

## **Perbandingan Pengukuran Luas Area Antara Theodolit Dan *Global Positioning System* (GPS)**

**Awliya Tribhuwana**

Fakultas Teknik, Universitas Swadaya Gunung Jati Cirebon

email korespondensi : tribhuwana69@gmail.com

### **ABSTRAK**

*Pengukuran luas area merupakan jumlah luasan bidang horisontal yang dikelilingi oleh garis-garis batas, garis batas merupakan bidang poligon yang dilakukannya dengan pengukuran dilapangan, pengukuran luas area merupakan salah satu informasi hasil pengukuran lapangan yang dibutuhkan dalam perencanaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengukuran luas dengan menggunakan theodolit dan GPS, serta untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran poligon. Penelitian dilaksanakan di Majasem Kota Cirebon pada Bulan Maret 2018. Alat yang digunakan dalam pengukuran luas area adalah Theodolite dan GPS. Hasil pengukuran lapangan dianalisis data pengukuran theodolit dan GPS sehingga mendapatkan hasil koordinat theodolit dan koordinat GPS. Untuk menentukan besaran luasan area dalam penelitian ini digunakan metode koordinat. Penelitian ini membandingkan hasil pengukuran theodolit dan GPS yang dilakukan di Perumahan Majasem Cirebon, dari hasil pengolahan data dihasilkan perbandingan luas pengukuran theodolit 2129,65 m<sup>2</sup> dan GPS 2132,500 m<sup>2</sup>. Selisih luas antara pengukuran theodolit dan GPS adalah 2,848 m<sup>2</sup>. Faktor penentu terjadinya selisih disebabkan oleh setting theodolit sangat berpengaruh pada pengolahan data, pada saat membidik maupun pada saat pengukuran jarak langsung, keadaan cuaca agar memberikan efek pencahayaan pada theodolit.*

**Kata Kunci** : Area, Azimuth, Koordinat, Theodolit, GPS.

### **PENDAHULUAN**

Pengukuran luas merupakan pengukuran yang sering dilakukan didalam pekerjaan sebelum perencanaan desain dilakukan, karena perhitungan dan informasi luas merupakan salah satu informasi yang dibutuhkan untuk mendesain perencanaan dari hasil pengukuran dilapangan. Pengukuran luas ini dipergunakan untuk berbagai kepentingan, baik dalam bidang konstruksi maupun dalam bidang hukum pertanahan, perubahan status hukum tanah, pajak bumi dan lain sebagainya.

Pengukuran wilayah yang tidak luas, bisa dilakukan menggunakan patok dan meteran. Sedangkan pengukuran wilayah dalam skala luas dibutuhkan peralatan yang dapat menjangkau jarak tersebut. Alat yang umumnya dipakai adalah theodolite, total station, dan GPS.

Theodolite merupakan alat pengukuran luas untuk menentukan sudut yang dibentuk antara dua titik pada saat pengukuran (Suhendra, 2011). Titik koordinat dalam suatu wilayah dapat diperoleh dengan bantuan theodolite. Penggunaan theodolite memungkinkan untuk berpindah tepat guna mendapatkan data yang akurat (Rianandra, Arsali, & Bama, 2015).

Seiring dengan perkembangan teknologi untuk mendapatkan titik koordinat posisi yang tepat, murah dengan tingkat akurasi yang cukup dalam pemetaan wilayah dapat digunakan GPS. GPS (*Global Positioning System*) merupakan alat atau sistem yang dapat memberikan informasi posisi pengguna secara global di permukaan bumi yang

berbasis data satelit (Santoso & Rais, 2015).

Selain penggunaan alat yang tepat, pemilihan metode pengukuran juga berpengaruh terhadap ketepatan hasil pengukuran. Dalam ilmu ukur wilayah salah satu metode yang dapat digunakan adalah melalui metode pengukuran poligon.

Titik di permukaan bumi yang disebut dengan titik koordinat dihubungkan dalam serangkaian garis lurus. Melalui pengukuran poligon koordinat dari sudut yang diukur dan posisi horizontal banyak titik dapat ditentukan. Sudut azimuth, titik tinggi ikat, dll merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pengukuran poligon. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kesalahan pada saat pengolahan data sehingga didapat luas wilayah pengukuran yang tepat.

