

MINIMALISASI KESALAHAN SURVEY TOPOGRAFI DALAM PEMETAAN DIGITAL DENGAN KOORDINAT GLOBAL MENGGUNAKAN AUTOCAD LAND DESKTOP DAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM

Vicky Fernando Lesawengen

Freddy Jansen, Fabian J. Manoppo

Pascasarjana Prodi Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: vickylesawengen@yahoo.com

ABSTRACT

The development of the era of Globalization and Information Systems are fast, so also developing Satellite Interpretation techniques in digital mapping that is useful to speed up topographic surveys but digital map making must be done in the right way in order to minimize errors in maps used in engineering work planning. This study discusses the use of equipment, measurement methods and correct data processing in accordance with the applicable mapping standards so that it can produce an accurate mapping that matches the actual location conditions.

The results obtained: (1) By using measurement techniques and the right equipment, measurement errors can be minimized, from the calculation of Polygon with 66 points, clockwise measurement, Polygon correction is $0^{\circ} 0'02'' < 0^{\circ} 1'24''$, Azimuth Controller error is indicated no more than 5 "in this measurement the obtained error measurement = 0", due to Initial Azimuth and Final Azimuth = $4^{\circ} 49'42''$ closes perfectly thus fulfilling the Geodetic Survey Standard Operating Procedure. (2) From the results of the Ground Survey and Global Positioning System Measurement, the results of the interpolation coordinates are taken to get more precise coordinates in the field. (3) Map depictions with AutoCad Land Development and GIS get Topographic maps with 1 m contour intervals indicating high representation of different locations, this can be achieved by using Ground Survey data and not the results of satellite digitization. (4) The coordinates produced are Global coordinates using the World Geodetic System 84 navigation satellite system with the Universal Transfer projection model.

Keywords: Polygon, Mapping, AutoCad Land Development, GIS

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Laju perkembangan pembangunan di Sulawesi Utara menunjukkan peningkatan, kebutuhan akan master plan yang mencakup wilayah yang luas untuk perencanaan kedepan membutuhkan survey topografi yang luas pula. Survey topografi yang mencakup daerah yang luas serta sistem informasi topografi yang akurat sangat diperlukan untuk perencanaan yang baik dan mudah serta fleksibel, dengan besarnya luas daerah yang di survey, maka mengakibatkan faktor kesalahan yang semakin besar.

Dengan berkembangnya era globalisasi dan sistem informasi yang cepat dan berkembang pula teknik interpretasi satelit dalam pemetaan digital untuk mempercepat survey topografi. Dalam perkembangannya, interpretasi satelit memiliki keuntungan dan kelemahannya pada ground survey dalam hal ketelitiannya.

Diperlukan pengetahuan tentang kesalahan (error) yang sering terjadi pada pemetaan baik yang diakibatkan oleh teknologi itu sendiri maupun asumsi-asumsi serta metode analisa yang diterapkan. Dengan adanya pengetahuan tentang kesalahan-kesalahan yang dimaksud diatas, terobosan yang dilakukan yaitu meminimalisir kesalahan-kesalahan pada peta-peta yang digunakan dalam perencanaan.

Dengan latar belakang tersebut diatas penulis ingin meminimalisasi kesalahan survey topografi dalam pemetaan digital dengan koordinat global menggunakan AutoCad Land Desktop dan Geographic Information System untuk menghasilkan pemetaan yang baik dan akurat. Adapun lokasi yang akan diukur adalah Jalan lingkaran kampus Universitas Sam Ratulangi.

Alasan pemilihan lokasi ini adalah karena memiliki topografi yang baik, luasan areal yang cukup besar, belum adanya referensi tetap untuk

lokasi ini dan kemudahan akses pengambilan data lapangan.

Pembatasan Masalah

Mengingat permasalahan dalam pemetaan sangat luas, mencakup permukaan daratan, dasar laut, lapisan tanah, sumber alam dan lain-lain serta aspek hukum sosial dan budaya, instalasi-instalasi penting yang perlu dirahasiakan dan lain-lain, maka penulis hanya membatasi pada masalah pemetaan permukaan daratan dari segi teknis, meliputi:

1. Peralatan yang digunakan dan sumber data terutama citra satelite yang digunakan. Dalam hal ini peralatan yang digunakan adalah Elektronik Total Station, GPS garmin 62S, Kompas, Meteran baja, dan peralatan pendukung lainnya, sedangkan citra satelite yang digunakan adalah menggunakan Google Earth Enterprise.
2. Lokasi yang diambil adalah di wilayah kota Manado khususnya disepertaran Universitas Sam Ratulangi. Sistem koordinat global memiliki banyak model proyeksi dan banyak ellipsoide maka dalam hal ini yang dibicarakan hanya model proyeksi Universal Transverse Mercator dengan Ellipsoid WGS 84 yang umum dipakai di dunia. Pada sistem koordinat yang dipilih ini, hanya pada UTM 51 karena Sulawesi Utara terletak pada bagian UTM 51 serta citra satelit yang dipakai ada pada bagian UTM 51.
3. Metode pengukuran yang dilakukan adalah metode pengukuran areal dengan Potongan memanjang (*Long section*) dengan menggunakan metode Polygon tertutup.
4. Metode teknik pemetaan dan pengembangannya dilakukan dengan studi literatur dan pengalaman penulis dalam survey lapangan, kemudian dianalisa dengan perhitungan dan penggambaran menggunakan AutoCad Land Desktop dan Geographic Information System.
5. Metode analisa dilakukan dengan analisa numerik sederhana untuk model interpolasi.
6. Menyangkut peta-peta yang sudah ada dari Badan Informasi Geospasial, Peta-Peta Hankam dan batas negara tidak dibicarakan dalam penulisan ini.

