

SURVEI GPS UNTUK PEMETAAN TOPOGRAFI DAN PEMODELAN RELIEF RUPABUMI TIGA DIMENSI (3D) DAERAH GONDANGGENTONG KECAMATAN KARANGPANDAN KABUPATEN KARANGANYAR

Oleh :
Nurul Khakhim*

INTISARI

Survei penentuan posisi dari suatu jaringan titik di permukaan bumi umumnya dilakukan dengan metode pengukuran secara terestris yaitu dengan menentukan sudut/arrah terhadap utara, jarak dan beda tingginya. Dengan semakin berkembangnya metode survei yang berbasis pada pengamatan ke sistem satelit GPS (Global Positioning System), maka telah terjadi pergeseran metodologi yang cukup mendasar pada survei penentuan posisi dari suatu jaringan titik di permukaan bumi. Survei yang berbasis pada pengamatan ke satelit GPS dilakukan dengan metode reseksi (pengikatan ke belakang) yaitu titik-titik target di permukaan bumi ditentukan dari penghitungan jarak ke beberapa satelit (GPS) sekaligus. Metode seperti ini disebut dengan metode penentuan posisi secara absolut (absolut positioning/point positioning) yang merupakan metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan topografi atau relief permukaan bumi baik dalam bentuk 2 dimensi (peta kontur) maupun 3 dimensi dengan menggunakan metode survei GPS dan memanfaatkan kemajuan perangkat lunak (software) untuk mengolah data posisi hasil pengukuran dengan GPS. Target utamanya adalah ingin menunjukkan bahwa dengan survey GPS, suatu daerah dapat disajikan bentuk relief tiga dimensinya. Metode yang dipakai adalah metode penentuan posisi secara absolut dengan menentukan beberapa titik target berdasarkan jaraknya dari beberapa satelit sekaligus. Daerah yang dipilih sebagai lokasi pengukuran adalah daerah Gondanggentong Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar dengan pertimbangan bahwa daerah tersebut merupakan daerah yang berbukit (lereng G. Lawu) sehingga variasi relief atau topografi cukup besar, disamping pengaruh multipath (lingkungan sekitar titik pengamatan GPS yang mengganggu penerimaan sinyal dari satelit GPS) cukup kecil.

Penelitian ini tidak dimaksudkan sebagai penelitian yang bersifat detail, mengingat bahwa alat/receiver GPS yang dipakai adalah tipe navigasi yang mempunyai

* Drs. Nurul Khakhim, M.Si. adalah staf pengajar Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

tingkat kesalahan posisi atau EPE (*Estimated Position Error*) dalam orde meter. Meskipun demikian dari hasil penelitian ini dapat dipakai suatu pijakan atau awal pengembangan survei pemetaan suatu daerah dan bahan pemikiran bahwa pelaksanaan survei pemetaan suatu daerah pada masa-masa mendatang akan dapat dilakukan secara lebih efisien, efektif dan fleksibel dengan hasil yang cukup teliti dengan memanfaatkan perkembangan teknologi yang ada.

Hasil dari penelitian ini adalah peta kontur (2D) dan peta relief rupabumi (3D) dengan berbagai variasi pemodelannya.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Penelitian

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi dengan menggunakan satelit GPS yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat (Abidin,1995). Kemampuan yang cukup mendasar dari sistem ini adalah mampu digunakan dalam segala cuaca dan waktu (siang atau malam hari) dan dapat dimanfaatkan oleh banyak orang sekaligus pada waktu yang bersamaan. Disamping itu, kelebihan yang lain dalam survei dengan GPS adalah tidak diperlukannya titik target di permukaan bumi yang saling dapat diamati, hanya diperlukan keterlihatan antara titik target dengan satelit GPS. Karakter survei seperti ini tidak dijumpai dalam pengukuran poligon dengan metode terestris, disamping ketergantungan yang sangat tinggi terhadap waktu dan cuaca, juga dibutuhkan saling keterlihatan antar beberapa titik target. GPS memberikan keuntungan yang cukup besar dalam hubungannya dengan efektifitas dan fleksibilitas pengukuran yang dilakukan.

Proses pengukuran yang relatif mudah dengan tingkat ketelitian yang bervariasi dari yang sangat teliti (orde milimeter) sampai yang orde meter dan efisiensi waktu dan biaya, menyebabkan perkembangan dan penerapan teknologi GPS dalam bidang survey dan pemetaan di Indonesia semakin pesat. Selain digunakan untuk keperluan penentuan posisi yang sifatnya rinci seperti kepentingan militer (awal mula tujuan dikembangkannya GPS) maupun untuk survei dan pemetaan geodetik yang memerlukan ketelitian titik kontrol yang tinggi, teknologi GPS juga semakin banyak digunakan untuk keperluan survei tematis seperti penentuan batas hutan, penyiapan lahan transmigrasi, dan lain-lain. Untuk keperluan yang bersifat praktis dan pada skala tertentu dapat digunakan koordinat titik dari hasil penentuan posisi secara *pseudorange* dengan GPS yang menggunakan metode *point positioning*.

Perumusan Masalah

Pengukuran dengan GPS untuk kalangan sipil (di luar pihak militer Amerika Serikat dan pihak-pihak yang diijinkan) tingkat ketelitian yang diperoleh adalah dalam orde meter, hal ini berkaitan dengan penerimaan kode-C/A (*Clear Access atau Coarse Acquisition*) yang terdapat pada gelombang L-1 yang berfrekuensi 1575.42 Mhz dan penerapan kebijaksanaan *Selective Availability* (SA) oleh pihak Amerika Serikat yang mengatur penerimaan sinyal dari satelit GPS kepada siapa saja tanpa dipungut biaya.

