

Aplikasi GPS RTK untuk Pemetaan Bidang Tanah

JOKO SETIADY

Jurusan Teknik Geodesi, Institut Teknologi Nasional – Bandung
Email: Joko_setiady@yahoo.com

ABSTRAK

Penggunaan receiver GPS RTK (Real Time Kinematic) pada metode ekstraterrestrial untuk penentuan posisi titik saat ini sudah banyak diterapkan. Penelitian ini bertujuan mengkaji sampai sejauh mana ketelitian posisi titik yang diperoleh dari hasil pengukuran secara ekstraterrestrial menggunakan GPS RTK untuk pemetaan bidang-bidang tanah berikut kekurangan dan kelebihanannya. Dari hasil pengukuran didapat ketelitian rata-rata hasil pengukuran posisi titik menggunakan GPS RTK dibandingkan dengan menggunakan alat ETS (Electronic Total Station) adalah sebesar 0,214 m sehingga dapat diterapkan untuk pembuatan peta skala 1 : 500. Untuk daerah yang terbuka, pengukuran bidang tanah menggunakan GPS RTK memerlukan waktu dua kali lebih cepat dibandingkan dengan ETS. Walaupun GPS RTK mempunyai keunggulan dalam hal efisiensi proses pengukuran di lapangan sehingga dapat mempersingkat waktu pengukuran, akan tetapi memiliki kekurangan dalam hal ketelitian data terutama pada area pengukuran yang tertutup.

Kata kunci: GPS RTK, ETS, posisi titik, ekstraterrestrial.

ABSTRACT

The use of RTK GPS receiver (Real Time Kinematic) on extraterrestrial method for point positioning is widely applied. The purpose of this study is to examine the point position accuracy obtained from the measurements using GPS RTK for extraterrestrial mapping plots, including its advantages and disadvantages. Measurement accuracy of the results obtained from the average measurement point positioning using GPS RTK compared using the ETS tool is equal to 0.214 m, so that it can be applied for map making of scale 1: 500. For open areas, field measurements using GPS RTK can be performed by two times faster than using ETS. Although GPS RTK has advantages in terms of measurements process efficiency in the field so as to shorten the time of measurement, but has shortcomings in terms of accuracy of the data, especially in an enclosed area measuring.

Keywords: GPS RTK, ETS, point position, extraterrestrial.

1. PENDAHULUAN

Bidang tanah didefinisikan sebagai bagian permukaan bumi yang merupakan satuan bidang terbatas. Tidak dapat dipungkiri bahwa bidang tanah di permukaan bumi adalah bagian dari ruang yang keberadaannya sangatlah terbatas, untuk itu pemanfaatannya harus dilakukan secara terencana dan terkendali. Pemetaan bidang tanah dilakukan dengan cara melakukan pengukuran posisi titik-titik batas dari bidang tanah untuk mendapatkan kepastian letak bidang tanah tersebut di permukaan Bumi. Pemetaan suatu bidang tanah dilaksanakan dengan cara terestrial, fotogrametris, atau metode lainnya.

