

PERBANDINGAN ALAT UKUR THEODOLIT DAN *STATIC TRACKING* ALAT GPS *HANDHELD* PADA PENGUKURAN LUAS POLIGON

Jhon Asik^{1,*}, Jabair², Herman Arruan³, Nurul Hidayatillah^{4,**}, Nurul Fauzia⁵
^{1,2,3,4,5} Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

This study aims to obtain the area of the polygon obtained from the results of measurements using a theodolite and the results of measurements using a handheld GPS device. From the results of both can be obtained between the area of the polygon measurement using a theodolite and a handheld GPS device. The average difference between the total points in the X direction is 0.964 meters, while the difference in the Y direction is 2.933 meters. From the coordinate data, polygon plotting is then carried out, then the polygon area is calculated with the help of CAD software. The area of the polygon measured using a theodolite is 949.123 m³, while the area of the polygon measured using a GPS handheld is 886,000 m³. There is a difference of 63.123 m³, with measurements using a theodolite resulting in a larger area of 6.65% compared to measurements using handheld GPS.

Keywords: Polygon, Theodolite, GPS

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan luas poligon yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan theodolit dan dari hasil pengukuran menggunakan alat GPS *handheld*. Dari hasil keduanya dapat diperoleh selisih antara luas poligon hasil pengukuran menggunakan theodolit dan alat GPS *handheld*. Rata-rata selisih keseluruhan titik pada arah X sebesar ± 0.964 meter, sedangkan selisih pada arah Y sebesar ± 2.933 meter. Dari data koordinat selanjutnya dilakukan *plotting* poligon, selanjutnya dihitung luasan poligon dengan bantuan perangkat lunak CAD. Luas poligon hasil pengukuran menggunakan theodolit diperoleh sebesar 949.123 m³, sedangkan luas poligon hasil pengukuran menggunakan GPS *handheld* diperoleh sebesar 886.000 m³. Terdapat selisih sebesar 63.123 m³, dengan pengukuran menggunakan theodolit menghasilkan luasan yang lebih besar 6.65% dibandingkan pengukuran menggunakan GPS *handheld*.

Kata Kunci: Poligon, Theodolit, GPS

1. PENDAHULUAN

Pengukuran luasan suatu area sangat diperlukan untuk banyak kepentingan. Pada bidang pembangunan infrastruktur seperti pembangunan atau pengembangan kawasan perumahan, industri, dan pusat bisnis, maka data luasan diperlukan untuk inventarisasi kepemilikan aset dan batas-batas kawasan. Demikian pula pada bidang pertanian seperti luasan wilayah persawahan, perkebunan kelapa sawit dan lain sebagainya.

Pengukuran luasan biasanya menggunakan alat ukur tanah seperti waterpass, theodolit dan total station. Penggunaan waterpass terbatas pada bentang alam yang relatif datar dan sudut yang dibentuk terbatas pada derajat saja. Penggunaan theodolit dan total station dapat lebih menjangkau bentang alam yang curam dan sudut yang dibentuk bisa diukur sampai dengan satuan detik.

Penggunaan total station sangat efektif karena dapat menyimpan data ukur langsung didalam unit, demikian juga pemrosesan data dapat langsung dilakukan pada unit total station. Kekurangannya jika lokasi pengukuran tidak ada sumber listrik, maka menjadi kurang efektif mengingat umumnya sumber daya alat total station memakai baterai isi ulang.

Penggunaan theodolit saat ini sudah lebih berkembang dengan adanya teknologi theodolit digital. Pembacaan sudut sudah langsung muncul pada layar tampilan pada unit. Daya unit bersumber dari baterai ukuran AA, baik yang sekali pakai maupun isi ulang. Pemrosesan data sampai menghasilkan koordinat titik pengukuran dilakukan menggunakan rumus kerangka dasar horizontal dengan perataan jarak dan perataan sudut. Ketelitian yang dihasilkan tergantung surveyor yang mengukur (keterampilan), kondisi alat (terkalibrasi) dan kondisi alam (seperti cuaca).

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 theodolit, total station, dan GPS [1]. Menghitung luas tanah dapat dilakukan dengan

* Korespondensi penulis: Jhon Asik, email jhonasiks@poliupg.ac.id

** Mahasiswa tingkat Diploma (D3)

beberapa metode, salah satunya menggunakan metode titik koordinat. Titik koordinat digunakan sebagai patokan untuk menentukan luas tanah. Kelebihan dari perhitungan menggunakan titik koordinat adalah kecepatan proses perhitungan dan biaya yang dikeluarkan tidak begitu besar [2].