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengukuran luas dengan menggunakan theodolit dan GPS, serta untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pengukuran poligon. Analisis tersebut diharapkan dapat menjadi pertimbangan pengambilan keputusan dalam perencanaan sebelum dilakukan pembangunan suatu konstruksi.

## METODOLOGI

Penelitian dilaksanakan di komplek PU Cimanuk, Majasem Kota Cirebon, pada bulan Maret 2018. Alat yang digunakan adalah theodolit dan *Global Positioning System* (GPS). Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode poligon tertutup.

Poligon adalah segi banyak yang sering digunakan dalam pengadaan

kerangka dasar pemetaan karena sifatnya yang fleksibel dan kesederhanaan hitungannya. Fleksibel dalam arti bahwa pengukuran poligon dapat mengikuti berbagai bentuk medan pengukuran, mulai dari yang paling sederhana; misalnya berupa segitiga; sampai bentuk kompleks, misalnya segi  $n$  dengan variasi *loop* ( $n$  adalah jumlah sisi poligon yang tak terbatas).

Wongsoetjtro (2008) menggunakan istilah poligon pada pembahasannya tentang penentuan koordinat titik-titik suatu tempat dengan cara membuat segi banyak yang panjang dan terhubung satu sama lain.

(Frick, 1979) menggunakan istilah poligon dan membaginya secara lebih rinci menjadi berbagai jenis: terikat, lepas, poligon utama, dan poligon cabang. Brinker, Wolf, Elfick, & Fryer, (1984) mendefinisikan poligon secara lebih tegas sebagai serangkaian garis berurutan yang panjang dan arahnya telah ditentukan dari pengukuran. Menurutnya, pengukuran poligon merupakan pekerjaan menetapkan stasiun-stasiun poligon, dan membuat pengukuran-pengukuran yang perlu, dan merupakan cara yang paling dasar dan paling banyak dilakukan untuk menentukan letak nisbi titik-titik.

### Prinsip Perhitungan Poligon

1. Perhitungan besar koreksi sudut

$$f_{\beta} = (\alpha_{\text{akhir}} - \alpha_{\text{awal}}) \pm (\Sigma\beta) \pm n \cdot 180^{\circ}$$

Keterangan :

$f_{\beta}$  = koreksi sudut dalam

$\alpha$  = azimuth

$\Sigma\beta$  = jumlah sudut dalam

$n$  = banyak pengukuran sudut

2. Perhitungan sudut dalam terkoreksi

$$\beta_i = \beta + \frac{1}{n} \cdot f_\beta$$

$$\beta_{i+1} = \beta_{i+1} + \frac{1}{n} \cdot f_\beta$$

3. Perhitungan azimuth terkoreksi

$$\alpha_i = \alpha_{awal} \pm \beta_i \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{i+1} = \alpha_i \pm \beta_{i+1} \pm 180^\circ$$

Dalam perhitungan azimuth tiap titik sebaiknya selalu memperhatikan sketsa dari poligon tersebut, untuk mempermudah penentuan apakah formula tersebut diatas menggunakan tanda + (ditambah) atau - (dikurangi).

4. Perhitungan koreksi koordinat X dan Y

$$f_x = (X_{akhir} - X_{awal}) - \sum(d_i \cdot \sin \alpha_i)$$

$$f_y = (Y_{akhir} - Y_{awal}) - \sum(d_i \cdot \cos \alpha_i)$$

5. Perhitungan selisih absis dan koordinat yang sudah dikoreksi

$$\Delta X_i = \left[ \frac{d_i}{\sum d} \cdot f_x \right] + d_i \sin \alpha_i$$

6. Perhitungan koordinat X terkoreksi dan Y terkoreksi

Metode koordinat adalah metode yang digunakan untuk mencari atau menghitung luas tanah berdasarkan koordinat titik-titik batas ukur tanahnya. Jika koordinat belum diketahui nilai koordinatnya, maka nilai koordinat titik-titiknya harus dihitung terlebih dahulu. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\Delta Y_i = \left[ \frac{d_i}{\sum d} \cdot f_y \right] + d_i \cdot \cos \alpha_i$$