Tujuan Penelitian

Yang menjadi tujuan dalam penulisan ini adalah:

1. Menguraikan teknik dan cara pengukuran dilapangan dengan tingkat ketelitian peralatan yang digunakan.
2. Membandingkan hasil pengukuran Ground Survey dengan pengukuran dengan Global Positioning System
3. Mendapatkan peta topografi terbaik dengan membandingkan metode yang digunakan
4. Mengintegrasikan sistem pengukuran koordinat ke sistem koordinat global dengan menggunakan AutoCad Land Desktop dan Geographic Information System (GIS)

Manfaat Penelitian

Dapat memberikan informasi kepada praktisi dalam pekerjaan pengukuran khususnya pembuatan peta topografi, dan dapat menjadi acuan dalam pemilihan aplikasi pemetaan yang akan digunakan, sehingga dapat menghasilkan peta atau master plan yang akurat dan dapat dipergunakan untuk kebutuhan perencanaan.

TINJAUAN PUSTAKA

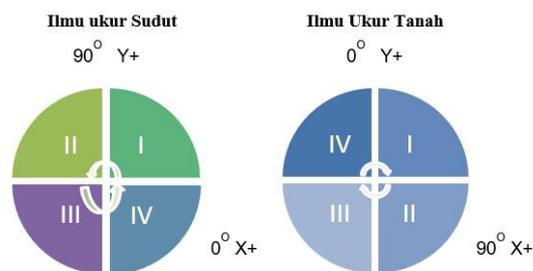
Trigonometris

Segitiga siku-siku ABC ke dalam suatu rumus Trigonometri sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Sinus suatu sudut} &= \text{Sin} = \frac{y}{r} \\ \text{Cosinus suatu sudut} &= \text{Cos } \alpha^\circ = \frac{x}{r} \\ \text{Tangen suatu sudut} &= \text{Tan } \alpha^\circ = \frac{y}{x} \end{aligned}$$

Sudut Arah dan Kuadran

Sudut arah dalam iut tidak sama dengan sudut arah pada ilmu ukur sudut (Goniometri)
 IUT → Sudut dimulai dari arah utara (sumbu y positif) ke timur searah jarum jam
 IUS → Sudut dimulai dari arah timur (sumbu x positif) ke utara berlawanan arah jarum jam



Gambar 1. Kuadran Ilmu Ukur Sudut dan Ilmu Ukur Tanah

Perhitungan Jarak dan Beda Tinggi Berdasarkan Metode Trigonometris dan Phytagoras

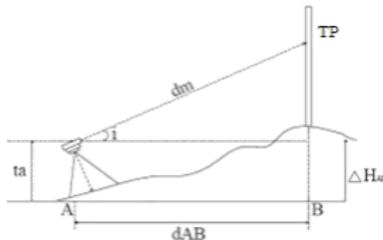
$$\text{Jarak Miring} = \sqrt{dAB^2 + \Delta h^2}$$

$$\text{Jarak Datar} = dm \cdot \cos I \text{ atau}$$

$$\sin \alpha = \frac{V}{\text{Jarak Optis}}$$

Beda Tinggi (Δh)

$$= \frac{\sin(\alpha \times 2) \times JD}{2} + TA - TP$$

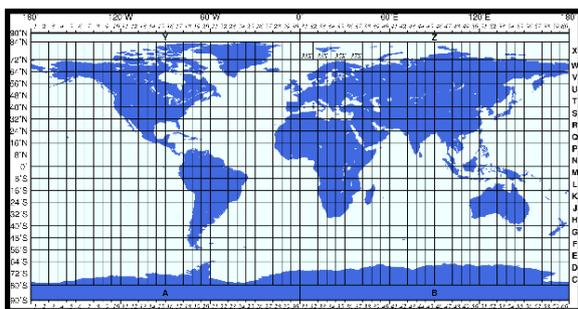


Gambar 2. Penerapan Trigonometris pada Ilmu Ukur Tanah

WGS-84 (World Geodetic System 1984)

World geodetic system adalah sebuah acuan dasar yang banyak digunakan dalam bidang keilmuan seperti kartografi, geodesy, dan navigasi. Agar suatu sistem koordinat dapat dimasukkan kedalam peta yang berbentuk bidang datar maka sistem ini harus bisa diproyeksikan kedalam bidang datar tersebut. Model proyeksi itu sendiri ada berbagai macam diantaranya model proyeksi yang dikenal yaitu UTM, Gauss-Kruger, Lambert Conical, Stereographic Polar dan lain-lain.