Teknologi satelit navigasi seperti GPS (*Global Positioning System*) juga saat ini semakin berkembang. Dengan alat GPS maka koordinat suatu titik pengukuran dapat langsung diketahui. Tetapi karena alat ini mengandalkan jumlah satelit yang diterima, maka ketelitian penentuan koordinat titik harus memperhatikan kondisi di sekitar seperti tutupan lahan. Metode yang dapat dilakukan untuk meminimalisir kesalahan tersebut adalah dengan mengambil koordinat berdasarkan perekaman koordinat dalam interval dan jangka waktu tertentu, atau biasa disebut *static tracking*. Dengan banyaknya data perekaman untuk satu titik, maka dapat ditentukan satu koordinat dengan menganalisis secara statistik.

Metode penentuan posisi adalah cara untuk mendapatkan informasi koordinat suatu objek (contoh koordinat titik batas, koordinat batas persil tanah dan lain-lain) di lapangan. Metoda penentuan posisi dapat dibedakan dalam dua bagian, yaitu metoda penentuan posisi terestris dan metoda penentuan posisi extra-terestris (satelit). Pada metoda terestris penentuan posisi titik dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap target atau objek yang terletak di permukaan bumi [3].

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan luas poligon yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan theodolit dan dari hasil pengukuran menggunakan alat GPS *handheld*. Dari hasil keduanya dapat diperoleh selisih antara luas poligon hasil pengukuran menggunakan digital theodolit dan alat GPS *handheld*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan persiapan alat ukur theodolit (kelengkapan peralatan dan kelayakan/terkalibrasi), GPS *handheld*, dan rencana penempatan titik-titik ukur yang membentuk poligon. Kemudian dilanjutkan dengan pengambilan data primer berupa pengukuran posisi titik-titik poligon menggunakan alat theodolit (pembacaan benang atas, benang tengah, benang bawah, sudut azimuth, sudut horizontal, tinggi alat), metode pengukuran yang digunakan adalah pengukuran poligon tertutup. Pada saat yang sama dilakukan penentuan posisi titik-titik poligon menggunakan alat GPS *handheld* menggunakan metode *static tracking*. Tipe theodolit yang digunakan adalah Sokkia DT-6, tipe GPS yang digunakan adalah Garmin Montana 680.



Gambar 1. Alat digital theodolit Sokkia DT-6 dan GPS Garmin Montana 680

Analisis data meliputi analisis data ukur dari alat digital theodolit yaitu: (1) Perhitungan jarak optis, (2) Perhitungan koreksi sudut horizontal, (4) Perhitungan sudut azimuth, (5) Perhitungan koreksi jarak, (6) Perhitungan koordinat titik-titik poligon, (7) Plotting gambar poligon, dan (8) Perhitungan luasan poligon. Perhitungan poligon menggunakan syarat kesalahan penutup sudut dan syarat kesalahan penutup jarak sebagaimana ditunjukkan pada persamaan (1) dan (2) berikut

$$f_{sudut} = 10\sqrt{n} \dots \dots \dots (1)$$

$$f_{jarak} = \frac{1}{4000} \sum Dx \dots \dots \dots (2)$$

dimana n : jumlah titik pengukuran, f_{sudut} : kesalahan penutup sudut (detik), $\sum Dx$: jumlah jarak optis (meter), f_{jarak} : kesalahan penutup jarak (meter).

Penelitian dilakukan di Lapangan Merdeka Kampus I PNUP yang merupakan lokasi yang biasa digunakan sebagai tempat praktikum ilmu ukur tanah dan survey pemetaan di Jurusan Teknik Sipil PNUP. Pengukuran poligon terdiri dari 6 buah titik berupa paving blok yang diberi penanda sebagai posisi *centring* titik pengukuran. Aktifitas pengukuran poligon menggunakan alat digital theodolit disajikan pada Gambar 2.