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_i$$

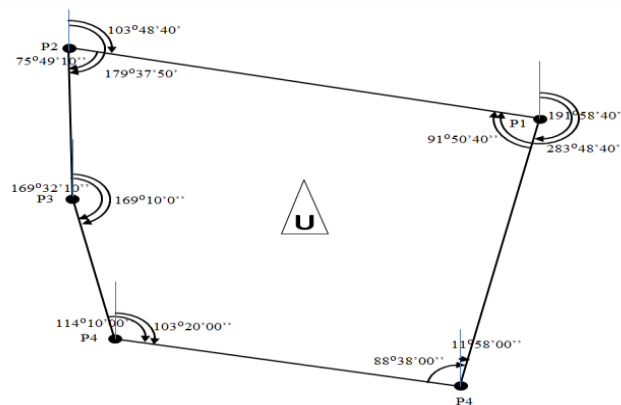
$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_i$$

7. Perhitungan luas area

$$\text{Luas Area} = (X_n Y_{n+1}) - (Y_n X_{n+1}) \dots (12)$$

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Sudut Azimuth dari pengukuran dilapangan didapatkan  $\alpha_{P1\_P2} = 283^\circ 48' 40''$ . Dan diketahui sudut dalam pengukuran berlawanan, jadi menggunakan rumus :  $\alpha_{23} = \alpha_{12} - 180^\circ + \beta$



Gambar 1. Poligon Tertutup sudut azimuth dan sudut dalam

Metode koordinat adalah metode yang digunakan untuk mencari atau menghitung

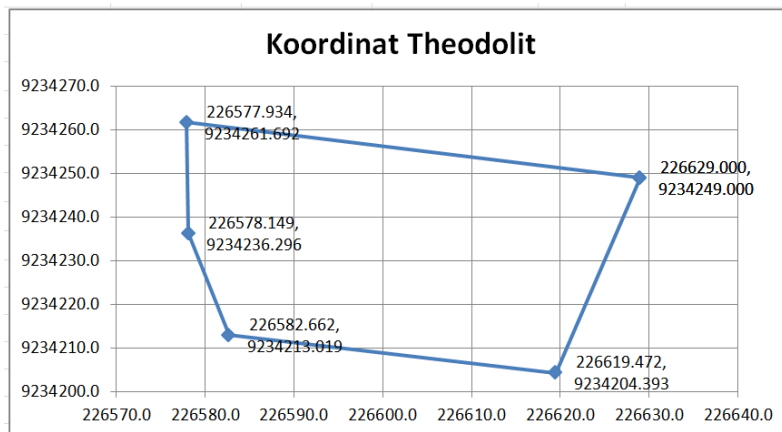
luas tanah berdasarkan koordinat titik-titik batas ukur tanahnya. Adapun perhitungan

koordinat yang didapat disajikan pada Tabel 1:

Tabel 1. Hasil Analisis Koordinat Theodolit dan Koordinat GPS

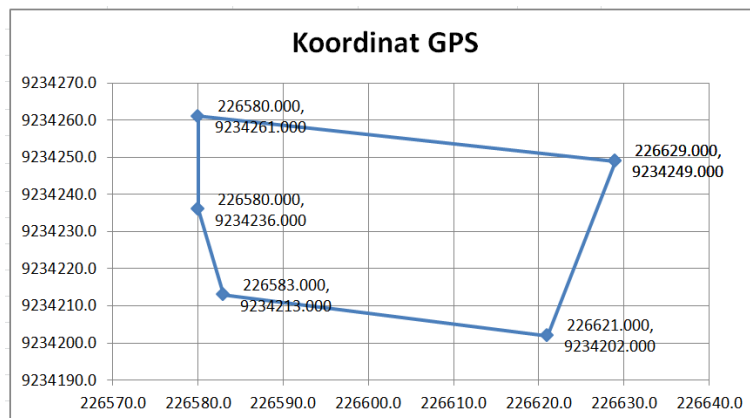
Lokasi : Perumahan Cimanuk-Majasem				
Alat : Theodolit dan GPS				
Titik	Koordinat GPS		Koordinat Perhitungan	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
P1	226629.000	9234249.000	226629.000	9234249.000
P2	226580.000	9234261.000	226577.934	9234261.692
P3	226580.000	9234236.000	226578.149	9234236.296
P4	226583.000	9234213.000	226582.662	9234213.019
P5	226621.000	9234202.000	226619.472	9234204.393

