7 satelit, cuaca normal
5	104 45 40.3	2 59 17.7	14.3 m	8 satelit, cuaca normal
6	104 45 40.5	2 59 17.2	15.0 m	7 satelit, cuaca normal
7	104 45 40.5	2 59 16.8	17.3 m	7 satelit, cuaca normal
8	104 45 40.2	2 59 16.4	12.3 m	8 satelit, cuaca normal
Rerata	104 45 39.8	2 59 17.0	15.1 m	
σ_{GPS}	0.64	0.54		

Pengambilan data pada pengukuran menggunakan GPS adalah dengan menentukan delapan titik langsung pada bundaran air mancur, dengan titik pertama pada arah utara pengambilan titik patok pertama ini dilakukan secara memperkirakan, selanjutnya titik kedua 45° dari arah utara kemudian titik ketiga 90° sampai ke titik kedelapan 315°.

Hasil Pengukuran Google Earth

Pada pengukuran titik titik pada google earth dilakukan sebanyak delapan kali percobaan, dengan titik arah mata angin masing masing posisi yang kemudian di ambil rata rata dari tiap titik tersebut. Cara yang dilakukan adalah dengan memberikan mark pada aplikasi google earth dengan menentukan titik secara memperkirakan posisi yang akan di ukur. Pe-

nulis hanya memperkirakan titik patok yang akan diambil untuk di mark pada Google Earth. (gambar 4)

Tabel 2 Pengukuran posisi Air Mancur menggunakan Google Earth.

Titik Ukur	Titik Air Mancur	
	BT (0°0'0")	LS (0°0'0")
1	104 45 39.6	2 59 16.4
2	104 45 39.4	2 59 16.6
3	104 45 39.4	2 59 17.1
4	104 45 39.6	2 59 17.5
5	104 45 40.3	2 59 17.5
6	104 45 40.6	2 59 17.1
7	104 45 40.8	2 59 16.7
8	104 45 40.3	2 59 16.3
Rerata	104 45 40.0	2 59 16.9
σ_{GPS}	0.56	0.47



Gambar 4. titik ukur google earth

Hasil Pengukuran Navigasi.net

Tabel 3. Pengukuran posisi Air Mancur menggunakan Navigasi.net

Titik Ukur	Titik Air Mancur	
	BT (0°0'0")	LS (0°0'0")
1	104 45 39.3	2 59 16.3
2	104 45 38.9	2 59 16.7
3	104 45 38.9	2 59 17.3
4	104 45 39.5	2 59 17.7
5	104 45 40.2	2 59 17.6
6	104 45 40.5	2 59 17.0
7	104 45 40.5	2 59 16.5
8	104 45 40.0	2 59 16.2
Rerata	104 45 39.8	2 59 17.0
σ_{Nav}	0.66	0.58



Gambar 5. titik ukur navigasi.net

Pada pengukuran titik titik pada Navigasi.net dilakukan sebanyak delapan kali percobaan, yang kemudian diambil rata-rata dari tiap titik tersebut. Cara yang dilakukan hampir sama dengan pengukuran dengan menggunakan google earth, penulis hanya memperkirakan titik mana yang akan di ambil posisi mark nya. Yang kemudian di lihat berapa koordinat yang didapat.

Perbandingan Pengukuran GPS, Google Earth dan Navigasi.net

Berdasarkan tabel 1, 2,dan 3 yang diambil rata rata dari pengukuran maka dapat di buat tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Perbandingan rata rata pengukuran pada Air Mancur

No	Sumber Pengamatan	Titik Rata-rata Air Mancur	
		BT	LS
1	GPS	104 45 39.8 ± 0.64	2 59 17.0 ± 0.54
2	Google Earth	104 45 40.0 ± 0.56	2 59 16.9 ± 0.47
3	Navigasi.net	104 45 39.8 ± 0.66	2 59 17.0 ± 0.58

Di Air Mancur Palembang, yang di dapat dari tabel 4 perbandingan selisih pengamatan GPS-Google Earth adalah 0.2 detik BT dan 0.1 detik LS, untuk GPS-Navigasi.net adalah 0 detik BT dan 0 detik LS sedangkan untuk Google Earth dan Navigasi.net di dapat 0.2 detik BT dan 0.1 detik LS.