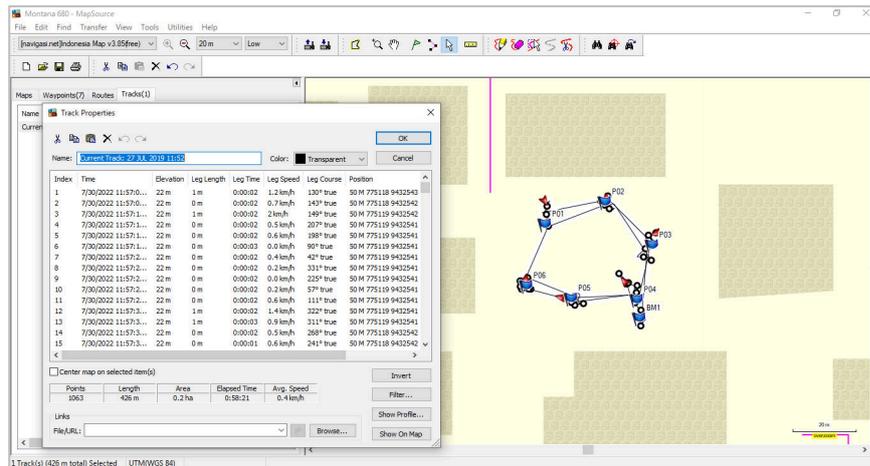


Gambar 2. Pelaksanaan pengukuran poligon menggunakan alat theodolit

Pada Gambar 3 disajikan pelaksanaan aktifitas pengukuran poligon menggunakan alat GPS *handheld* dilaksanakan pada titik poligon yang sudah diukur menggunakan alat ukur theodolit. Pengukuran *static tracking* dilakukan dengan cara perekaman posisi tiap titik poligon menggunakan metode perekaman berbasis waktu dengan interval waktu rekam 2 detik selama 4 menit waktu perekaman untuk tiap titiknya. Pelaksanaan pengukuran baik theodolit maupun GPS dilakukan pada waktu yang bersamaan. Selanjutnya data hasil perekaman diunduh menggunakan perangkat lunak *mapsource* (Gambar 4), kemudian diolah untuk menentukan titik koordinat yang mewakili tiap titik pengukuran. Analisis data koordinat titik-titik poligon diperoleh dari data *logging* GPS (pengecekan hasil perekaman/*tracking*, koordinat) dengan mengambil nilai terbanyak dari hasil perekaman GPS. *Plotting* gambar juga dilakukan untuk mendapatkan luasan poligon dengan bantuan perangkat lunak CAD. Selanjutnya dilakukan perbandingan perhitungan luas poligon berdasarkan data koordinat dari hasil perhitungan theodolit dan GPS.



Gambar 3. Pelaksanaan *static tracking* titik poligon menggunakan alat GPS *handheld*



Gambar 4. Tampilan titik-titik poligon yang di-static tracking pada aplikasi Garmin mapsource

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1 terlihat hasil pengukuran posisi berupa koordinat X dan Y dari hasil pengukuran poligon menggunakan alat ukur digital theodolit dan GPS handheld. Pengukuran digital theodolit diawali dengan pengukuran terhadap patok referensi (benchmark) yang berada pada posisi X=775147.149 m dan posisi Y=9432512.511 m. Posisi titik P.1 ditentukan berdasarkan perekaman statis GPS, sehingga posisi P.1 pada kedua jenis pengukuran memiliki nilai X,Y yang sama.

Azimut adalah arah titik yang satu dengan titik berikutnya, membentuk sudut horisontal terhadap arah utara, dihitung dari 0° searah jarum jam [4]. Sudut azimuth pada titik P.1 sebesar 320°21'20.97". Azimuth titik poligon berikutnya dihitung berdasarkan azimuth tersebut.

Tabel 1. Hasil pengukuran posisi (X,Y) tiap titik poligon

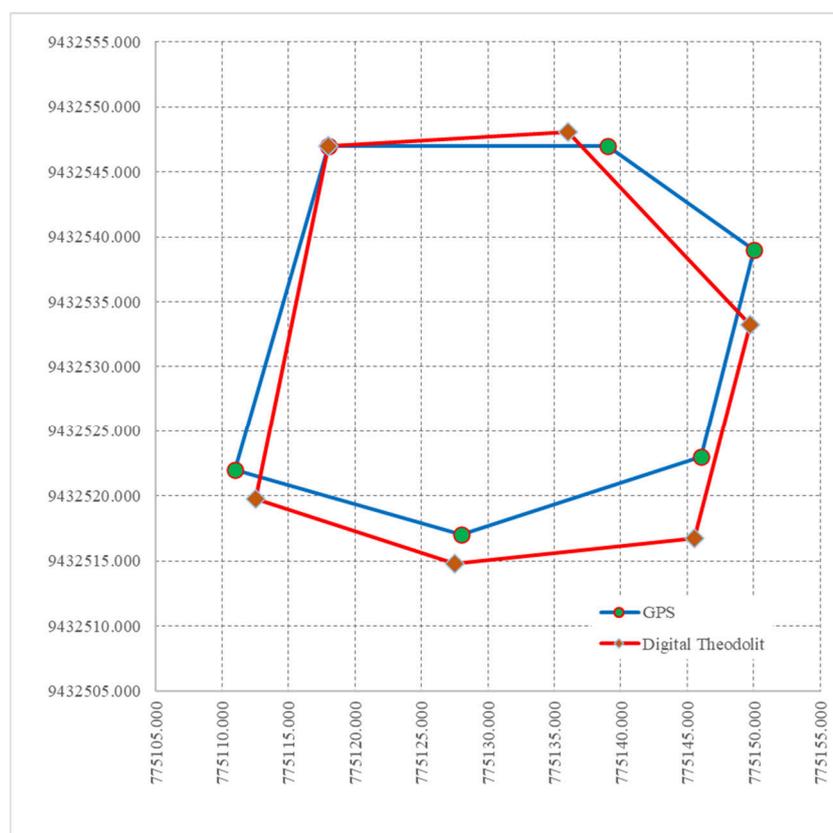
Titik	Digital Theodolit		GPS Handheld	
	X (meter)	Y (meter)	X (meter)	Y (meter)
P.1	775118.000	9432547.000	775118.000	9432547.000
P.2	775135.990	9432548.100	775139.000	9432547.000
P.3	775149.724	9432533.221	775150.000	9432539.000
P.4	775145.550	9432516.730	775146.000	9432523.000
P.5	775127.494	9432514.772	775128.000	9432517.000
P.6	775112.550	9432519.780	775111.000	9432522.000