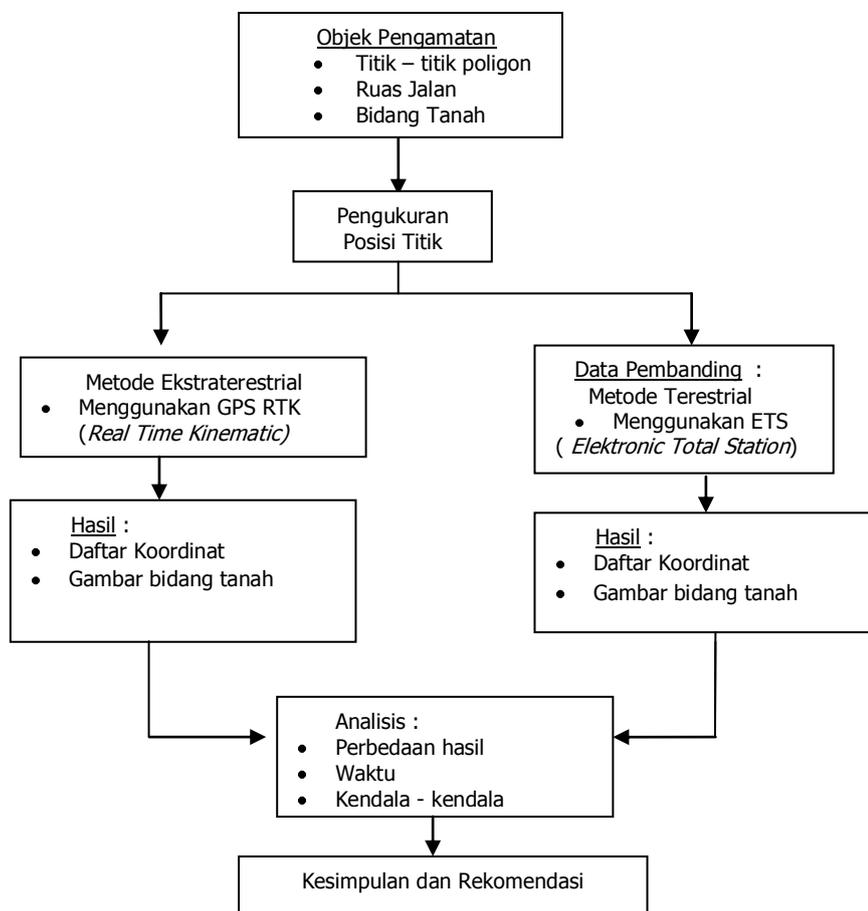
Saat ini metode penentuan posisi suatu titik di permukaan bumi mengalami kemajuan yang demikian pesat. Hal tersebut ditandai dengan ketersediaan peralatan alat ukur yang dilengkapi dengan teknologi digital terkini. Metode penentuan posisi suatu titik di permukaan bumi dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu: metode pengukuran secara terestrial dan ekstraterestrial [Abidin, 2000]. Pada pengukuran dengan cara terestrial, penggunaan alat ukur ETS (*Elektronik Total Station*) saat ini sudah umum digunakan. Sebagaimana diketahui bahwa ETS merupakan gabungan antara alat ukur jarak elektronik dan teodolit berbasis digital sehingga dari pengukuran lapangan didapat koordinat titik - titik dengan ketelitian yang tinggi. Penggunaan *receiver* GPS RTK (*Real Time Kinematic*) pada metode ekstraterestrial untuk penentuan posisi titik saat ini sudah banyak digunakan. Hal tersebut disebabkan karena penggunaan metode tersebut memungkinkan untuk mendapatkan posisi titik yang teliti dengan waktu yang singkat. Dalam penelitian ini akan dilakukan kajian penerapan metode ekstraterestrial menggunakan GPS RTK (*Real Time Kinematic*) untuk pemetaan bidang tanah.

Pengukuran posisi titik-titik dengan metode ekstraterestrial menggunakan *receiver* GPS RTK saat ini sudah banyak digunakan. Hal tersebut ditunjang oleh kemajuan teknologi sehingga hasil yang diperoleh mempunyai ketelitian yang tinggi dengan waktu yang relatif singkat. Namun perlu dilakukan kajian sampai sejauh mana ketelitian posisi titik yang diperoleh dari hasil pengukuran secara ekstraterestrial menggunakan GPS RTK untuk pemetaan bidang-bidang tanah serta kendala-kendala yang dihadapi sehingga dapat diketahui kekurangan dan kelebihan nya.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji sampai sejauh mana ketelitian posisi titik yang diperoleh dari hasil pengukuran secara ekstraterestrial menggunakan GPS RTK untuk pemetaan bidang-bidang tanah berikut kekurangan dan kelebihan nya. Analisis dari hasil penelitian ini didasarkan pada batasan-batasan sebagai berikut: objek pengamatan yang dipilih terdiri dari titik-titik (patok poligon), ruas jalan, dan objek berupa bidang tanah. Data pengukuran posisi titik-titik dilakukan terhadap objek pengamatan dengan metode ekstraterestrial menggunakan *receiver* GPS RTK (*Real Time Kinematic*). Data pembandingan yang digunakan adalah posisi titik-titik objek pengamatan yang dilakukan dengan metode terestrial menggunakan peralatan ukur ETS (*Elektronik Total Station*). Peralatan yang digunakan berupa: Perangkat lunak AutoCad Land Desktop 2009, Microsof excel 2007, dan Topcon Link V.5. Peralatan ukur terdiri dari: 1 set *receiver* GPS RTK HI Target V8 V9 dan 1 set ETS GOWIN TKS 202.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Bidang tanah merupakan suatu bidang yang dibatasi oleh garis-garis batas yang memisahkan area satu dengan yang lain. Secara ideal seharusnya pengukuran suatu bidang tanah dilakukan dengan mengukur panjang garis-garis batas ataupun dengan mengukur kordinat titik-titik batas yang membentuk bidang tanah tersebut. Dalam penelitian ini pengukuran batas-batas bidang tanah tidak semuanya diukur secara utuh, namun akan diwakili oleh pengukuran titik-titik batas bidang yang terdiri dari : titik-titik yang membentuk poligon, titik-titik batas ruas jalan, dan titik-titik batas bidang tanah. Pengukuran data lapangan dilakukan dengan mengukur posisi titik oleh GPS RTK dan ETS di setiap ruas jalan, titik–titik poligon, dan bidang tanah. Pada pengukuran GPS RTK minimal harus mempunyai minimal 2 receiver, satu receiver digunakan sebagai Base (stasiun receiver) dan receiver yang kedua digunakan untuk Rover. Base secara otomatis mengirim data koreksi melalui radio link ke receiver yang bergerak (rover). Rover yang digunakan untuk mengukur titik yang akan dilakukan penelitian seperti titik poligon, ruas jalan, dan bidang tanah.