Dalam penulisan ini yang dipilih adalah model UTM yang termasuk Spherical Projection, dimana bumi dibagi menjadi 60 zone UTM dimana setiap zone adalah 6°. Batas dari setiap zone adalah 84° lintang Selatan, unit satuan yang dipakai adalah meter, pemberian nomor zone dimulai dari barat ke timur dimulai dari 180° bujur Barat. Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Pembagian Zone Universal Transverse Mercator Bumi

Desain Jaringan Polygon dan Pengambilan Data Lapangan dengan ETS dan GPS

Langkah-Langkah Menghitung Polygon Tertutup:

a). Jumlahkan semua Sudut (β) Titik Polygon (ΣS)

b). Kontrol Sudut:

Pengukuran searah Jarum jam:

$$(n + 2) \times 180^0 = \Sigma S$$

Pengukuran berlawanan arah jarum jam:

$$(n - 2) \times 180^0 = \Sigma S$$

c). Koreksi Sudut:

$$f(S) = \frac{((n + 2) \times 180^0) - \Sigma S}{n}$$

Koreksi Sudut ini bertujuan untuk membagi koreksi kesemua titik. Kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah $10'' \times \sqrt{n}$ atau biasanya kesalahan sampai 1 Menit per Sudut. Bagi pemula dan yang belum memahami betul penggunaan alat maupun cara pengukuran dilapangan agak sedikit sulit untuk mencapai syarat ini.

d). Hitung dan kontrol Azimuth (α):

$$\alpha = (\alpha \text{ Awal} + \beta) - 180^0$$

Dimana:

ΣS = Jumlah sudut Pengambilan dilapangan, tidak termasuk Azimuth

n = Jumlah Sudut/Jumlah Titik

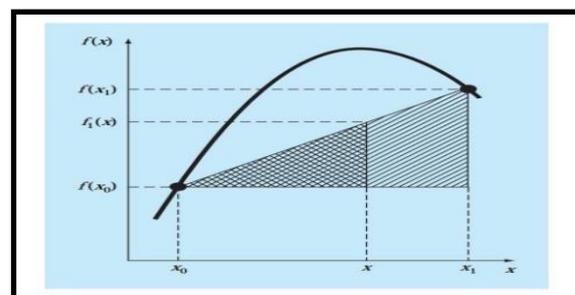
α = Azimuth atau sudut yang diambil berdasarkan arah utara (Sudut Jurusan)

β = Sudut Pengambilan

Bila salah satu sisi sudut Polygon diketahui maka sisi yang lain dapat dihitung.

Interpolasi Linier

Interpolasi linear adalah cara menentukan nilai yang berada di antara dua nilai, diketahui berdasarkan persamaan linear. Model interpolasi linier ini dilambangkan oleh sebuah garis lurus yang menghubungkan dua titik.



Gambar 4. Grafik Interpolasi Linier

Cara penulisan $f_1(x)$ menunjukkan bahwa ini adalah polinom interpolasi orde satu (interpolasi linier). Suku $[f(x_1) - f(x_0)]/(x_1 - x_0)$ adalah kemiringan garis yang menghubungkan dua titik data dan merupakan perkiraan beda hingga turunan pertama. Semakin kecil interval antara titik data, hasil perkiraan akan semakin baik.

Rumus umum Interpolasi linier:

$$f_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0} (x - x_0)$$

Geographic Information System (GIS)

Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografi atau GIS merupakan gabungan dari tiga unsur pokok yaitu sistem, informasi, dan geografis. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami GIS.

Secara garis besar, GIS terdiri dari 4 tahapan utama, yaitu:

1. Tahap Input Data

Tahap input data digunakan untuk menginputkan data spasial dan data atribut. Tahap input data ini juga meliputi proses perencanaan, penentuan tujuan, pengumpulan data, serta memasukkannya kedalam komputer.

2. Tahap Manajemen dan Pengolahan Data

Setelah data dimasukkan maka proses selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data meliputi penggunaan DBMS untuk menyimpan data, klasifikasi data, kompilasi, dan geoprocessing (clip, merge, dissolve).

3. Tahap Query dan Analisis Data

Pada tahapan ini dilakukan berbagai macam analisa keruangan, seperti analisis proximity dan analisis overlay.

4. Tahap Output dan Visualisasi

Tahap ini merupakan fase akhir, dimana ini akan berkaitan dengan penyajian hasil analisa yang telah dilakukan. Untuk beberapa tipe penyajian, hasil akhir terbaik diwujudkan dalam peta atau grafik.

Dalam penulisan ini yang ditekankan adalah data hasil survey topografi dengan teknik ground survey, maka yang akan dibicarakan adalah model data hasil pengukuran dengan Electronic Total Station dan Global Positioning System. Model pengambilan data di lapangan disesuaikan dengan teknik perhitungan yang akan digunakan dan akan dimasukkan kedalam software yang dikenal umum dalam aplikasi GIS dengan ini gambar atau

peta dapat dikombinasikan dengan informasi yang tersimpan dalam bentuk database.

