

PERBANDINGAN PENGUKURAN TDT ORDE 4 MENGGUNAKAN GNSS METODE RTK NTRIP DAN RADIO

Studi Kasus: TDT Orde 4 Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Gani Mahendra^{1*}, Hidayat Panuntun²

¹Teknik Geomatika, Departemen Teknologi Kebumian, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

²Teknologi Survei dan Pemetaan Dasar, Departemen Teknologi Kebumian, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, INDONESIA

*E-mail: ganimahendra99@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK

RTK (*Real Time Kinematic*) merupakan salah satu metode pengukuran dengan menggunakan GNSS (*Global Navigation Satellite System*) yang saat ini sering digunakan di Indonesia. Berdasarkan pengiriman koreksinya RTK dibagi menjadi dua yaitu RTK NTRIP dan Radio. RTK NTRIP memanfaatkan koneksi internet dalam pengiriman koreksinya. RTK Radio memanfaatkan gelombang radio dalam pengiriman koreksinya. Berdasarkan perbedaan tersebut RTK NTRIP dan Radio memiliki keunggulan dan kekurangan saat digunakan untuk pengukuran. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui metode terbaik yang dapat digunakan untuk pengukuran di lapangan. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengukuran pada TDT orde 4 di Desa Banyuraden Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Koordinat TDT orde 4 yang diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio kemudian dibandingkan dan diuji apakah secara statistik perbedaan hasil antara kedua metode tersebut signifikan. Selain itu, standar deviasi hasil pengukuran dengan metode RTK NTRIP dan Radio digunakan untuk evaluasi pengukuran manakah yang memberikan presisi dan akurasi yang paling tinggi. Hasil standar deviasi menunjukkan bahwa metode RTK Radio memiliki tingkat presisi yang paling tinggi daripada metode RTK NTRIP. Selain melihat nilai standar deviasi, selisih antara buku tugu dan kedua metode menunjukkan bahwa hasil selisih RTK Radio yang mendekati nilai koordinat yang ada di buku tugu. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa RTK Radio baik digunakan pada daerah yang rapat seperti di Desa Banyuraden, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Kata kunci: GNSS, RTK, NTRIP, Radio, TDT Orde 4

ABSTRACT

RTK (*Real Time Kinematic*) is a measurement using GNSS which is often used in Indonesia. Based on the sending of the corrections, the RTK is divided into two types namely NTRIP and Radio. RTK NTRIP use an internet connection for sending corrections. Meanwhile, RTK radio use radio waves for sending corrections. Based on these differences RTK NTRIP and Radio have advantages and disadvantages when used for measurement. The purpose of this study is to determine the best method that can be used for field measurements. This research was conducted by measuring the cadastral point base 4 in Banyuraden Village, Gamping Sub-district, Sleman Regency, Yogyakarta Special Region. Cadastral point base 4th coordinates obtained from the measurement results using the RTK NTRIP and Radio methods were then tested whether the statistical difference between the two methods was significant. In addition, the standard deviation of measurement results using the RTK NTRIP and Radio methods is used to evaluate which measurement provides the highest precision and accuracy. The standard results show that the RTK Radio method has the highest level of precision compared

with the RTK NTRIP method. In addition to seeing the standard deviation value, the difference between the monument book and the two methods shows that the difference between RTK Radio explores the coordinate values in the monument book. From these results it can be neglected that RTK Radio is better for measurement in dense settlement such as Banyuraden Village, Gamping Sub-district, Sleman Regency, Yogyakarta Special Region province.