Pengukuran posisi titik secara terestrial dilakukan menggunakan alat ETS dimaksudkan untuk mendapatkan data pembandingan koordinat yang diperoleh dari hasil pengukuran.

Tahapan pengolahan data hasil pengukuran diawali dengan proses *download* data dilakukan pada perangkat *Pocket PC* ke komputer dengan menggunakan Perangkat Lunak Microsoft Activesync. Microsoft Activesync berfungsi untuk menghubungkan *pocket pc* dengan komputer menggunakan kabel *serial port* maka selanjutnya yang harus dilakukan ialah mengaktifkan Activesync dan mengimport point koordinat dari *Pocket PC* ke komputer dengan menggunakan *store point*. Proses *download* data hasil pengukuran ETS ini menggunakan perangkat lunak Topcon Link V.5. Pada prosesnya terdiri dari dua tahap, yaitu: tahap input data/*download* data ETS dan tahap pengolahan data.

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah koordinat titik-titik dari hasil pengukuran secara ekstraterestrial menggunakan *receiver* GPS RTK dalam sistem koordinat UTM (x,y,z). Sebagai data pembandingan digunakan data koordinat hasil pengukuran secara terestris menggunakan alat ukur ETS. Jumlah titik yang diukur oleh GPS RTK sebanyak 14 titik di antaranya 3 titik BM, 10 titik poligon dan 1 BM sebagai nilai titik yang *fix (base)*. Jumlah titik yang diukur oleh GPS RTK ialah sebanyak 20 titik berupa patok jalan dan DGM 5029 (*base*) sebagai nilai titik yang *fix*. Letak patok jalan berada pada tepi jalan dipasang berhadapan dengan jarak memanjang antara patok satu dengan yang lainnya bervariasi dengan jarak terkecil sekitar 20 meter. Koordinat titik poligon hasil pengukuran GPS RTK dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Koordinat Titik Poligon Hasil Pengukuran GPS RTK

Hasil Ukuran GPS							
Alat	Tinjau	x	y	h	Solusi	Waktu	Keterangan
ITN 01		771827.360	9250852.757	668.218	RTKInt	15menit	Base
	itn02	771793.070	9250869.191	663.008	RTKInt	2 menit	rover
	p.30	771762.040	9250879.037	662.009	RTKInt	2 menit	rover
	p.20	771730.509	9250885.376	662.858	RTKInt	1 menit	rover
	p.21	771721.728	9250906.803	661.114	RTKInt	2 menit	rover
	p.22	771681.941	9250942.599	651.642	RTKInt	2 menit	rover
	p.10	771664.267	9250978.660	645.052	RTKInt	4 menit	rover
	p.11	771638.441	9251003.797	640.426	RTKInt	3 menit	rover
	p.12	771626.878	9251030.753	634.791	RTKInt	1 menit	rover
	p.13	771604.160	9251039.361	631.060	RTKInt	2 menit	rover
	p.14	771584.326	9251059.477	628.011	RTKInt	1 menit	rover
	p.40	771566.680	9251087.572	622.284	RTKInt	2 menit	rover
	itn3	771543.252	9251100.873	619.542	RTKInt	3 menit	rover
	itn4	771494.343	9251158.400	617.948	RTKInt	2menit	rover
Σ						42 menit	

Jumlah titik yang diukur oleh GPS RTK ialah sebanyak 90 titik berupa batas bangunan, batas bidang tanah, kolam, dan jalan. Tempat berdiri alat berada di DMG

5029 (*Base*) dan P 314 (*Base*). Waktu pengukuran antara GPS RTK dan ETS dilakukan pada waktu yang sama, akan tetapi proses pengambilan data antara GPS RTK mempunyai waktu yang berbeda.