AutoCad Land Development

Software ini sudah sangat dikenal dalam bidang teknik, software ini memiliki bermacam-macam modul yang sesuai dengan penggunaannya, misalnya; AutoCad Civil 3D Land Desktop, Autocad Map, Cad Overlay, Autocad Building Sistem dan lain-lain, dan biasanya kebanyakan software menyediakan fasilitas yang bisa berkomunikasi dengan format Autocad.

Berhubung yang akan kita bicarakan adalah mengenai pemetaan maka yang akan kita gunakan adalah AutoCad Land Desktop Companion 2009. Autocad ini tidak banyak berbeda dengan Autocad pada umumnya, perbedaannya adalah dalam Autocad Land Desktop terdapat tambahan yang dapat digunakan dalam pemetaan.

Sistem koordinat yang digunakan dalam Autocad Land Desktop ini adalah sistem kartesian. Datum yang digunakan disini adalah WGS-84 dalam desimal dengan kategori Indonesia dimana yang akan ditampilkan 18 pilihan, sesuai dengan wilayah yang kita tinjau maka yang dipilih nantinya adalah Indonesia, North of equator, between 120 and 126 East (UTM 51 N).

METODOLOGI PENELITIAN

Pengumpulan Data Lapangan

Dalam penyusunan penelitian ini menggunakan data primer. Metode pengumpulan data adalah dengan melaksanakan survey dilapangan dengan menggunakan Standart Nasional Indonesia (SNI 19-6724-2002) Jaringan Kontrol Horizontal.

Lokasi yang akan diteliti adalah keliling jalan seputaran Universitas Sam Ratulangi membentuk Polygon tertutup, data lapangan dikumpulkan lewat teknik pengukuran lapangan menggunakan alat ukur Electronic Total Station, Prisma, Meteran rol, Kompas dan peralatan penunjang lainnya, kemudian koordinat globalnya menggunakan Global Positioning System (GPS) yang digunakan tipe navigasi.

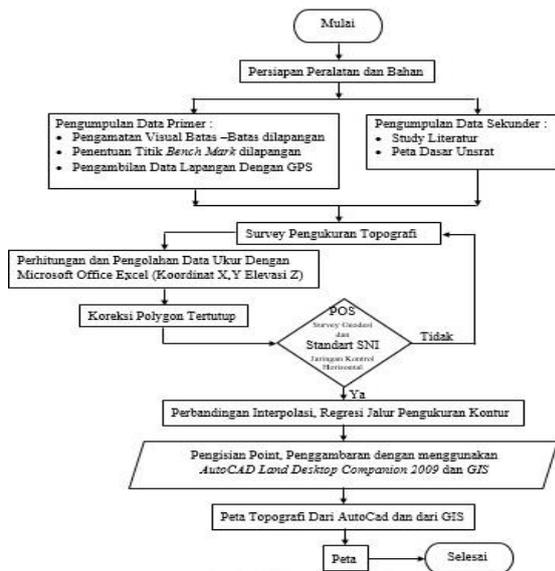
Peralatan dan Bahan

Adapun peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi:

Tabel 1. Peralatan yang digunakan

Peralatan dan Bahan	Spesifikasi
Electronic Total Station	Nikon DTM-322
Tripod	Minds -Aluminium
Pool Prisma	Minds
Prisma Poligon	Minds
Global Positioning System (Gps)	Garmin 64S
Kompas	50 m
Rol Meter	5 m
Hand Meter Tangan	-
Hand Board	-
Payung	-
Paku Seng	-
Pilox (Cat Semprot)	5"
Pipa Paralon	10 × 80 mm
Pasir, Kerikil, Besi Ø 10 dan Ø 6, Baut	

Bagan Alir Penelitian



Gambar 5. Bagan Alir Penelitian

Teknik Pengambilan Data

Jenis Data yang Diambil

Data yang diambil dengan dua cara yaitu data pengukuran lapangan secara konvensional dan data lapangan dengan bantuan signal satelit GPS. Hal ini dilakukan dengan memakai receiver GPS. Cara pengukuran dan pengambilan data lapangan tergantung areal yang akan diukur dan dapat berupa:

1. Jalur memanjang
2. Jalur memanjang dengan lebar tertentu seperti jalan
3. Areal berupa luasan yang dibatasi oleh batas areal yang berupa jalur/garis batas

Pengukuran Lapangan Secara Konvensional

Teknik pengambilan data pada model-model yang disebutkan diatas ini tentu saja tidak sama. Tapi secara umum, teknik pengambilan data lapangan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menentukan dahulu jalur pengukuran antara titik dimana jalur itu harus di bersihkan supaya penempatan titik-titik pengukuran yang dapat terlihat secara berurutan mudah di lakukan
2. Penempatan titik-titik data harus pada perubahan arah pengukuran dan titik-titik dimana terjadi keadaan perubahan bentuk kelerengan atau slop tanah.
3. Pada bagian yang datar pengukuran dengan jarak yang relative jauh, minimum harus ada satu titik data di kira-kira pertengahannya.
4. Pengukuran dilakukan secara berurutan sehingga data saling terikat.
5. Data yang diambil dari titik alat ke titik mistar/prisma adalah: jarak Miring dan jarak datar, Slope atau kemiringan tanah, arah kompas dari titik alat ke titik mistar
6. Jarak langsung dilapangan dikontrol dengan menggunakan Meteran, untuk jarak dekat. Untuk jarak jauh bisa menggunakan jarak optis lewat Alat ukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Titik Kontrol Horizontal