Pada daerah katulistiwa $0^\circ = 40,075.02 \text{ km}/360^\circ = 111.320 \text{ km} = 111320 \text{ meter}$.

Karena di wilayah katulistiwa jarak 1° sama dengan jarak 111320 meter, maka pada DMS 1° = 3600" = 111320 meter. Jadi untuk 1" = kira-kira 30 meter.

Sedangkan perbandingan yang di dapat dalam pengukuran pada GPS, Google dan Navigasi adalah sebagaimana yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5 Jarak selisih masing-masing sumber (meter)

Jarak (meter)	GPS	Google	Navigasi
GPS		6.38	0
Google	6.38		8.48
Navigasi	0	8.48	

Perhitungan Jarak Antar Titik

Perhitungan jarak yang di dapat dari tabel 1, 2, dan 3 antara titik pengamatan pada air mancur. Jarak yang didapatkan disini adalah konversi dari satuan sudut ke satuan jarak berdasarkan teori yang ada pada bab sebelumnya.

Tabel 6 Perhitungan jarak dari titik pengamatan (meter)

No	Sumber Pengamatan (jarak)	Titik Pengamatan (meter)		
		GPS	Google Earth	Nav. net
1	Titik 1 ke -2	15	8.6	15
2	Titik 2 ke -3	13.4	15.3	14
3	Titik 3 ke -4	27.7	13.8	28
4	Titik 4 ke -5	21	21.5	22
5	Titik 5 ke -6	16.2	15.3	17
6	Titik 6 ke -7	12	13.8	11
7	Titik 7 ke -8	15	19.6	16
8	Titik 8 ke-1	24.2	21.7	25

Data untuk GPS pada tabel 6 diperoleh menggunakan perhitungan manual yang dilakukan dengan $r = \sqrt{(BT)^2 + (LS)^2}$ sama halnya dengan perhitungan pada selisih masing-masing sumber seperti tabel 5, sedangkan untuk pengamatan Google Earth dan Navigasi.net menggunakan software yang ada, dengan menentukan titik tersebut kemudian di tarik garis lurus antara titik titik tersebut dengan bantuan ruler yang ada pada kedua aplikasi tersebut.

5 SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Ada beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini, yaitu:

1. Menghasilkan track yang di buat oleh GPS dan output berupa titik koordinat geografis.
2. Sesuai dengan perhitungan manual perbandingan pengukuran menggunakan GPS tingkat ketelitian data yang di dapat relatif lebih tepat dibanding menggunakan *Google Earth* dan *Navigasi.Net* (data tabel 4.6)
3. Perhitungan dengan GPS pada Bundaran Air Mancur Kota Palembang di dapat koordinat geografis 104° 45'39.8" BT dan 2° 59'17.0" LS

Saran

1. Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut, misalnya dalam pembuatan peta digital
2. Mengetahui dimana lokasi untuk pengambilan data yang lebih tepat, yang mempunyai titik patok.
3. Untuk memperoleh tingkat ketelitian penentuan posisi yang lebih tinggi, perlu dipertimbangkan penggunaan *receiver* GPS yang memiliki tingkat ketelitian yang bagus

REFERENSI

Abidin, H.Z., 1994, Sinyal dan Data Pengamatan GPS, S&P, Majalah Survey dan Pemetaan, Majalah Ikatan Surveyor Indonesia

Alonso, M. dan E.J. Finn, 1994, Dasar - Dasar Fisika Universitas, editor:

L. Prasetyo dan K. Hadi, edisi Kedua, vol. 1, Erlangga, Jakarta

Hanafi, D., 2006, Mengungkap Cara Kerja GPS, <http://www.trimble.com/gps/index.shtml>

Itok, 2007, Teknologi GPS (Global Positioning System), <http://itokwrote.wordpress.com/2007/08/01/teknologi-gps-global-positioning-system/>

Ningsih, Tri wahyu, Skripsi, 2010, Telaah Teoretis Dan Perhitungan Komputasional untuk Penentuan Posisi Geografis dengan Menggunakan Global Positioning System (GPS), Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Sriwijaya, Indralaya

Purcell, E.J. dan D. Varberg, 1996, Kalkulus dan Geometri Analisis, editor:

I N Susila dkk., edisi Keempat, vol. 1, Erlangga, Jakarta

Zogg, J.M, 2001, GPS Basic, www.u-blox.com

http://id.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

http://id.wikipedia.org/wiki/Google_Earth

<http://earth.google.com/>

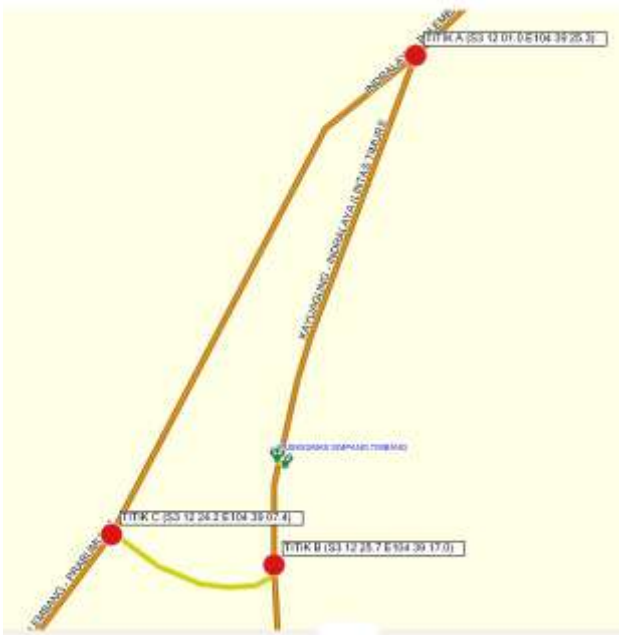
<http://navigasi.net/>

<http://www.jkpp.org>

Garmin GPS 76, owner manual & reference guide _____

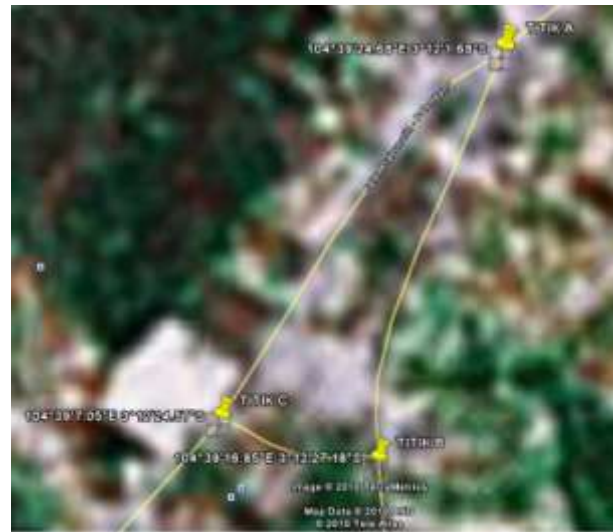
LAMPIRAN

PETA DIGITAL Navigasi.net

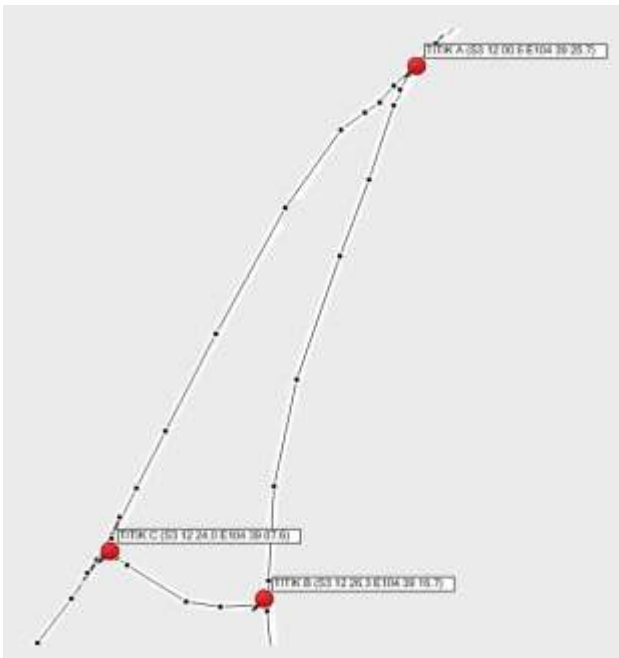


[navigasi.net] Free_Indonesia_GPS_Map-1.68_NT (Garmin)

PETA DIGITAL GOOGLE EARTH



PETA DIGITAL GPS GARMIN



Peta hasil pengamatan menggunakan GPS