Tingkat ketelitian yang kasar ini ditunjukkan dengan istilah DoP (*Dilution of Precision*) dan EPE (*Estimated Positioning Error*) yang muncul secara otomatis pada receiver GPS tipe navigasi. DoP adalah bilangan yang digunakan untuk merefleksikan kekuatan geometri dari konstelasi satelit (Abidin, 1995). Harga DoP yang kecil menunjukkan geometri satelit yang kuat (baik), dan harga DoP yang besar menunjukkan geometri satelit yang lemah. Untuk alat penerima Garmin tipe navigasi harga DoP 1 berarti terbaik dan 10 berarti terjelek. Harga DoP ini tergantung pada jumlah, lokasi dan distribusi dari satelit serta lokasi dari pengamat sendiri, dan nilainya bervariasi secara keruangan dan temporal. Sedangkan EPE adalah perkiraan kesalahan posisi yang dikalkulasi dari data satelit. Nilai EPE ini cukup bervariasi tergantung pada banyak faktor seperti "multipath", bias ionosfer dan troposfer, pengamatan yang terlalu singkat yang menyebabkan ketidak-kontinyuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati serta *Selective Availability* (SA), yang apabila SA ON (artinya diaktifkan oleh pihak Amerika Serikat) maka harga EPE dapat mencapai 100 meter.

Untuk keperluan penelitian yang sifatnya tidak rinci, beberapa kelemahan atau permasalahan di atas dapat diminimalkan dengan melakukan pengukuran pada masing-masing titik target dengan waktu yang cukup lama dengan memperhatikan bias dan kesalahan yang mungkin disebabkan oleh multipath maupun bias ionosfer dan troposfer yang mengganggu sinyal dari satelit yang diterima oleh receiver GPS.

Gambaran model relief rupabumi tiga dimensi (3D) yang menyerupai keadaan sebenarnya dapat divisualisasikan dengan bantuan teknologi komputer grafis (Wiradisastra dan Atmadilaga, 1997). Melalui teknik visualisasi model tersebut, variasi model sajian yang dikehendaki dapat dibuat, antara lain berupa gambaran relief permukaan pada berbagai posisi sudut pandang perspektif 3D.

TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah Membuat peta kontur (2D) dan peta model relief rupabumi tiga dimensi (3D) dari hasil pemetaan topografi dengan survei GPS dengan memanfaatkan teknologi perangkat lunak komputer. Lokasi penelitian adalah daerah Gondanggentong Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar Jawa-Tengah.

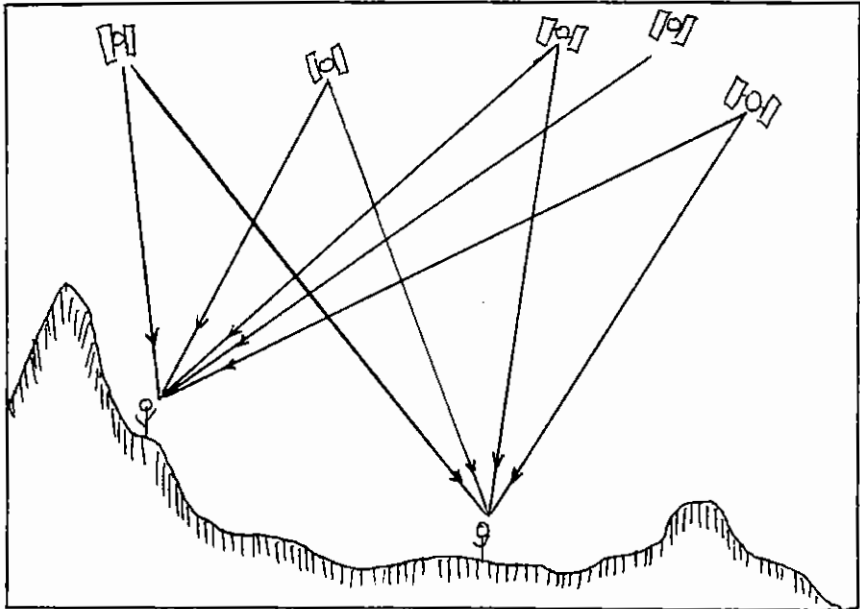
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan mencakup keseluruhan sistem pada pemetaan, yaitu meliputi perolehan data (*data capture*), pengolahan dan analisis data (*data processing and analysis*), penyajian (*display atau printing*) dan penyimpanan (*archiving*).

Perolehan Data

Prinsip penentuan posisi dengan metode GPS

Prinsip penentuan posisi titik pengukuran di daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prinsip Penentuan Posisi dengan Metode Absolute atau Point Positioning

Penjelasan dari Gambar 1 adalah bahwa titik-titik pengukuran di daerah penelitian ditentukan dengan mengamati jarak ke beberapa satelit sekaligus dengan menggunakan data *pseudorange*. Titik pengukuran tersebut adalah statik dan alat penerima (*receiver*) GPS yang dipakai 1 buah. Metode seperti ini disebut dengan *absolute positioning* atau *point positioning* yang merupakan metode dasar dan direncanakan sejak awal bagi penentuan posisi dengan GPS oleh pihak Amerika Serikat (Abidin,1995). Metode ini memang tidak diaplikasikan untuk penentuan posisi yang menuntut ketelitian yang tinggi.