Adapun Lokasi Pengukuran yang dilakukan yaitu seputaran kampus Universitas Sam Ratulangi, mengikuti jalur kendaraan umum, seperti gambar dibawah ini:



Gambar 6. Lokasi Penelitian

1. Pengukuran titik kontrol dilakukan dalam bentuk polygon tertutup
2. Sisi Polygon atau jarak antara titik polygon maksimal 50 meter, di ukur dengan pegas ukur (meteran)
3. Titik-titik polygon ditandai dengan menggunakan paku seng, sedangkan titik ikat menggunakan patok beton (Bench Mark).
4. Sudut-sudut polygon diukur dengan menggunakan Alat Ukur Electronic Total Station jenis Nikon DTM 322.

Titik ikat (BM) harus diukur sudutnya dengan alat yang sama dengan alat pengukur Polygon, jaraknya diukur dengan Pegas (meteran)/jarak langsung, dengan ketelitian Poligon sebagai berikut:

- a) Kesalahan sudut yang diperbolehkan adalah $10''$ kali akar jumlah titik polygon. (Prosedur Operasional Standar Survey Geodesi) Dep. Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Binamarga, Direktorat Bina Teknik.
- b) Kesalahan Azimuth pengontrol tidak lebih dari $5''$.



Gambar 7. Sebaran Titik Bench Mark

Pengukuran Titik Vertikal

1. Dalam penelitian ini pengukuran kerangka vertikal menggunakan alat ukur Electronic Total Station Nikon DTM 322 dibantu dengan menggunakan Pole Prisma dan Polygon Prisma, sudut vertikal, beda tinggi dan jarak yang dihasilkan alat ini menggunakan sistem cepat rambat gelombang yang dipancarkan dari ETS ke Prisma.
2. Setiap kali pengukuran di cek jarak Elekonnic (Jarak tidak langsung) apakah sama dengan jarak langsung dilapangan
3. Referensi leveling menggunakan referensi Koordinat Global.

Pengukuran Penampang Memanjang

Pengukuran penampang memanjang dilakukan disepanjang sumbu rencana jalur Polygon (seputaran daerah Kampus) dengan alat yang sama yang digunakan dalam pengukuran titik kontrol horisontal dan vertikal. Dalam penelitian ini pengukuran penampang melintang tidak dilakukan.

Teknik Cara Pengukuran Dilapangan dengan Tingkat Ketelitian Peralatan yang Digunakan

a. Komposisi Alat

Komposisi peralatan dan kelengkapan yang diperlukan untuk pengukuran :

Main unit TS Nikon DTM 322 series dan Tripod

Prisma untuk poligon = 2 buah

1 buah untuk Backsight (BS) + Tripod

1 buah untuk Foresight (FS) + Tripod Prisma untuk detil minimal 1 buah + Pole Meteran kecil untuk mengukur tinggi alat & prisma.



Gambar 8. Komposisi Peralatan Utama ETS

Pengolahan Data Hasil Pengukuran Ground Survey

Data hasil pengukuran terdiri dari 66 titik dan diolah dengan bantuan Microsoft Office Excel 2013, data seperti dibawah ini:

Kontrol Sudut:

Pengukuran searah Jarum jam:

$$(n + 2) \times 180^0 = \sum S : (66 + 2) \times 180^0 = 12240^0 0' 0'' \neq 12239^0 57' 49''$$

Maka perlu dikoreksi sudut:

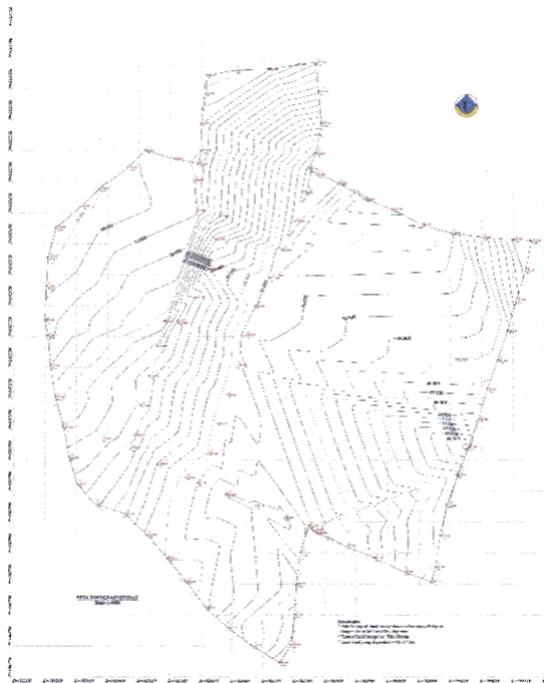
$$f(S) = \frac{((n + 2) \times 180) - \sum S}{n}$$