Analisis ketelitian titik berdasarkan perbedaan data hasil pengukuran menggunakan GPS RTK dengan data hasil pengukuran secara terestris menggunakan ETS, lama waktu pengamatan, dan kendala-kendala yang terjadi pada saat pengukuran. Analisis data pada pengukuran poligon menggunakan GPS RTK mempunyai solusi pengukuran yang berbeda dengan tingkat akurasi/ketelitian data yang bervariasi. Solusi pengukuran yang terdapat pada GPS RTK V8.V9 ialah RTK INT, RTD, RTK *Float* dan *Single*. RTK INT (*Integer Fixed*) adalah solusi pengukuran tingkat sentimeter, solusi tersebut didapat bila antenna *receiver* dapat menerima dengan baik sinyal dari satelit serta mendapatkan koreksi data *fase* dan *pseudorange* dari stasiun *receiver (base)*, hal ini hampir sama dengan RTD (*Real Time Differensial*) yang hanya mendapatkan data *pseudorange* pada realisasinya. RTK *Float* adalah solusi pengukuran tingkat desimeter, solusi ini didapat karena adanya gangguan visibilitas dalam hal ini sinyal antara antenna *receiver* dengan satelit sehingga tingkat akurasi pengukuran tidak optimal, akan tetapi komunikasi data (frekuensi radio) diterima dengan baik. *Single* adalah solusi yang didapat bila terdapat gangguan visibilitas (sinyal) antenna *receiver* dengan satelit dan komunikasi data (frekuensi radio) mengalami gangguan atau hilang kontak sehingga tidak ada inisiasi antara *base* dan *rover*, hal ini disebabkan karena kondisi area yang sangat tertutup dan tidak terjangkauanya frekuensi radio antara *base* dan *rover*.

Solusi pengukuran menggunakan GPS RTK pada titik poligon dari total 14 data semuanya mendapatkan solusi RTK INT (orde sentimeter), pada ruas jalan dari 21 data semuanya mendapatkan solusi RTK INT dan bidang tanah dari total 90 data 20 data RTK *Float* (orde desimeter), 1 data *Single* (orde meter), 1 data RTD (orde sentimeter), dan 72 data RTK INT. Pada pengukuran poligon titik-titik poligon dan ruas jalan letaknya berada pada di tepi jalan sehingga kondisi tutupan lahan cukup terbuka sehingga didapatkan solusi *receiver* RTK INT. Berbeda dengan pengukuran bidang tanah yang kondisi tutupan lahan yang tertutup dalam hal ini terhalang oleh pepohonan sehingga solusi *receiver* yang didapat sebagian berupa RTK *Float* bahkan *Single*.

Analisis proses pengukuran yang dilakukan menggunakan GPS RTK dan menggunakan ETS mempunyai beberapa perbedaan. Pengukuran secara ekstraterestrial menggunakan GPS RTK hanya dilakukan 1 kali *setting* alat, yaitu yang diaplikasikan pada *base* selanjutnya *rover* bergerak mengikuti objek-objek yang akan diukur, dalam hal ini diletakkan pada titik batas bidang tanah. Hal ini dikarenakan pengukuran GPS RTK menggunakan perangkat pemancar dan penerima data, yaitu stasiun *receiver (base)* mengirimkan data koreksi melalui perangkat radio dengan menggunakan gelombang VHF/UHF sehingga *rover* mendapatkan koreksi ketelitian hingga akurasi sentimeter bahkan millimeter. Karenanya proses pengukuran tidak perlu saling terlihat, akan tetapi ketelitian data bergantung pada kondisi tutupan lahan dan jangkauan gelombang VHF/UHF, sedangkan pada pengukuran secara terestris menggunakan alat ETS *setting* alat atau berdiri alat dapat terjadi beberapa kali. Hal ini disebabkan pengukuran secara terestris menggunakan alat ETS yang menggunakan gelombang inframerah sehingga dalam proses pembidikan harus saling terlihat.

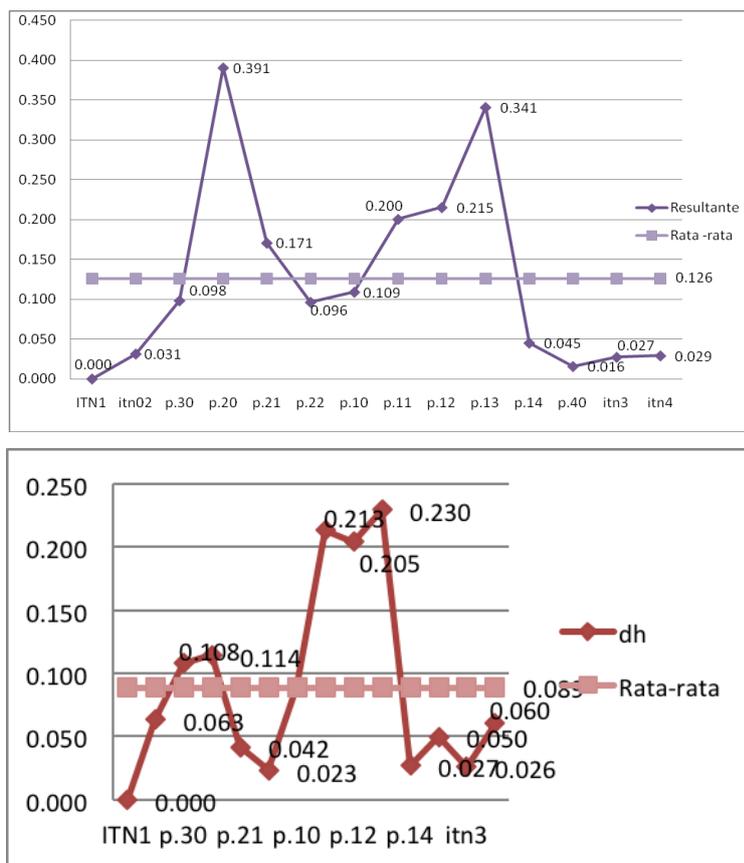
Personel pada pengukuran GPS RTK dapat dilakukan oleh minimal 1 orang, sebab *base* hanya berada pada titik referensi yang diam dan *rover* yang dapat langsung bergerak mengikuti objek-objek yang akan diukur. Adapun pada pengukuran menggunakan alat ETS hanya dapat dilakukan minimal oleh 2 orang. Hal ini dikarenakan 1 orang sebagai operator alat (juru ukur) dan 1 orang lainnya sebagai pemegang stik prisma (*reflector*). Apabila dicermati proses pengukuran menggunakan *receiver* GPS RTK mempunyai keunggulan dalam hal mobilitas di lapangan sehingga dapat mempersingkat waktu pengukuran, akan tetapi bila kondisi tutupan lahan tertutup maka ketelitian yang dihasilkan tidak optimal dibandingkan dengan pengukuran menggunakan alat ETS.