Dari titik target dilakukan pengamatan terhadap satelit GPS selama 5 - 20 menit pada kondisi penerimaan yang terbaik yaitu dengan melihat harga DoP dan EPE yang paling kecil serta nilai *Ground Speed* (GS) menunjukkan angka 0.0 km/jam. Titik-titik pengamatan ditentukan dengan melihat setiap perubahan topografi/relief yang cukup mencolok, ruang pandang langit yang relatif terbuka serta lingkungan pengamatan yang relatif tidak reflektif, kemudahan pencapaian lokasi (aksesibilitas), serta melihat harga EPE-nya untuk memperkirakan jarak antara titik satu dengan titik selanjutnya. Hasil pengukuran berupa informasi posisi meliputi lintang, bujur dan ketinggiannya (*altitude*) atau X,Y,Z dalam sistem proyeksi UTM (*Universal Transverse Mercator*), dan semua

informasi posisi tersebut disimpan dalam receiver GPS dengan memberi nama (*waypoint*) dari masing-masing titik-titik tersebut. Transformasi koordinat dari sistem proyeksi UTM ke sistem koordinat geografi dapat dilakukan dengan cepat oleh receiver GPS dengan mengubah sistem navigasinya pada *Auxiliary Menu*. Untuk informasi ketinggian atau *altitude*, bahwa ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid. Tinggi ellipsoid tersebut tidak sama dengan tinggi orthometrik yang umum digunakan untuk keperluan sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sifat datar (*levelling*).

Alat Penerima (*Receiver*) GPS

Alat penerima (*Receiver*) GPS atau alat penerima sinyal dari satelit GPS yang dipakai pada penelitian ini adalah receiver GPS tipe navigasi (*navigation receiver*) Garmin GPS 75. Garmin GPS 75 merupakan salah satu alat penerima GPS yang digunakan untuk keperluan navigasi perorangan, karena ukurannya yang relatif kecil, ringan dan fleksibel dengan berbagai fasilitas navigasi di dalamnya. Secara fisik Garmin GPS 75 (tanpa peralatan bantu) memiliki 1 buah layar (85 x 64 pixel LCD), 20 tombol, antena, tempat battery dan *connector*. Berat receiver adalah 0.4 kg (tanpa baterai) atau 0.54 kg (dengan baterai).

Meskipun Garmin GPS 75 merupakan jenis alat penerima tipe navigasi, informasi posisi yang diberikan cukup teliti terutama untuk peta skala sedang dan kecil. Untuk peta berskala besar tidak disarankan untuk memakai alat penerima GPS tipe navigasi, tetapi menggunakan alat penerima GPS tipe survei pemetaan atau geodetik, atau kalau ingin dihasilkan peta yang rinci maka dapat dilakukan pengukuran terestrial yang memperhitungkan kesalahan dalam detik.

Secara umum ada dua kemampuan utama yang dapat diberikan oleh alat penerima Garmin GPS 75 yaitu a) mampu menunjukkan posisi suatu titik di permukaan bumi dan b) dengan bantuan alat penerima tersebut, dapat dicari suatu titik yang telah ditentukan melalui pembacaan koordinat peta.

Alat penerima Garmin GPS 75 secara otomatis akan masuk pada Tampilan Status Satelit. Sementara alat penerima GPS mencari data satelit orbit baru (kurang lebih 15 menit untuk data orbit baru) dan menyimpannya, pada layar akan tampil Status Satelit Diagram Batang. Bila kualitas penerimaan baik (minimal 3 satelit untuk 2D dan 4 satelit untuk 3D) maka secara otomatis menampilkan navigasi posisi (dalam tampilan-tampilan Navigasi) berupa informasi lintang, bujur, ketinggian dan waktu (lokal atau UTC/GMT). Tampilan yang diperoleh bila menekan "*softkey STAT*" akan menampilkan status satelit (ID, *azimuth*, elevasi dan kualitas sinyal), *Dilution of Precision* (DoP) dan *Estimated Position Error* (EPE). Masing-masing informasi titik target kemudian disimpan dengan memanfaatkan fasilitas *Waypoint* (titik hampiran) dengan memberikan nama yang sesuai.

Pengolahan dan Analisis Data

Data informasi posisi yang telah diperoleh dari pengamatan dengan alat penerima GPS Garmin 75 kemudian dilakukan pengolahan dan analisis dengan menggunakan perangkat lunak PC100S2 Version 3.00 yang dibuat oleh Garmin Corp,

Lenexa, Kansas, USA. Pengolahan data tersebut meliputi transformasi koordinat, datum, dan transformasi referensi ketinggian (*height reference*) serta penyajian 2D titik-titik pengamatan. Untuk keperluan pemodelan relief rupabumi 3D, data hasil pengukuran dengan GPS diolah dengan perangkat lunak Surfer Version 5.01 yang merupakan perangkat lunak Sistem Pemetaan Permukaan (*Surface Mapping System*) yang dibuat oleh Golden Software, Inc 809 14th Street Golden, Colorado, USA. Kedua perangkat lunak tersebut memang secara khusus dibuat untuk keperluan pengolahan data hasil pengukuran posisi dengan GPS merk Garmin dan keperluan penyajian teknik visualisasi hasil pemetaan.

Penyajian

Dengan fasilitas *Worksheet* yang terdapat pada perangkat lunak Surfer Version 5.01, data hasil pengamatan GPS yang telah diolah dimasukkan satu per satu, dan dengan fasilitas *Plot* maka data tersebut dapat disajikan secara otomatis dalam bentuk 2D (peta kontur) maupun 3D (model relief rupabumi 3 dimensi). Pemodelan relief rupabumi 3D dengan variasi model sajian dan teknik visualisasi dengan mudah dan otomatis dapat dilakukan dengan perangkat lunak Surfer Version 5.01 ini. Hasil pemodelan relief rupabumi 3D tersebut kemudian dicetak untuk dapat dihasilkan cetakannya. Sebelum dilakukan pencetakan, perlu dilakukan perhitungan skala peta dan dilengkapi dengan informasi tepi peta (*marginal information*) sehingga peta yang dihasilkan tetap mengacu pada ketentuan kartografis.