$$f(S) = \frac{12240^0 0' 0' - 12239^0 57' 49''}{66} = 0^0 0' 02''$$

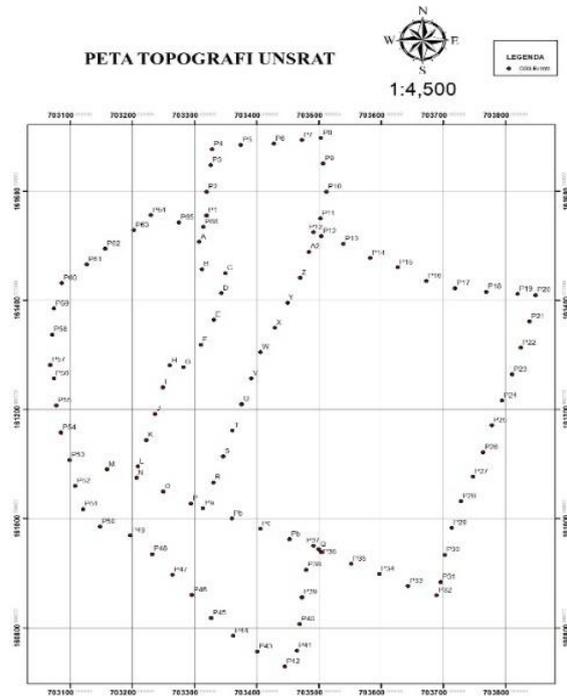
Syarat Prosedur Operasional Standar Survey Geodesi: $10'' \times \sqrt{\text{Jumlah Poligon } (n)}$

$$= 0^0 0' 10'' \times \sqrt{66} = 0^0 1' 24''$$

$= 0^0 0' 02'' < 0^0 1' 24''$ Memenuhi Prosedur Operasional Standar Survey Geodesi



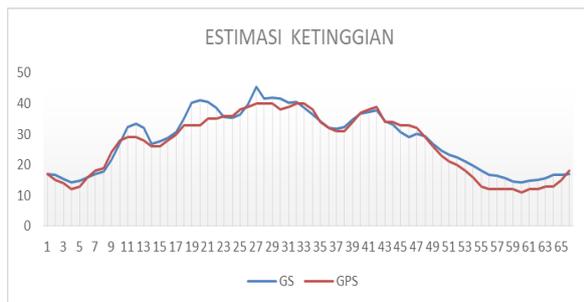
Gambar 9. Jaringan Polygon Berdasarkan Interpolasi Linier



Gambar 11. Peta Topografi dengan Data Gabungan Ground Survey

Hasil Pengukuran Elevasi Ground Survey dan Global Positioning Sistem

Dalam pengukuran beda tinggi metode Ground survey menggunakan bantuan alat ukur Electronic Total Station yang di lengkapi dengan Prisma Polygon, Hasilnya pada Grafik dibawah ini:



Gambar 10. Grafik Estimasi Ketinggian Ground Survey Vs GPS

Penggambaran Peta Topografi dengan AutoCad Land Development

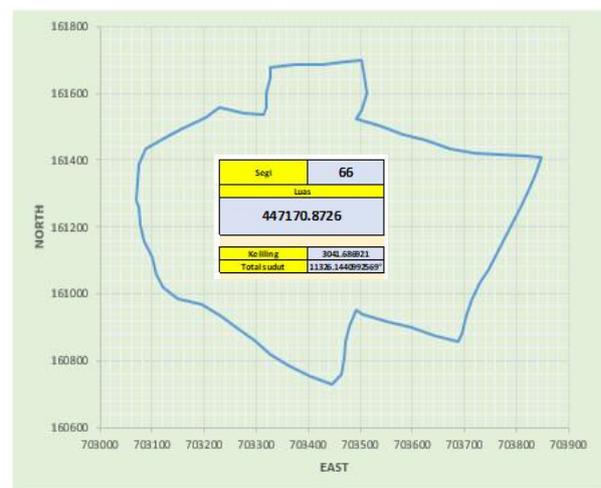
Setelah diperoleh perbandingan hasil pengukuran Ground Survey dengan pengukuran Global Positioning System, maka yang akan digunakan yaitu koordinat hasil interpolasi linier dan Elevasi Ground Survey untuk penggambaran peta Topografi, adapun datanya sebagai berikut:

Penggambaran Peta Topografi dengan Geographic Information System (GIS)

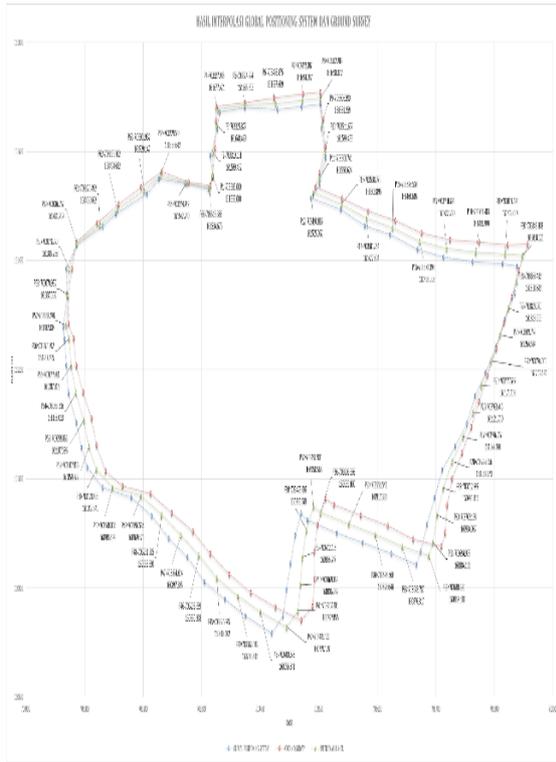
Berikut ini gambar hasil pengukuran berdasarkan Koordinat hasil interpolasi linier dan Elevasi Ground Survey untuk penggambaran peta Topografi, dengan data yang sama yang digunakan pada AutoCad Land development yang hanya berbeda pada format penulisan data.