Keywords: GNSS, RTK, NTRIP, Radio, TDT Orde 4

PENDAHULUAN

TDT (Titik Dasar Teknik) merupakan titik yang digunakan sebagai referensi dalam pengukuran batas bidang tanah (pasal 1 butir 13 PP No.24/1997). TDT merupakan titik yang memiliki koordinat hasil dari pengukuran dengan menggunakan alat dan sistem tertentu sesuai dengan kebutuhan. TDT memiliki beberapa tingkatan atau orde yaitu orde 00, 0, 1, 2, 3, dan 4. TDT orde 4 merupakan tingkatan orde terkecil dalam TDT. TDT orde merupakan TDT yang digunakan oleh BPN (Badan Pertanahan Nasional) sebagai titik referensi pengukuran bidang tanah, pengembalian batas bidang tanah, dan seluruh kegiatan pengukuran dan pemetaan kadastral (PMNA/KBPN No.3 Tahun 1997). TDT orde 4 tersebar di setiap desa/kelurahan yang ada di Indonesia. Interval jarak TDT orde 4 pada setiap desa adalah 100-200 m (Badan Standardisasi Nasional, 2002). Permasalahan yang ada saat ini terkait dengan TDT orde 4 adalah terdapat beberapa TDT orde 4 yang hilang, rusak, bergeser dari tempat yang semestinya, persebaran TDT orde 4 yang tidak merata, dan inventarisasi TDT orde yang kurang baik. Permasalahan tersebut membuat TDT orde 4 jarang digunakan akibatnya setiap pengukuran kadastral memiliki referensi yang berbeda-beda.

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) merupakan sebuah sistem yang menggunakan teknologi satelit dan terdiri lebih dari satu satelit yang digunakan untuk mendukung kegiatan penentuan posisi 3 dimensi, navigasi, dan waktu yang tersedia selama 24 jam di mana pun pengguna berada di seluruh permukaan bumi (Hofmann-Wellenhof, Linchtenegger, & Wasle, 2008). Salah satu penentuan posisi dengan menggunakan GNSS adalah RTK. RTK (*Real Time Kinematic*) merupakan penentuan metode posisi dengan menggunakan *carrier phase* dan untuk merealisasikan tuntutan *real-time*, *carrier phase* dan *pseudorange* harus selalu dikirimkan oleh stasiun referensi ke pemakai secara *real-time* menggunakan komunikasi data (Abidin, 2000). Berdasarkan pengiriman koreksi datanya, RTK dibagi menjadi dua yaitu, RTK NTRIP dan Radio. RTK NTRIP merupakan teknik pengiriman koreksi data untuk penentuan posisi secara akurat dan teliti dengan mengirimkan koreksi melalui koneksi internet (Lenz, 2005). RTK Radio merupakan teknik pengiriman koreksi data hasil pengukuran yang digunakan untuk penentuan posisi secara akurat dan teliti dengan mengirimkan koreksi melalui gelombang radio (El-Rabbany, 2002).

Salah satu pemanfaatan GNSS menggunakan metode RTK adalah untuk pengukuran TDT orde 4. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. mengetahui metode yang paling baik saat pengukuran TDT orde 4,
2. mengetahui ada tidaknya selisih yang signifikan antara koordinat TDT orde 4 hasil pengukuran dengan metode RTK NTRIP maupun Radio,
3. mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio apabila dibandingkan dengan buku tugu.

Harapannya setelah penelitian ini dilaksanakan adalah instansi terkait dapat memperbaiki TDT orde 4 yang rusak, hilang, dan sudah tidak layak menjadi TDT orde 4, memberikan informasi kepada masyarakat akan pentingnya TDT orde 4 untuk pengukuran bidang tanah, memberikan informasi kepada pengguna GNSS metode RTK tentang metode pengiriman koreksi mana yang lebih baik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini terdapat beberapa alat dan bahan yang digunakan yaitu satu set GNSS *South G1*, statif, *bipod*, kamera, *smartphone* dengan koneksi internet, GPS navigasi. GNSS digunakan untuk pengukuran TDT orde 4 dengan metode RTK NTRIP dan Radio. Pengukuran TDT orde 4 dengan metode RTK NTRIP menggunakan satu alat *receiver* GNSS *South G1* dan dengan bantuan koneksi internet. Pengukuran TDT orde 4 dengan metode RTK Radio menggunakan dua buah satu sebagai *receiver* dan satunya sebagai *rover*. Kamera digunakan untuk dokumentasi kondisi sekitar tugu TDT orde 4. GPS navigasi digunakan untuk membantu mencari letak dari TDT orde 4. Sedangkan bahan yang digunakan adalah kertas HVS yang digunakan untuk sketsa lokasi TDT orde 4.

Data yang digunakan

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data buku tugu TDT orde 4 di desa Banyuraden kecamatan Gamping kabupaten Sleman saat pertama kali pengukuran atau pemasangan TDT orde 4 di desa tersebut. Koordinat pada buku tugu di akuisisi dengan menggunakan alat *theodolite*.