Penyimpanan

Semua data informasi posisi sampai pada hasil penyajian model relief rupabumi 3D disimpan dalam suatu media tempat penyimpanan data di komputer (baca: *harddisk* atau disket). Penyimpanan ini perlu dilakukan untuk kepentingan pemutakhiran data apabila terjadi perubahan data pada masa mendatang. Inilah kelebihan pembuatan peta atau pemetaan dengan bantuan komputer (kartografi digital) yaitu mampu melakukan pemutakhiran data dengan sangat cepat dengan hasil yang tidak kalah kualitasnya.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pelaksanaan Survei GPS

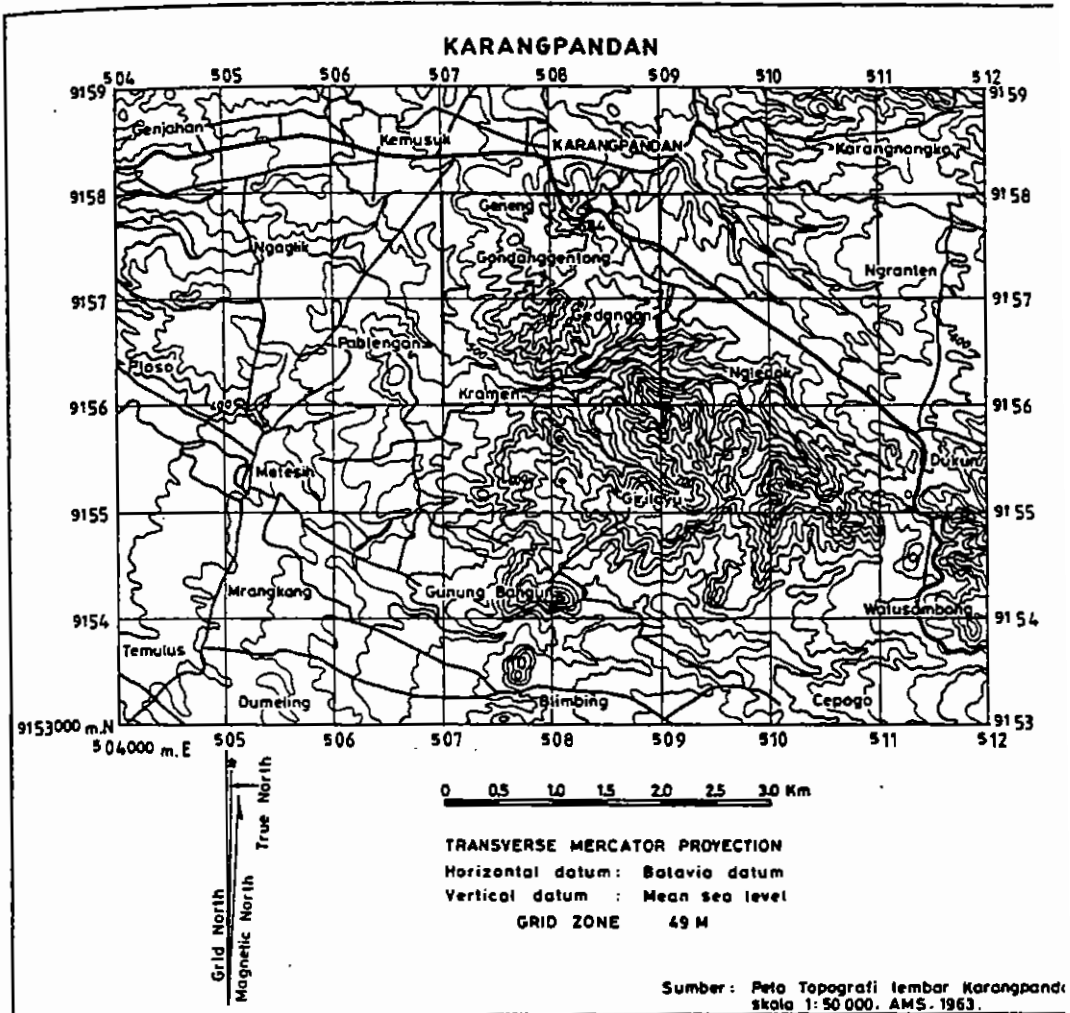
Pelaksanaan survei GPS untuk keperluan pemetaan topografi dalam pemodelan relief rupabumi 3D di daerah Gondanggentong Kecamatan Karangpandan Kabupaten Karanganyar dilakukan pada tanggal 15 November 1998. Jumlah titik target yang diamati sebanyak 21 titik. Titik-titik pengamatan ditentukan dengan melihat setiap perubahan topografi/relief yang cukup mencolok, ruang pandang langit yang relatif terbuka serta lingkungan pengamatan yang relatif tidak reflektif, kemudahan pencapaian lokasi (aksesibilitas), serta melihat harga EPE-nya untuk memperkirakan jarak antara titik satu dan titik selanjutnya. Metode pengukuran yang digunakan adalah *absolute* atau *point*