Sumber : Hasil Penelitian



Sumber : Hasil Penelitian

Gambar 2. Poligon Tertutup dengan Koordinat Theodolit



Sumber : Hasil Penelitian

Gambar 3. Poligon Tertutup dengan koordinat GPS

Setelah dilakukan penelitian menggunakan persamaan maka diperoleh perbandingan luas dengan menggunakan theodolit dan GPS. Sehingga hasil hitungan luas area dengan cara koordinat menggunakan theodolit adalah 2129,652 m<sup>2</sup>, dan koordinat GPS 2132,500 m<sup>2</sup>

Tabel 2. Hasil Analisis Luas Area Theodolit

Lokasi : Perumahan Cimanuk-Majasem			
Alat : Theodolit			
Titik	Koordinat Perhitungan		(XnYn+1)(YnXn+1)
	X (m)	Y (m)	
P1	226629.000	9234249.000	474430687.852
P2	226577.934	9234261.692	-7737692.628
P3	226578.149	9234236.296	-46948167.979
P4	226582.662	9234213.019	-341865883.272
P5	226619.472	9234204.393	-77874684.669
LUAS			2129.652

Sumber : Hasil Penelitian

Tabel 3. Hasil Analisis Luas Area GPS

Lokasi : Perumahan Cimanuk-Majasem			
Alat : GPS			
Titik	Koordinat GPS		(XnYn+1)(YnXn+1)
	X (m)	Y (m)	
P1	226629.000	9234249.000	455197749.000
P2	226580.000	9234261.000	-5664500.000
P3	226580.000	9234236.000	-32914048.000
P4	226583.000	9234213.000	-353392507.000
P5	226621.000	9234202.000	-63222429.000
LUAS			2132.500

Sumber : Hasil Penelitian

Hasil Perbandingan Perhitungan Luas Area Theodolit dan GPS

Hasil perbandingan penghitungan luas area menggunakan theodolite dan GPS disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Perbandingan Luas Area Theodolit dan GPS

Titik	GPS	Theodolit
P1	455197749.00	474430687.85
P2	-5664500.00	-7737692.63
P3	-32914048.00	-46948167.98
P4	-353392507.00	-341865883.27
P5	-63222429.00	-77874684.67
LUAS	2132.50	2129.65

Sumber : Hasil Penelitian

Pembahasan

Untuk hasil perhitungan dan penentuan sudut azimuth dan sudut dalam, pada gambar poligon tertutup sudut azimuth dan sudut dalam, harus dilakukan koreksi untuk syarat sudut dalam yaitu sesuai dengan :

$$\begin{aligned}
 f\beta &= \sum\beta - (n - 2) \times 180^\circ \\
 &= 539^\circ 56'40'' - (5-2) \times 180^\circ \\
 &= 539^\circ 56'40'' - 540^\circ \\
 &= 0^\circ 3'20''
 \end{aligned}$$

$$k\beta = -\frac{f\beta}{n} = -\frac{0^\circ 3'20''}{5} = 0^\circ 0'40''$$

Sudut dalam terkoreksi

Dari data yang telah dihitung bahwa selisih sudut horizontal luar biasa dengan biasa lebih besar dari 1 derajat, maka sudut horizontal rata-rata tidak digunakan. Koreksi sudut horizontal untuk sudut horizontal biasa lebih besar dari sudut horizontal luar biasa, maka sudut horizontal yang digunakan adalah sudut horizontal biasa.

*Sudut horizontal terkoreksi*

Tabel 5. Hasil Analisis Sudut Dalam

Titik	Sudut Dalam
P1	91° 50' 40"
P2	75° 49' 10"
P3	169° 32' 10"
P4	114° 10' 00"
P5	88° 38' 00"