Akuisisi data menggunakan GNSS metode RTK NTRIP dan Radio mengacu pada SNI JKHN. Spesifikasi pengukuran untuk TDT orde 4 menggunakan alat GNSS dengan lama pengamatan minimum setiap sesi pengukuran adalah 0,25 jam dan interval pengamatan selama 15 detik sehingga data hasil pengamatan yang dihasilkan adalah 60 data. Akan tetapi, metode pengukuran yang digunakan pada spesifikasi tersebut adalah metode statik. Metode RTK dengan lama pengamatan yang dilakukan adalah selama 5 menit dengan interval satu detik pada solusi pengukuran *fix* sehingga jumlah data yang diperoleh sebanyak 300 data. Pada solusi pengukuran selain *fix* akuisisi data

dilakukan selama 10 menit dengan interval satu detik sehingga jumlah data yang dihasilkan adalah 600 data.

Tugu TDT orde 4 dicari terlebih dahulu dengan menggunakan bantuan GPS navigasi dan aplikasi *Google Maps*. Koordinat dari buku tugu dimasukkan ke GPS navigasi lalu mencari TDT orde 4 tersebut. TDT orde 4 yang sudah ditemukan lalu didokumentasikan dengan mengambil gambar arah pandang U-T-S-B dan sketsa lokasi.

Metode Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, selanjutnya dilakukan akuisisi data lapangan dengan menggunakan GNSS metode RTK NTRIP dan Radio. Selanjutnya setelah akuisisi data lapangan, tahapan selanjutnya yaitu : rekap data hasil pengukuran, perhitungan rata-rata hasil pengukuran, perhitungan nilai standar deviasi, perhitungan selisih pengukuran dengan kedua metode, uji statistik dengan uji-T untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antar kedua metode pengukuran, perhitungan selisih koordinat hasil pengukuran dengan buku tugu, uji statistik dengan interval konfidensial untuk mengetahui adanya perbedaan yang signifikan antara buku tugu dengan hasil pengukuran, pembuatan buku tugu yang baru sesuai dengan kondisi yang saat ini, dan pembuatan peta sebaran TDT orde 4 yang baru.

Perhitungan rata-rata hasil pengukuran dilakukan dengan menghitung nilai rata-rata hasil pengukuran yang sudah dirapikan di perangkat lunak Ms. Excel menggunakan rumus:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (1)$$

Keterangan :

\bar{X} = Rata-rata sampel

X = Hasil pengukuran

n = Jumlah sampel

Selanjutnya menghitung nilai standar deviasi/simpangan baku hasil pengukuran. Rumus yang digunakan untuk perhitungan nilai standar deviasi adalah :

$$S = \sqrt{\frac{\sum(\bar{X}-X_0)^2}{n-1}} \quad (2)$$

Keterangan :

S = Simpangan baku/Standar deviasi

\bar{X} = Rata-rata sampel hasil pengukuran

X_0 = Sampel pengukuran

Selanjutnya menghitung nilai koordinat selisih antara metode pengukuran RTK NTRIP dan Radio menggunakan rumus :

$$\Delta X = X_N - X_R \quad (3)$$

Keterangan :

ΔX = Selisih koordinat

X_N = Koordinat RTK-NTRIP

X_R = Koordinat RTK Radio

Nilai selisih dan standar deviasi digunakan untuk perhitungan T_{hit} . Nilai tersebut digunakan untuk menentukan tingkat signifikansi selisih koordinat antara metode RTK NTRIP dan Radio. Rumus yang digunakan untuk menentukan nilai T_{hit} adalah (Panuntun & Widjajanti, 2013) :

$$T_{hit} = \frac{X_N - X_R}{\sqrt{S_{XN}^2 + S_{XR}^2}} \quad (4)$$

Keterangan :

T_{hit} = Distribusi T

X_N = Rata-rata hasil ukuran dengan RTK NTRIP

X_R = Rata-rata hasil ukuran dengan RTK Radio

S_{XN} = Simpangan baku hasil ukuran dengan RTK NTRIP

S_{XR} = Simpangan baku hasil ukuran dengan RTK Radio

Fungsi perhitungan distribusi T adalah untuk mengetahui tingkat signifikansi selisih koordinat kedua metode pengukuran dengan tingkat kepercayaan 95 % dengan melihat tabel T lalu dibandingkan dengan T_{hit} . Terdapat dua asumsi yaitu:

- $T_{hit} < T_{tabel}$ = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran dengan menggunakan metode RTK NTRIP dan RTK Radio.
- $T_{hit} > T_{tabel}$ = Terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran dengan menggunakan metode RTK NTRIP dan RTK Radio.