Perhitungan perbedaan/selisih hasil pengukuran koordinat titik-titik poligon terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perbedaan Koordinat Titik Poligon Hasil Pengukuran GPS RTK dan ETS

NO	Selisih Posisi		d	Resultante (m)	dh	Ketelitian Linear	Titik
	dx	dy	jarak (m)	$r = \sqrt{dx^2+dy^2}$	(m)	kl = 1 : (r/d)	
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	ITN1
2	-0.025	0.019	38.025	0.031	0.063	1/1210.954	itn02
3	0.015	-0.097	32.555	0.098	0.108	1/716.771	p.30
4	0.390	-0.025	32.161	0.391	0.114	1/261.571	p.20
5	-0.170	0.009	23.157	0.171	0.042	1/695.367	p.21
6	0.084	-0.047	53.519	0.096	0.023	1/1775.841	p.22
7	-0.087	0.066	40.159	0.109	0.089	1/1890.887	p.10
8	-0.024	-0.199	36.040	0.200	0.213	1/1206.636	p.11
9	0.103	-0.189	29.331	0.215	0.205	1/1245.546	p.12
10	-0.082	0.331	24.294	0.341	0.230	1/853.147	p.13
11	0.026	0.037	28.250	0.045	0.027	1/7073.384	p.14
12	0.014	0.007	33.177	0.016	0.050	1/22414.662	p.40
13	-0.004	0.027	26.940	0.027	0.026	1/13840.960	itn3
14	-0.028	0.009	75.508	0.029	0.060	1/15570.445	itn4
Σ	0.213	-0.052	473.116	1.770	1.250		
rata-rata	0.015	-0.004	33.794	\bar{r} 0.126	0.089		

Resultan (*resultante*) terkecil adalah 0,016 meter dan resultan terbesar adalah 0,391 meter sehingga nilai rata-rata resultan secara keseluruhan adalah 0,126 meter. Perbedaan beda tinggi terkecil sebesar 0,023 meter dan terbesar 0,230 meter dengan nilai rata-rata beda tinggi sebesar 0,089 meter. Jarak pengukuran terpendek sebesar 23,156 meter dan terjauh sebesar 75,507 meter serta total jumlah jarak pengukuran sebesar 473,115 meter.

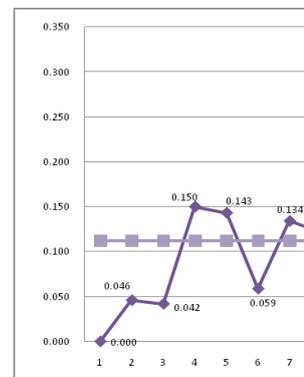


Gambar 2. Perbedaan Posisi Hasil GPS RTK dan ETS pada Poligon

Pada Gambar 2 terlihat bahwa perbedaan posisi (*resultante*) terbesar pada titik P.20 dan P.13. Secara grafik menunjukkan perbedaan posisi mengalami perubahan yang signifikan dari titik P.20 sampai P.13. Hal ini disebabkan kondisi pengukuran yang tepat berada di bawah pepohonan sehingga mempengaruhi sinyal satelit yang diterima oleh antena GPS RTK. Perhitungan perbedaan/selisih hasil pengukuran koordinat titik-titik poligon terdapat pada Tabel 3 berikut. *Resultante* terkecil adalah sebesar 0,012 meter, *resultante* terbesar sebesar 0,311 meter dan mempunyai nilai rata-rata *resultante* secara keseluruhan adalah 0,112 meter. Perbedaan beda tinggi terkecil sebesar 0,023 dan terbesar 0,230 dengan rata-rata beda tinggi sebesar 0,130.