positioning dan obyek statik. Harga DoP rata-rata yang diperoleh adalah < 2 (artinya dalam kondisi yang baik, dengan perbandingan bahwa harga DoP 1 adalah terbaik dan harga DoP 10 adalah sangat buruk) , dan harga EPE berkisar antara 15 - 25 meter (artinya kesalahan horisontal dari koordinat posisi yang diperoleh berkisar antara 15 - 25 meter). Catatan : definisi atau pengertian dari DoP dan EPE dapat dilihat lagi di Pendahuluan pada Perumusan Masalah. Map Datum pada saat pengukuran (*map datum*) adalah Djakarta (Batavia) dan sistem proyeksi yang dipakai untuk menunjukkan posisi digunakan sistem proyeksi UTM. Alasan digunakannya proyeksi UTM adalah karena dalam alat penerima Garmin GPS 75 yang dipakai dalam penelitian ini, sistem proyeksi yang dipakai adalah sistem koordinat geografi (lintang dan bujur), sistem UTM serta sistem grid yang lain (seperti Swiss, German), sehingga dari sistem-sistem tersebut kemudian dipilih Sistem UTM yang sifatnya lebih universal. Informasi posisi yang berlaku sebagai posisi titik pengukuran dicatat atau disimpan setelah *Ground Speed (GS)* menunjukkan angka 0.0 Km/Jam (karena GPS yang digunakan adalah tipe navigasi). Karena informasi ketinggian atau *altitude* yang dihasilkan oleh alat penerima GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan ellipsoid, maka hal ini perlu diubah dengan tinggi orthometrik di atas bidang geoid yang umum digunakan sehari-hari (dianggap berimpit dengan muka air laut rata-rata/*mean sea level*) yaitu dengan menggunakan perangkat lunak Garmin PC100S2. Ternyata dari hasil transformasi ketinggian tersebut diperoleh selisih angka rata-rata (*undulasi geoid*) 20,80 meter antara ellipsoid dan geoid untuk daerah Gondanggentong Karangpandan Karanganyar. Hal ini dapat pula dicek pada Peta Topografi atau Peta Rupabumi Lembar Karangpandan yang menggunakan bidang geoid sebagai datum vertikal atau referensi ketinggiannya (Gambar 2).

Menurut Abidin (1995) bahwa tinggi ellipsoid tidak sama dengan tinggi orthometrik yang umum digunakan untuk keperluan praktis sehari-hari yang biasanya diperoleh dari pengukuran sifat datar (*levelling*). Tinggi orthometrik suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas geoid diukur sepanjang garis gaya berat yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid dihitung sepanjang garis normal ellipsoid yang melalui titik tersebut. Geoid adalah salah satu bidang ekuipotensi medan gaya berat bumi. Untuk keperluan praktis umumnya geoid dianggap berimpit dengan muka air laut rata-rata (*mean sea level/MSL*). Ellipsoid dan geoid umumnya tidak berimpit, dan dalam hal ini ketinggian geoid terhadap ellipsoid dinamakan *undulasi geoid*. Untuk dapat mentransformasi tinggi ellipsoid hasil pengukuran GPS ke tinggi orthometrik maka diperlukan undulasi geoid ke titik yang bersangkutan. Untuk lengkapnya hasil pengukuran dengan survei GPS dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Posisi Koordinat Hasil Pengukuran dengan Survei GPS di Gondanggentong, Karangpandan, Karanganyar Tanggal 15 November 1998 (Map Datum Djakarta/Batavia).

Titik	Koordinat UTM Easting (m)	(Zone 49 M) Northing (m)	Elipsoid (m)	Orthometrik (m)
T-1	0509088	9157505	700	720.79
T-2	0508060	9157330	724	744.81
T-3	0509190	9157316	713	733.79
T-4	0509214	9157263	715	735.79
T-5	0508958	9157173	750	770.80
T-6	0508874	9157254	737	757.80
T-7	0508800	9157436	704	724.80
T-8	0508817	9157556	721	741.79
T-9	0508850	9157517	628	648.79
T-10	0509001	9157731	602	622.79
T-11	0508982	9157655	610	630.79
T-12	0508825	9157660	617	637.79
T-13	0508805	9157606	628	648.79
T-14	0508742	9157726	803	823.79
T-15	0508573	9157716	717	737.79
T-16	0508514	9157624	647	667.80
T-17	0508576	9157570	668	688.80
T-18	0508617	9157526	662	682.80
T-19	0508553	91571890	735	755.80
T-20	0508719	9157068	640	660.81
T-21	0508766	9157344	655	675.80



Gambar 2. Peta Topografi Daerah Penelitian

Proses Pemodelan Relief Rupabumi 3D

Untuk keperluan pembuatan model (pemodelan) relief rupabumi 3D, maka data hasil pengukuran posisi dengan GPS kemudian diolah dengan menggunakan perangkat lunak Surfer Version 5.01. Data posisi dimasukkan dalam Tampilan *Worksheet* yang merupakan tampilan lembar kerja yang terdiri dari baris dan kolom. Pada baris pertama kolom pertama didefinisikan sebagai koordinat X atau Easting, pada baris pertama kolom kedua didefinisikan sebagai koordinat Y atau Northing dan pada baris pertama kolom ketiga didefinisikan sebagai altitude atau titik ketinggian. Data ketinggian yang dimasukkan adalah data ketinggian berdasarkan referensi bidang geoid. Data koordinat disusun ke bawah sesuai dengan pasangan koordinat *Easting* dan *Northing*-nya. Setelah semua data seperti dalam Tabel 1 dimasukkan, maka data tersebut disimpan dengan *file extension .dat*. Dengan fasilitas tampilan "*Plot*", maka *file* data dengan *extension .dat* tersebut ditampilkan hasil petanya baik dalam bentuk 2D (peta kontur) maupun 3D (surface atau relief 3D). Metode pengaturan grid (*Gridding Method*) dalam penyajian model relief rupabumi 3D dapat diatur dengan berbagai macam metode serta teknik visualisasi dapat diatur dari berbagai sudut pandang perspektif 3D. Hasil pemetaan 2D dan pemodelan relief rupabumi 3D dapat dilihat pada Gambar 2a, Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7.

Pembahasan

Pembahasan yang akan diberikan berikut ini lebih kepada analisis hasil daripada koordinat posisi yang dihasilkan dari pengukuran dengan metode survei GPS tipe navigasi, peta kontur dan model relief rupabumi 3D yang telah dihasilkan.