Uji statistik selanjutnya adalah uji untuk mengetahui tingkat signifikansi selisih koordinat antara hasil pengukuran menggunakan kedua metode dengan pengukuran di buku tugu. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus (Panuntun, Miyazaki, Fukuda, & Orihara, 2018) :

$$\bar{x} - t_{\frac{\alpha}{2},(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} < \mu < \bar{x} + t_{\frac{\alpha}{2},(n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Terdapat 2 asumsi :

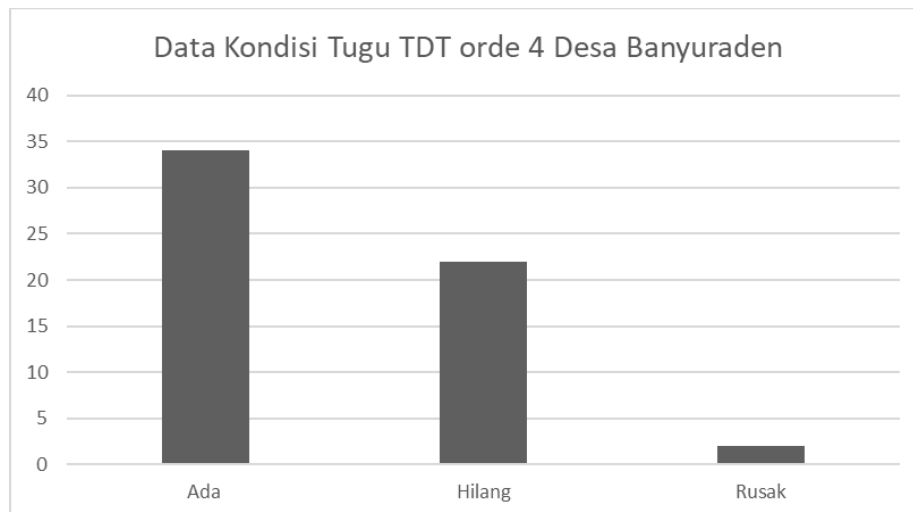
- H_0 = Tidak terdapat perbedaan signifikan antara koordinat hasil pengukuran dengan koordinat dari buku tugu.
- H_1 = Terdapat perbedaan signifikan antara koordinat hasil pengukuran dengan koordinat dari buku tugu.

Pengujian uji-t ini menggunakan tingkat kepercayaan 95%. Untuk dapat menguji tingkat signifikan perbedaan diperlukan tabel T dan besar derajat kebebasan untuk uji sampel-t adalah n-1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Survei Lapangan

Dari hasil survei lapangan ditemukan sebanyak 36 tugu TDT orde 4 dari total 60 TDT orde 4 yang ada di buku tugu dengan rincian 34 titik dengan kondisi yang baik dan dapat dikenali dan 2 titik yang sudah rusak. Hasil survei lapangan digambar dengan grafik berikut.



Gambar 1. Diagram batang jumlah kondisi tugu TDT orde 4

Dari gambar 1 dapat dijelaskan bahwa TDT orde 4 di Desa Banyuraden Kecamatan Gamping Kabupaten Sleman dikelompokkan menjadi tiga, yaitu :

- a) Kategori tugu TDT orde 4 yang masih ada di lapangan.

Tugu TDT orde 4 yang masih ada di lapangan sebanyak 34 tugu. Persentase jumlah tugu TDT orde 4 yang masih ada di lapangan adalah 57,63 %. Tugu TDT orde 4 yang masih ada di lapangan di antaranya : 1, 2, 20, 22, 23, 26, 27, 151, 154, 158, 159, 163, 172, 173, 182, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196, 197, 198, 201, 202, 210, 213, 214, 215, dan 216.

- b) Kategori tugu TDT orde 4 yang sudah hilang.

Tugu TDT orde 4 yang sudah hilang sebanyak 22 tugu. Persentase jumlah tugu TDT orde 4 yang sudah hilang adalah 38,98 %. Tugu TDT orde 4 yang sudah hilang disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia.