Tabel 3. Perbedaan Koordinat Titik Ruas Jalan Pengukuran GPS RTK dan ETS

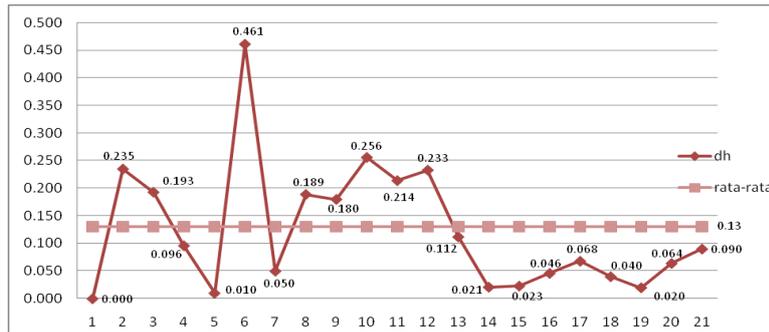
NO	Selisih Posisi		d jarak(m)	Resultante(m)		dh (m)	Ketelitian Linear kl = 1 : (r/d)
	dx	dy		$r = \sqrt{dx^2+dy^2}$			
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0
2	0.039	-0.024	46.328	0.046	0.235	0.235	1/1007.922
3	-0.020	0.037	48.623	0.042	0.193	0.193	1/1159.955
4	0.109	-0.103	29.041	0.150	0.096	0.096	1/193.181
5	-0.011	0.143	31.875	0.143	0.010	0.010	1/222.247
6	0.034	-0.048	18.158	0.059	0.461	0.461	1/308.692
7	0.009	0.134	21.156	0.134	0.050	0.050	1/157.522
8	0.010	-0.121	29.754	0.121	0.189	0.189	1/244.977
9	0.136	-0.170	27.585	0.218	0.180	0.180	1/126.705
10	0.205	0.234	55.518	0.311	0.256	0.256	1/178.458
11	0.032	-0.029	62.352	0.043	0.214	0.214	1/1441.326
12	-0.005	0.011	75.184	0.012	0.233	0.233	1/6113.353
13	0.040	0.051	72.396	0.065	0.112	0.112	1/1112.709
14	0.058	-0.106	156.469	0.121	0.021	0.021	1/1295.978
15	-0.040	-0.028	156.429	0.049	0.023	0.023	1/3193.061
16	0.012	0.068	172.316	0.069	0.046	0.046	1/2492.302
17	0.019	0.030	174.737	0.035	0.068	0.068	1/4957.712
18	0.172	-0.105	294.556	0.201	0.040	0.040	1/1463.553
19	0.132	0.198	293.389	0.238	0.020	0.020	1/1232.901
20	0.198	-0.023	314.164	0.199	0.064	0.064	1/1576.874
21	0.027	0.095	313.547	0.099	0.090	0.090	1/3174.767
Σ	0.570	0.073		2.357	2.601		
rata-rata	0.041	0.005		0.112	0.130		



Gambar 3 Perbedaan Posisi Hasil GPS RTK dan ETS pada Ruas Jalan

Pada Gambar 3 terlihat bahwa perbedaan posisi (resultan) terbesar pada Patok Jalan 10 dan 19. Secara grafik menunjukkan perbedaan posisi mengalami perubahan yang signifikan dari pada Patok Jalan 7 sampai 10 dan Patok Jalan 18 sampai 21. Hal ini disebabkan kondisi pengukuran yang tepat berada di bawah pepohonan sehingga mempengaruhi sinyal satelit yang diterima oleh antena GPS RTK. Akan tetapi, pada beda tinggi titik perbedaan yang terbesar terjadi pada Patok jalan 6 dan 10 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Tabel 5 terlihat bahwa resultan terkecil adalah 0,016 meter dan terbesar pada perbedaan hasil pengukuran bidang tanah adalah 1,607 meter sehingga nilai rata-rata resultan secara keseluruhan adalah 0,423 meter. Perbedaan beda tinggi terkecil sebesar 0,002 meter dan terbesar 2,338 meter. Pada Gambar 5 terlihat bahwa perbedaan posisi (resultan) terbesar pada Titik 53.