Luas Polygon

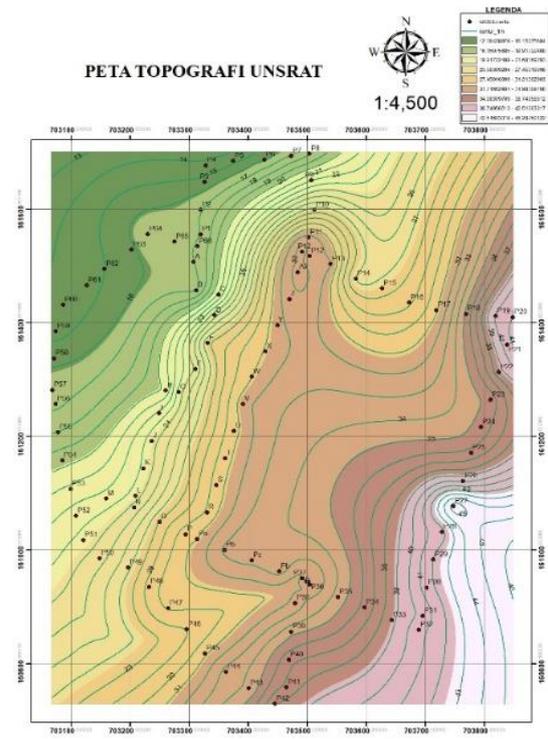
Hasil perhitungan luas berdasarkan koordinat Interpolasi diperlihatkan pada gambar berikut:



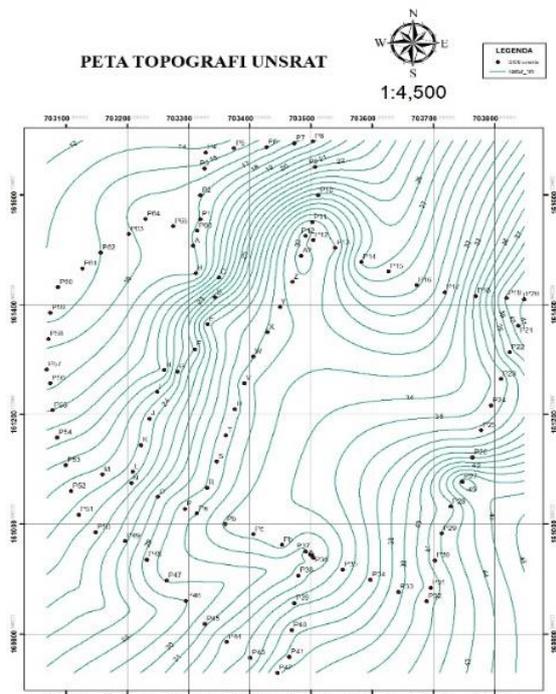
Gambar 12. Luas Polygon



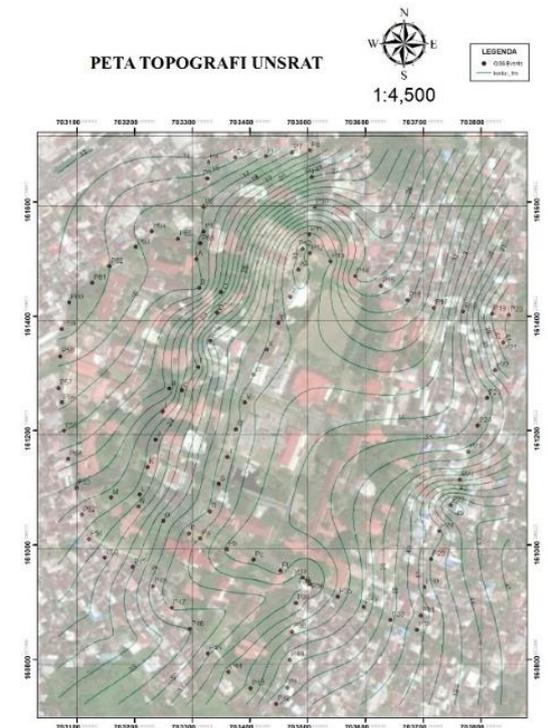
Gambar 13. Sebaran Titik Polygon (GIS)