Faktor alam adalah faktor hilangnya tugu TDT orde 4 yang disebabkan oleh alam tanpa campur tangan manusia. Contoh faktor alam hilangnya tugu TDT orde 4 adalah karena tertimbun pasir akibat sehari sebelumnya terjadi hujan yang deras.

Faktor manusia adalah faktor hilangnya tugu TDT orde 4 karena perbuatan manusia. Contoh faktor manusia di antaranya adalah akibat pembangunan sehingga tugu TDT orde 4 tertimbun semen cor, tugu TDT orde 4 dicabut dan tidak dipasang kembali atau tidak diinventarisasi kembali, alih fungsi lahan. Tugu TDT orde 4 yang sudah tidak ada di antaranya : 152, 153, 155, 157, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 174, 175, 183, 184, 199, 200, 211, dan 212.

c) Kategori tugu TDT orde 4 yang masih ada tetapi sudah rusak.

Tugu TDT orde 4 yang masih ada tetapi sudah rusak ada sebanyak dua titik. Persentase jumlah tugu TDT orde 4 tersebut adalah 3,39 %. Tugu TDT orde 4 yang masih ada tetapi sudah rusak adalah titik 171 dan 203.

TDT orde 4 nomor titik 203 dianggap rusak karena pelat tembaga pada tugu TDT orde 4 tersebut sudah hilang dan 171 tugu TDT orde 4 tersebut sudah rusak.

Hasil Pengukuran TDT orde 4

Pada subbab ini akan dibahas mengenai hasil pengukuran menggunakan GNSS metode RTK NTRIP dan Radio. Tabel 1 berikut menyajikan data koordinat hasil pengukuran menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio.

Tabel 1. Koordinat hasil pengukuran

TDT	Metode					
	RTK NTRIP			RTK Radio		
	North (m)	East (m)	Height (m)	North (m)	East (m)	Height (m)
1	639287,044	292938,915	140,024	639287,101	292939,755	141,269
2	639386,916	292930,100	141,067	639386,853	292930,055	140,979
20	639180,356	293021,920	139,969	639180,645	293023,626	139,545
22	639237,268	293243,191	139,373	639238,558	293242,353	137,840
23	639389,103	293258,575	141,437	639389,715	293257,858	144,841
26	639010,719	293161,026	139,335	639010,808	293161,052	137,701
27	638908,514	293138,795	135,201	638909,276	293138,935	138,046

TDT	Metode					
	RTK NTRIP			RTK Radio		
	North (m)	East (m)	Height (m)	North (m)	East (m)	Height (m)
151	639371,497	292003,797	139,965	639372,496	292003,568	139,851
154	639262,312	291873,101	139,095	639259,375	291873,292	144,328
158	639356,612	292186,444	140,708	639354,312	292185,411	147,877
159	639251,025	292158,494	139,613	639252,342	292157,373	137,657
163	639131,532	292317,829	142,745	639132,772	292317,464	139,859
171	639008,312	291998,633	137,220	639008,323	291997,755	139,440
172	638781,858	291945,319	135,879	638781,890	291945,327	135,485
173	638805,993	291833,122	135,203	638806,100	291833,612	138,022
182	638643,994	292371,697	133,322	638643,982	292371,734	133,296
185	638478,913	292503,764	131,356	638478,941	292503,748	131,088
186	638514,424	292527,804	131,579	638515,042	292527,446	137,387
187	638582,480	292538,278	131,646	638581,014	292538,089	132,849
188	638588,061	292460,944	132,074	638587,479	292463,454	130,879
189	638642,452	292475,326	132,277	638641,976	292475,505	135,553
190	638669,629	291942,943	135,119	638669,486	291942,306	137,229
191	638572,787	292762,962	132,253	638572,818	292762,967	132,299
192	638512,630	292746,737	131,655	638512,659	292746,722	131,797
195	638603,619	292173,790	133,099	638603,654	292173,812	133,428
196	638596,997	292132,585	131,547	638597,684	292130,840	128,577
197	638594,463	292047,354	133,195	638594,322	292046,736	134,806
198	638500,314	292044,366	132,669	638499,362	292043,297	132,430
201	638137,967	292101,263	128,873	638137,972	292101,627	128,573
202	638008,895	292084,642	128,042	638008,821	292084,607	129,552
203	637991,225	292172,394	128,663	637990,900	292172,912	129,701
210	638158,744	291653,454	129,887	638158,778	291653,436	129,687
213	637568,486	291315,220	119,394	637568,438	291315,297	119,129
214	637608,201	291338,987	120,620	637606,925	291337,691	122,344
215	637663,513	291352,333	124,419	637663,509	291352,364	124,165
216	637652,355	291383,821	124,877	637652,370	291383,816	124,057