Aplikasi GPS RTK untuk Pemetaan Bidang Tanah

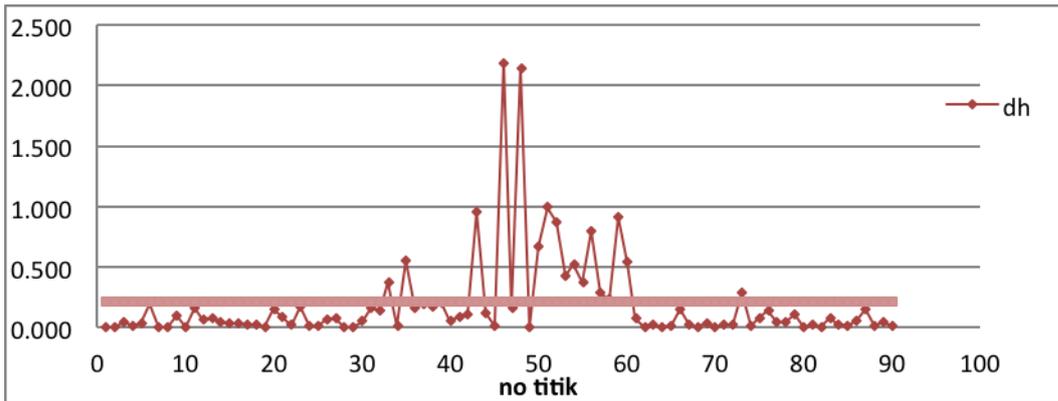


Gambar 4. Perbedaan Bada Tinggi Hasil GPS RTK dan ETS pada Ruas jalan

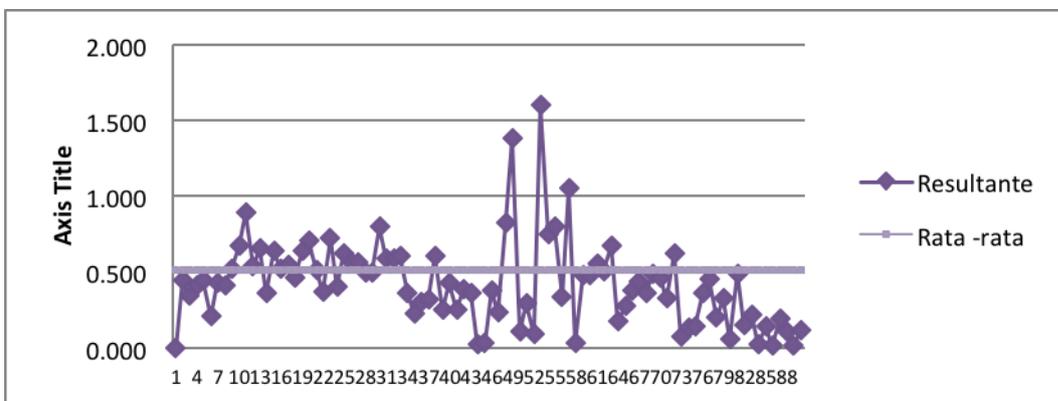
Tabel 5. Perbedaan Koordinat Titik Bidang Tanah Pengukuran GPS RTK dan ETS

NO	Selisih Posisi		d jarak(m)	Resultante (m) $\bar{r} = \sqrt{dx^2+dy^2}$	dh (m)	Ketelitian Linear kl = 1 : (\bar{r}/d)	Titik
	dx	dy					
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	P.3.14
2	0.444	-0.036	6.058	0.446	0.002	1/13.594	bts
3	0.348	0.006	2.123	0.348	0.048	1/6.106	bts1
4	0.399	0.115	8.387	0.415	0.019	1/20.201	bts2
5	0.434	-0.089	19.351	0.443	0.036	1/43.659	bts3
6	0.143	0.152	24.694	0.209	0.201	1/118.404	bts4
7	0.388	-0.177	28.508	0.427	0.005	1/66.833	bts5
8	0.404	-0.062	29.545	0.409	0.000	1/72.319	bts6
9	0.518	0.089	32.315	0.525	0.100	1/61.528	bts7
10	0.662	0.130	32.726	0.674	0.004	1/48.536	bts8
11	0.651	0.616	34.742	0.896	0.160	1/38.769	bts9
12	0.528	-0.096	37.193	0.537	0.071	1/69.253	bts10
13	0.556	0.357	37.696	0.661	0.083	1/57.05	bts11
14	0.339	-0.123	38.253	0.361	0.050	1/106.0199	bts12
15	0.632	0.126	43.392	0.645	0.041	1/67.322	bts13
16	0.522	-0.059	45.968	0.525	0.038	1/87.553	bts14
17	0.540	-0.081	48.692	0.546	0.024	1/89.204	bts15
18	0.459	0.053	54.300	0.462	0.027	1/117.469	bts16
19	0.612	-0.188	55.989	0.640	0.010	1/87.517	bts17
20	0.530	-0.467	56.607	0.707	0.158	1/80.092	bts18
Σ	-1.346	5.646		38.110	20.042		
rata -rata	-0.014	0.060		\bar{r} 0.423	0.219		

Secara grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5, perbedaan posisi mengalami perubahan yang signifikan dari Titik 40 sampai 58. Hal ini disebabkan karena kondisi pengukuran yang tepat berada di bawah pepohonan dan pojok bangunan yang tertutup sehingga mempengaruhi sinyal satelit yang diterima oleh antena GPS RTK. Berbeda dengan Titik 1 sampai 34 yang berupa batas bidang tanah yang berlokasi di persawahan yang mempunyai perbedaan yang relatif kecil. Perbedaan beda tinggi titik mengalami hal serupa dengan perbedaan posisi titik, jika dilihat pada Gambar 6 perbedaan posisi mengalami perubahan yang signifikan dari Titik 40 sampai 60.