Sumber : Hasil Penelitian

*Sudut Azimuth terkoreksi*

Tabel 6. Hasil Analisis Sudut Azimuth

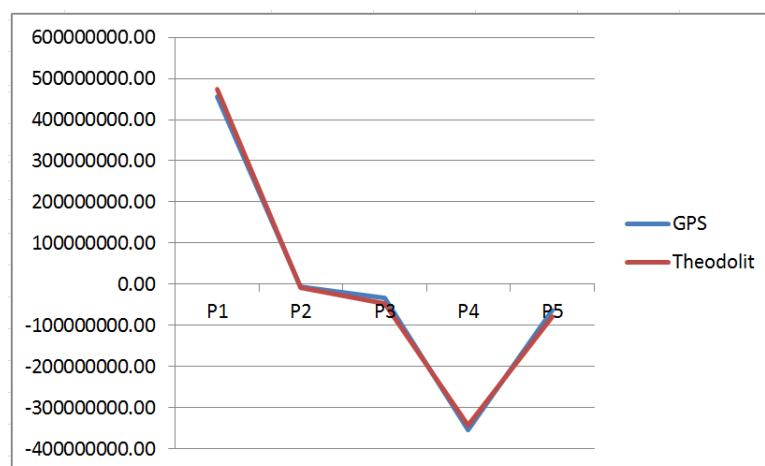
Titik	Azimuth
P1 - P2	283° 48' 40"
P2 - P3	179° 37' 50"
P3 - P4	169° 10' 00"
P4 - P5	103° 20' 00"
P5 - P1	11° 58' 00"
P1 - P2	283° 48' 40"

Sumber : Hasil Penelitian

Koreksi pengikatan sudut azimuth poligon tertutup pada P1, setelah melakukan perhitungan dari P1 sampai dengan P5, maka sudut azimuth harus kembali pada besaran sudut azimuth awal yaitu : 283° 48' 40", Koreksi dapat dilakukan dengan persamaan di bawah ini :

$$\begin{aligned} \alpha_{P1\_P2} &= \alpha_{P5\_P1} - 180^\circ + \beta_{P1} \\ &= 11^\circ 58' 00'' - 180^\circ + 91^\circ 50' 40'' \\ &= 283^\circ 48' 40'' \end{aligned}$$

Setelah dilakukan penelitian menggunakan persamaan maka diperoleh perbandingan luas dengan menggunakan theodolit dan GPS. Sehingga hasil hitungan luas area dengan cara koordinat menggunakan theodolit adalah 2129,652 m<sup>2</sup>, dan koordinat GPS 2132,500 m<sup>2</sup>



Sumber : Hasil Penelitian

Gambar 4. Perbandingan Luas Area Theodolit dan GPS

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 terlihat perbedaan sangat kecil yaitu sebesar 2,85m<sup>2</sup>. Perbedaan ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

- a. Pada waktu pengukuran teodolit sentring alat, cek rambu ukur, pembacaan skala derajat dan cuaca.

- b. Sebelum melakukan pengukuran cek kembali peralatan yang akan digunakan..
- c. Lakukan pengukuran dengan teliti baik pada saat membidik maupun pada saat pengukuran jarak langsung.
- d. Pada setting theodolit sangat berpengaruh pada pengolahan data, lakukan setting dengan tepat.
- e. Pembacaan skala apada alat harus berulang kali.
- f. Tegak lurusnya rambu ukur.
- g. Pengalaman dalam pembacaan skala dan pemahaman tentang prosedur pelaksanaan pengukuran dilapangan

### KESIMPULAN

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran area dengan menggunakan koordinat dan GPS. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa metode penghitungan luas dengan cara koordinat memiliki luas yang lebih kecil (2129,652 m<sup>2</sup>) dibandingkan dengan menggunakan GPS (2132,500 m<sup>2</sup>).

### DAFTAR PUSTAKA

- Brinker, R. C., Wolf, P. R., Elfick, M., & Fryer, J. G. (1984). *Elementary surveying*. Harper & Row New York.
- Frick, H. (1979). *Ilmu dan alat ukur Tanah*. Kanisius.
- Rianandra, R., Arsali, A., & Bama, A. A. (2015). Studi Perbandingan Penentuan Posisi Geografis Berdasarkan Pengukuran dengan GPS (Global Positioning System), Peta Google Earth, dan Navigasi. Net. *Jurnal Penelitian Sains*, 17(2).
- Santoso, K. I., & Rais, M. N. (2015). Implementasi Sistem Informasi Geografis Daerah Pariwisata Kabupaten Temanggung Berbasis Android dengan Global Positioning System (GPS). *Scientific Journal of Informatics*, 2(1), 29–40.
- Suhendra, A. (2011). Studi Perbandingan Hasil Pengukuran Alat Teodolit Digital dan Manual: Studi Kasus Pemetaan Situasi Kampus Kijang. *ComTech: Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 2(2), 1013–1022.