Koordinat posisi yang telah dihasilkan dari pengamatan dengan metode GPS navigasi ternyata menunjukkan posisi yang cukup rinci yaitu dengan ditunjukkan oleh harga DoP (< 2) dan EPE (15 - 25 m) yang diperoleh selama pengukuran, yang kemudian dikaitkan dengan penyajiannya dalam bentuk petanya dengan skala yang termasuk skala sedang. Diperlukan kesabaran dan ketelitian dalam melakukan pengamatan dengan GPS untuk memperoleh suatu nilai posisi koordinat yang lebih teliti, seperti penggunaan jenis alat penerima GPS yang sesuai dengan tujuan pengukuran, waktu pengamatan yang cukup, memperhatikan lokasi sekitar titik pengamatan (yang dapat menyebabkan *multipath* atau refleksi), selalu melihat harga DoP dan EPEnya, serta diperlukan *software* pengolahan data yang cukup canggih untuk mengolah data hasil pengukuran.

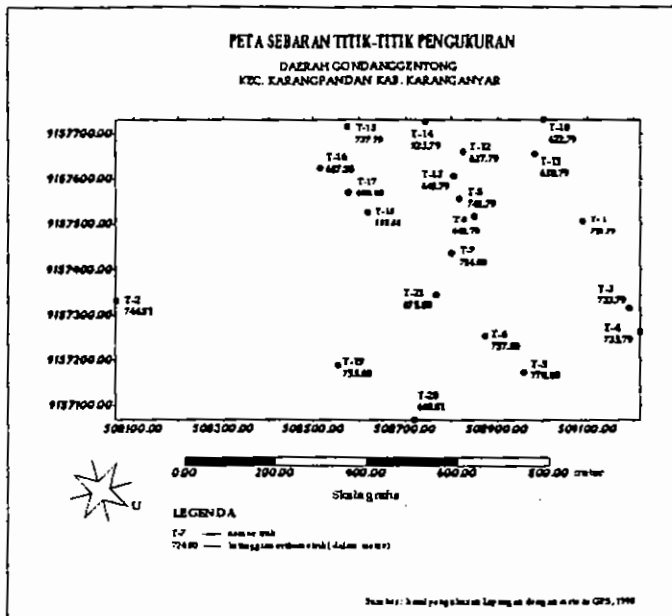
Dari peta 2D atau peta kontur yang dihasilkan (yaitu meliputi Gb. 2a, Gb.3 dan Gb.4) ternyata bahwa interpolasi linear kontur suatu peta dapat dengan cepat dilakukan oleh komputer dengan perangkat lunaknya (dalam hal ini Surfer Version 5.01) dengan hanya memasukkan data posisi Easting (X) dan Northing (Y) serta data ketinggian atau *altitudenya*. Interval kontur juga dapat kita sesuaikan dengan keinginan kita (meskipun harus tetap kita perhatikan aturan interval kontur yang tergantung pada skala petanya). Kesan ketinggian misalnya dengan metode *layer shading* dapat pula dengan cepat dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer ini (dengan mengatur gradasi warna

yang sesuai). Berapapun jumlah titik yang kita masukkan, tidak masalah bagi komputer untuk menampilkan peta konturnya (karena prinsipnya semakin banyak titik pengamatan maka garis kontur akan semakin teliti dalam menggambarkan konfigurasi reliefnya). Keadaan seperti ini akan terasa sulit dan menjemukan apabila dilakukan dengan cara manual atau konvensional.

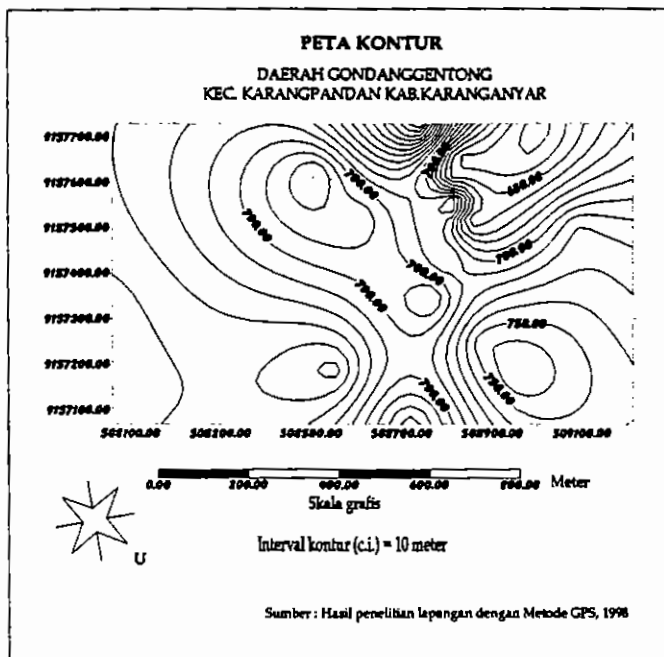
Pemodelan relief rupabumi 3D yang dihasilkan pada penelitian ini pada dasarnya merupakan bentuk penyajian relief muka bumi dengan metode konvensional yaitu blok diagram. Hanya pemodelan relief rupabumi 3D yang menyerupai keadaan sebenarnya yang divisualisasikan dengan batuan komputer grafis (seperti dalam penelitian ini) menyebabkan variasi model sajian yang dikehendaki dapat dibuat dengan mudah antara lain berupa gambaran relief permukaan bumi pada berbagai posisi sudut pandang perspektif 3D. Pembahasan yang dapat diberikan pada masing-masing gambar 3D yang dihasilkan adalah sebagai berikut :