Gambar 5. Perbedaan posisi hasil GPS RTK dan ETS pada Bidang Tanah



Gambar 6. Perbedaan Beda Tinggi GPS RTK dan ETS pada Bidang Tanah

Kendala-kendala yang dihadapi pada waktu pengukuran menggunakan *receiver* GPS RTK di lapangan adalah kondisi tutupan lahan pengukuran yang relatif tertutup sehingga menyulitkan *receiver* GPS RTK untuk menemukan solusi yang terbaik yang berakibat pada bertambahnya waktu pengukuran, sehingga lama waktu pengukuran GPS RTK di setiap titik dapat mempengaruhi hasil ketelitian yang diperoleh.

Pada pengukuran titik poligon menggunakan *receiver* GPS RTK memerlukan waktu kira-kira 15 menit untuk proses *setting* base sedangkan pada penentuan titik menggunakan *rover* memerlukan waktu antara 1-4 menit hal ini bergantung pada jarak antar titik di lapangan dan kondisi tutupan lahan di lapangan, sedangkan pada alat ETS kira-kira memerlukan waktu 15 menit untuk persiapan sentring dan *setting station* pengukuran dan proses pembidikan memerlukan waktu 30 detik – 1 menit.

Waktu yang digunakan dalam pengukuran poligon menggunakan GPS RTK adalah 42 menit dengan jarak antara *base* dan titik terakhir yaitu sejauh 452,015 meter, sedangkan pada pengukuran menggunakan alat ETS memerlukan waktu 204 menit (3 jam 24 menit). Pada pengukuran ruas jalan total waktu yang digunakan GPS RTK adalah 62 menit (1 jam 2 menit), sedangkan pada pengukuran menggunakan alat ETS total waktu yang digunakan adalah 84 menit. Pada pengukuran bidang tanah menggunakan GPS RTK memerlukan waktu 178 menit, sedangkan menggunakan alat ETS memerlukan waktu 190 menit.

4. KESIMPULAN

Ketelitian rata-rata hasil pengukuran posisi titik secara ekstraterrestrial menggunakan GPS RTK dibandingkan terhadap hasil pengukuran posisi titik secara terestris menggunakan alat ETS adalah sebesar 0,214 m. Bila ketelitian pengeplotan sebesar ± 0.5 mm, maka pengukuran posisi titik secara ekstraterrestrial menggunakan GPS RTK dapat diterapkan untuk pembuatan peta skala 1 : 500. Perbedaan rata-rata hasil pengukuran luas bidang tanah menggunakan GPS RTK dibandingkan terhadap hasil pengukuran batas bidang tanah menggunakan ETS adalah 2,579%, bila toleransi ketelitian pengukuran luas bidang tanah diambil $\pm 2\%$ (standard BPN) maka pengukuran bidang tanah menggunakan GPS RTK dapat diterapkan. Untuk daerah yang terbuka pada pengukuran bidang tanah menggunakan GPS RTK memerlukan waktu dua kali lebih cepat dibandingkan dengan ETS. Walaupun GPS RTK mempunyai keunggulan dalam hal efisiensi proses pengukuran di lapangan sehingga dapat mempersingkat waktu pengukuran, akan tetapi memiliki kekurangan dalam hal ketelitian data terutama pada area pengukuran yang tertutup. Pada pemetaan skala besar, bila penentuan posisi objek bidang tanah menggunakan *receiver* GPS RTK sebaiknya area pengukuran berada pada kondisi yang terbuka. Pemasangan *Base* sebaiknya dipasang ditempat yang relatif terbuka. Hal ini disebabkan diperlukannya visibilitas yang baik antara satelit dengan *receiver* dan komunikasi radio antara *base* dan *rover*. Untuk memaksimalkan faktor visibilitas antara *base* dan *rover*, maka antena radio komunikasi dipasang setinggi mungkin (± 2.5 meter).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Mysurv Penta Benua yang telah menyediakan peralatan GPS untuk keperluan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H.Z. 2000. *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta: P.T. Pradnya Paramita. Edisi Kedua. ISBN 979-408-377-1.268 pp.