Tabel 2. Selisih nilai X dan Y hasil pengukuran

Titik	Selisih X	Selisih Y
P.1	0.000	0.000
P.2	-3.007	1.098
P.3	-0.276	-5.779
P.4	-0.446	-6.274
P.5	-0.506	-2.228
P.6	1.547	-2.221

Pada Tabel 2 disajikan selisih nilai X dan Y dari kedua metode. Terlihat bahwa hanya titik P.1 saja yang memiliki selisih nol, karena titik P.1 merupakan titik awal dari kedua metode pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini. Rata-rata selisih keseluruhan titik pada arah X sebesar ± 0.964 meter, sedangkan selisih pada Y sebesar ± 2.933 meter.

Pada Gambar 5 disajikan Plotting poligon hasil pengukuran digital theodolit dan GPS handheld. Dari poligon tersebut selanjutnya dihitung luasan poligon dengan bantuan perangkat lunak CAD. Luas poligon hasil pengukuran menggunakan digital theodolit sebesar 949.123 m³, sedangkan luas poligon hasil pengukuran menggunakan GPS handheld sebesar 886.000 m³. Terdapat selisih sebesar 63.123 m³, dengan pengukuran menggunakan digital theodolit menghasilkan luasan yang lebih besar 6.65% dibandingkan pengukuran menggunakan GPS handheld.



Gambar 5. Plotting poligon hasil pengukuran digital theodolit dan GPS *handheld*

4. KESIMPULAN

Pengukuran theodolit diawali dengan pengukuran terhadap patok referensi (*benchmark*) yang berada pada posisi $X=775147.149$ m dan posisi $Y=9432512.511$ m. Posisi titik P.1 ditentukan berdasarkan perekaman statis GPS, sehingga posisi P.1 pada kedua jenis pengukuran memiliki nilai X,Y yang sama. Sudut azimuth pada titik P.1 sebesar $320^{\circ}21'20.97''$. Azimuth titik poligon berikutnya dihitung berdasarkan azimuth tersebut. Dari hasil perhitungan koordinat, hanya titik P.1 saja yang memiliki selisih nol, karena titik P.1 merupakan titik awal dari kedua metode pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini. Rata-rata selisih keseluruhan titik pada arah X sebesar ± 0.964 meter, sedangkan selisih pada arah Y sebesar ± 2.933 meter. Dari data koordinat selanjutnya dilakukan *plotting* poligon, selanjutnya dihitung luasan poligon dengan bantuan perangkat lunak CAD. Luas poligon hasil pengukuran menggunakan theodolit sebesar 949.123 m³, sedangkan luas poligon hasil pengukuran menggunakan GPS *handheld* sebesar 886.000 m³. Terdapat selisih sebesar 63.123 m³, dengan pengukuran menggunakan theodolit menghasilkan luasan yang lebih besar 6.65% dibandingkan pengukuran menggunakan GPS *handheld*.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada UP3M Politeknik Negeri Ujung Pandang, dan semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Tribhuwana, "Perbandingan Pengukuran Luas Area Antara Theodolit dan Global Positioning System (GPS)," *LOGIKA*, vol. 12, no. 3, pp. 58–64, 2018.
- [2] E. Firmansyah, "Pemanfaatan Global Positioning System (GPS) untuk Menghitung Luas Tanah," *J. Ilmu-ilmu Manaj. dan Inform.*, 2016.
- [3] A. Stefano, "Pemanfaatan Global Positioning System (GPS) untuk Menghitung Panjang dan Luas Lahan," *Bul. LOUPE*, vol. 17, no. 01, pp. 67–79, 2021.
- [4] S. AS, Sudarmadi, P. Widito, and S. Sudarto, "Penentuan Azimut Matahari dalam Pemetaan Topografi di Rirang Kalimantan Barat," in *Prosiding Seminar Pranata Nuklir dan Teknisi Litkayasa*, 2000, pp. 57–71.