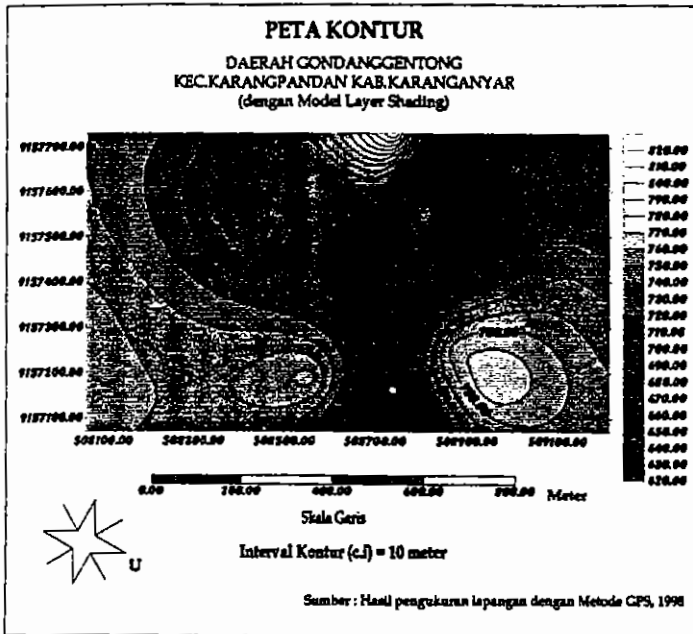
Gambar 5 yang dihasilkan, ternyata bentuk puncak titik yang tertinggi kalau diperhatikan membentuk puncak yang lancip, hal ini menunjukkan hasil yang kurang betul karena bagaimanapun juga bentuk puncak bukit di lapangan tidak mungkin ada yang lancip. Kondisi seperti inilah yang antara lain merupakan kelemahan dari pemetaan relief tiga dimensi (3D) dengan bantuan komputer. Pembahasan yang dapat diberikan adalah bahwa komputer menganggap titik tertinggi tersebut sebagai puncak tertinggi yang harus dihubungkan oleh garis X dan garis Y sehingga pertemuan ke dua garis tersebut membentuk titik tertinggi (bentuk lancip). Kondisi seperti ini dapat diatasi dengan hanya menggambar bentuk tiga dimensi tersebut dengan hanya menyajikan garis ketinggiannya saja (lihat Gambar 7). Dengan hanya menyajikannya dalam bentuk garis ketinggiannya saja, maka kesan bentuk puncak bukit yang lancip tidak ditemukan lagi, sedangkan Gambar 6 menyajikan bentuk lain dari relief tiga dimensi dari berbagai sudut pandang (perhatikan arah orientasi utara). Puncak bukit yang dihasilkan memperjelas bentuknya yang lancip (bentuk yang kurang benar) seperti dalam Gambar 5. Secara umum dapat diberikan penjelasan bahwa meskipun komputer dengan perangkat lunaknya mampu menyajikan dengan cepat bentuk dua dimensi maupun tiga dimensi suatu daerah hasil pengukuran dengan sangat cepat, tetapi terdapat hal-hal yang prinsip dan dasar seperti interval kontur yang benar, membetulkan bentuk relief yang kurang logis (puncak bukit lancip), serta aturan kartografis lainnya yang harus tetap diperhatikan dan dipertahankan.

Hasil penelitian ini lebih diutamakan pada pembuktian bahwa dengan survey GPS suatu daerah dapat dipetakan dengan bentuk dua dan tiga dimensi, dan mengenai seberapa besar penyimpangan atau kesalahan posisi maupun bentuk penyajian yang dihasilkan maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang hal tersebut.

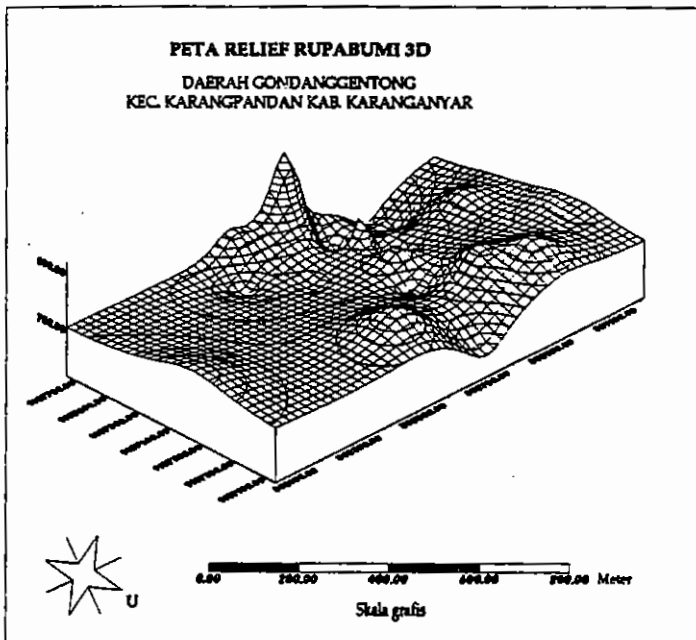


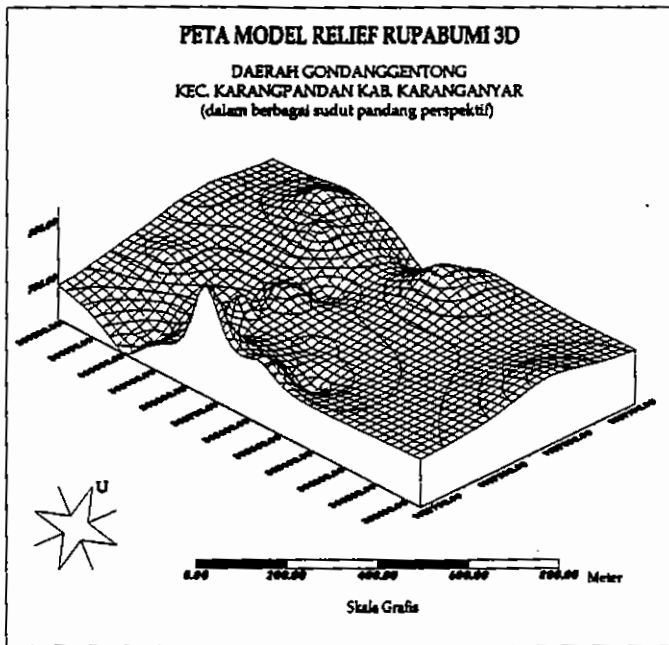
Gambar 2a. Peta Sebaran Titik-titik Pengukuran Daerah Penelitian