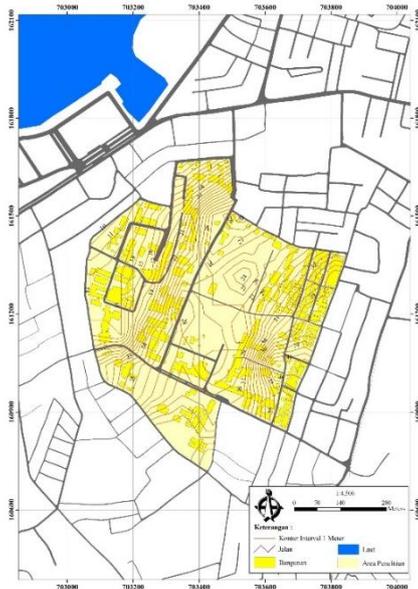
Gambar 15. Peta Topografi Berdasarkan Skala Warna (GIS)



Gambar 14. Sebaran Titik Polygon dan Garis Kontur (GIS)



Gambar 16. Overlay Peta Topografi dan Citra Satelite



Gambar 17. Peta Situasi dan Topografi hasil Dijitasi Citra Satelite (GIS)

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dengan menggunakan teknik pengukuran dan peralatan yang tepat maka kesalahan pengukuran dapat diminimalisasi, dari perhitungan Polygon dengan jumlah 66 titik, pengukuran searah jarum jam, koreksi Polygon sebesar $0^{\circ}0'02'' < 0^{\circ}1'24''$, kesalahan Azimuth Pengontrol diisyaratkan tidak lebih dari 5'' dalam pengukuran ini kesalahan pengukuran

yang diperoleh = 0'', dikarenakan Azimuth Awal dan Azimuth Akhir = $4^{\circ} 49' 42''$ menutup sempurna dengan demikian memenuhi Prosedur Operasional Standard Survey Geodesi.

2. Dari hasil Pengukuran Ground Survey dan Global Positioning System diambil koordinat hasil interpolasi untuk mendapatkan koordinat yang lebih tepat dilapangan.
3. Penggambaran peta dengan AutoCad Land Development dan GIS mendapatkan peta Topografi dengan interval kontur 1 m menunjukkan keterwakilan beda tinggi dilokasi, ini dapat tercapai dengan menggunakan data Ground Survey dan bukan hasil dijitasi satelite.
4. Koordinat yang dihasilkan adalah koordinat Global menggunakan system satelit navigasi Word Geodetic System 84 dengan model proyeksi Universal Transfer Merkator.

Saran

Metode pengukuran dan peralatan yang digunakan sangat penting dalam mendapatkan data dengan tingkat kesalahan yang kecil, pengolahan data dengan metode yang benar akan menghasilkan suatu kualitas data yang dapat dipertanggungjawabkan, oleh karena itu sangat penting untuk mengetahui metode pengukuran, ketertelusuran data, dan penguasaan peralatan survey topografi yang ditunjang dengan penggunaan Software seperti AutoCad Land Development dan Global Information System untuk menghasilkan Peta Topografi atau master plan yang akurat dan dapat dipergunakan untuk kebutuhan perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiyuwono N. S., 2009. *Teknik Membaca Peta dan Kompas*, Penerbit Angkasa, Bandung.
- Badan Informasi Geospasial., 2013. Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2013 Tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang, Presiden Republik Indonesia.
- Budiyanto, Eko, 2016. *Sistem Informasi Geografis dengan Quantum GIS*, Penerbit CV. Andi offset, Yogyakarta.
- Darius Puas., 2009. *Jalan Dalam Langkah Land Dekstop dan Civil Design*, Penerbit Informatika, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum., Direktorat Jendral Bina Marga., Direktorat Bina Teknik., 2009. *Prosedur Operasional Standart Survey Geodesi*, Jakarta

- Erwin Hardika Putra., 2011. *ArcView GIS Pengukuran dan Pemetan Areal Kerja Skala Besar*, Cetakan Pertama, Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta
- Frick Heinz., 1979. *Ilmu dan Alat Ukur Tanah*, cetakan Pertama, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Prahasta, Eddy, 2013. *Mengelola Peta Dijital*, Cetakan Pertama, Penerbit Informatika, Bandung.
- Prahasta, Eddy, 2015. *SIG: Tutorial ArcGis Desktop untuk bidang Geodesi dan Geomatika Plus Pembuatan Baris-baris Kode Phyton Untuk Toolbox dan Tool Geoprocessing*, Cetakan Pertama, Penerbit Informatika, Bandung.
- Riyanto., Prilnali Eka Putra., Hendi Indelarko., 2009. *Pengembangan aplikasi Sistem Informasi Geografis*, Edisi Pertama, Penerbit Gava Media, Yogyakarta
- Sosrodarsono S., Masayoshi Takasaki., 1997, *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*, Cetakan Keempat, Penerbit PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Standar Nasional Indonesia., 2002. *Jaringan Kontrol Horizontal*, Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarsono, Bambang, 2005. *Menggambar Kontur 3 Dimensi Secara Mudah dan Cepat dengan AutoCad Land Development*, Andi Yogyakarta
- Wirshing J., R. Wirshing R., H., 1995, *Introduction Surveying*, Schaum's Outline Series, Cetakan Pertama, Penerbit Erlangga.
- Wongsotjitro S., 1980. *Ilmu Ukur Tanah*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Yousman Y., 2008. *Google Earth*, Penerbit CV. Andi offset, Yogyakarta.