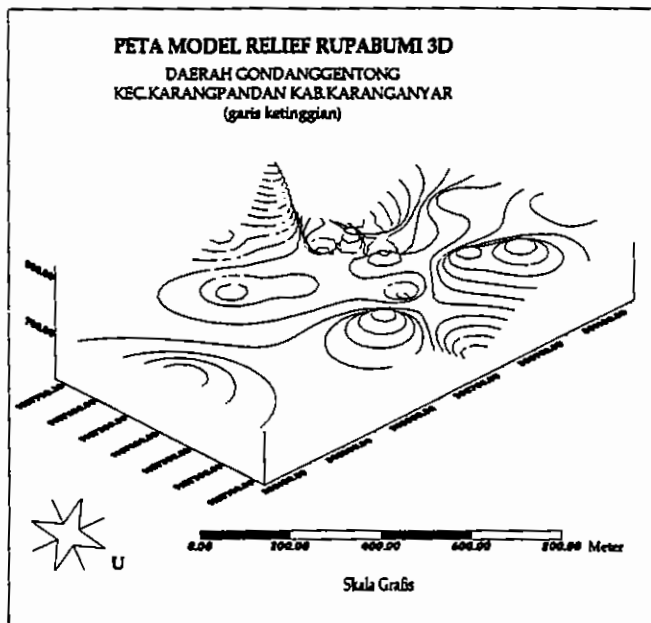


Gambar 4. Peta Kontur Daerah Penelitian dengan Metode Layer Shading





Gambar 6. Peta Model Relief Rupabumi 3D (dalam berbagai sudut pandang perspektif)



Gambar 7. Model Relief Rupabumi 3D (garis ketinggian yang digambarkan)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perkembangan teknologi pengukuran/pemetaan seperti GPS (*Global Positioning System*) yang berdasarkan satelit dan perkembangan teknologi komputer (baik *hardware* maupun *software*), ternyata telah memberikan efek perubahan metodologi yang cukup besar bagi keperluan pemetaan suatu daerah. Suatu daerah dapat dengan cepat dipetakan dalam bentuk dua dimensi dan tiga dimensi. Perubahan metodologi ini meliputi pengumpulan data, pemrosesan, panyajian peta sampai pada penyimpanan hasilnya.
2. Penggunaan GPS tipe navigasi, meskipun diperoleh hasil informasi posisi yang cukup rinci, namun alangkah baiknya apabila dalam penelitian ini digunakan GPS tipe survei pemetaan atau geodetik sehingga peta yang dihasilkan akan lebih baik dan lebih teliti.

Saran.

Tidak direkomendasikan penggunaan metode survei GPS (terutama yang mempunyai level ketelitian dalam orde meter) untuk melakukan pemetaan atau pengukuran pada daerah yang tidak luas dan akan dibuat peta dalam skala besar, tetapi untuk daerah yang cukup luas yang akan dipetakan dan peta yang akan dihasilkan tidak dalam skala yang detil (misalnya skala tinjau atau lebih kecil) maka penggunaan metode survei GPS dapat digunakan karena akan meningkatkan efektifitas, efisiensi dan fleksibilitas dalam hal biaya, tenaga dan waktu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin ,H,Z,. 1995. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H,Z., Jones, A., Kahar, J,. 1995. *Survei dengan GPS*. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H,Z., Kusuma, M, A., Meliano, I., Nurdin, M, A., Darmawan, D., Bintoro, A., dan Kahar, J., 1998. Pemantauan Penurunan Tanah di Wilayah Jakarta dengan Metode Survey GPS. *Majalah Survey dan Pemetaan vol XII No. 3, Juni 1998*. Ikatan Surveyor Indonesia, Jakarta.
- Kennedy, M., 1996. *The Global Positioning System and GIS , an Introduction*. Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan.
- Leick, A., 1995. *GPS Satellite Suveying*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Sutisna, S., dan Heliari, L,S., 1994. Transformasi Datum Geodesi pada Penentuan Posisi Sesaat dengan GPS dan Integrasinya ke Sistem Koordinat ID-74. *Jurnal Ilmiah Geomatika vol II, No. 1 Agustus 1994*. Bakosurtanal, Bogor.
- Wiradisastira ,D,S., dan Atmadilaga, A, H., 1997. Pemodelan Relief Rupabumi Tiga Dimensi (3D) menggunakan Variasi Ukuran Sel Grid. *Jurnal Ilmiah Geomatika vol IV No. 1-2 Februari 1997*. Bakosurtanal, Bogor.

- LRD/Bina Program, 1989, Review of Phase I Results, Java and Bali, *Regional Physical Planning Programme for Transmigration (RePPPProt)*, Land Resources Dept., Overseas Development Natural Resources Institute, Overseas Development Administration, London United Kingdom, and Directorate Bina Program, Ditjen Pankim, Deprans, Jakarta.
- Soegijoko, B.T.S. dan B.S.Kusbiantoro (Eds.), 1997, *Perencanaan Pembangunan di Indonesia*, Grasindo, Jakarta.
- Sunarto, 1994, *Pelestarian Morfologi Pantai Akibat Pertambakan di Muara Ngebum*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Sunarto, Suprpto D., Sudibyakto, Suratman W.S., Bambang K.P., I.Soegiman, Sutikno, dan Hartono, 1995, *Penelitian Daerah Rawan Bencana Alam Jawa Tengah*, BAPPEDA Tk. I Jateng dan Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.