Hasil Standar Deviasi

Pada subbab ini menjelaskan tentang hasil perhitungan standar deviasi koordinat hasil pengukuran TDT orde 4 menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio. Rumus yang digunakan untuk perhitungan standar deviasi adalah rumus 5. Tabel 2 berikut menyajikan rata-rata standar deviasi hasil pengukuran koordinat TDT orde 4.

Tabel 2. Hasil standar deviasi

<i>Metode</i>	<i>Koordinat</i>	
	<i>Y (m)</i>	<i>X (m)</i>
NTRIP	0,174	0,182
Radio	0,066	0,054

Nilai standar deviasi menunjukkan tingkat presisi data hasil pengukuran TDT orde 4. Tingkat presisi sangat berpengaruh terhadap kualitas data hasil pengukuran. Semakin besar nilai standar deviasi maka tingkat presisi rendah. Semakin rendah nilai standar deviasi maka tingkat presisi tinggi. Presisi adalah seberapa dekat data hasil pengukuran satu sama lain (ISO, 1994). Berdasarkan nilai standar deviasi dari Tabel 2 dapat diketahui bahwa metode RTK Radio memiliki standar deviasi yang lebih rendah daripada RTK NTRIP. Hal tersebut menunjukkan bahwa RTK Radio memiliki tingkat presisi yang lebih tinggi daripada RTK NTRIP.

Hasil Uji Signifikansi Selisih Koordinat antar Metode Pengukuran

Pada subbab ini akan dibahas mengenai hasil uji signifikansi selisih koordinat pengukuran menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio. Tingkat signifikansi ditentukan dengan menghitung T_{hit} menggunakan rumus 5. Nilai tersebut dibandingkan dengan nilai T_{tabel} . Nilai T_{tabel} diperoleh dengan melihat tabel T dengan tingkat kepercayaan 95 % dengan derajat kebebasan 299. Nilai T_{tabel} yang diperoleh dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan 299 adalah 1,96. Tabel 3 berikut menyajikan jumlah koordinat yang signifikan dan tidak signifikan.

Tabel 3. Jumlah tingkat signifikansi

<i>Keterangan</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
Signifikan	25	24
Tidak Signifikan	11	12

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa banyak titik yang memiliki selisih koordinat hasil pengukuran dengan kedua metode pengukuran yang signifikan. Perbedaan yang signifikan dapat terjadi karena pengiriman koreksi data yang berbeda. RTK NTRIP dalam pengiriman koreksi data menggunakan koneksi internet. RTK Radio dalam pengiriman koreksinya menggunakan bantuan gelombang radio. Referensi yang digunakan untuk penentuan posisi juga berbeda. RTK NTRIP menggunakan stasiun CORS sebagai referensi. RTK Radio menggunakan titik sembarang yang sebelumnya ditentukan dengan GPS navigasi.

Hasil Uji Signifikansi Selisih Koordinat Metode Pengukuran dengan Buku Tugu

Pada subbab ini akan dibahas mengenai selisih dan tingkat signifikansi hasil pengukuran kedua metode dengan buku tugu. Uji signifikansi menggunakan interval konfidensial dengan menggunakan rumus 6. Tingkat kepercayaan yang digunakan adalah 95% dan derajat kebebasan 299. Nilai T_{tabel} diperoleh adalah 1,96. Hasil uji

signifikansi menunjukkan bahwa semua koordinat hasil pengukuran kedua metode memiliki perbedaan yang signifikan. Hal tersebut bisa terjadi karena pengukuran TDT orde 4 pertama kali masih menggunakan alat ukur terestrial yang masih sederhana. Pengukuran TDT orde 4 pada penelitian ini sudah menggunakan alat berbasis satelit dan memiliki ketelitian yang tinggi.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah pengukuran TDT orde 4 menggunakan RTK Radio lebih baik dibandingkan dengan RTK NTRIP. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai standar deviasi RTK Radio yang lebih kecil daripada RTK NTRIP.

Kesimpulan yang kedua adalah terdapat perbedaan yang signifikan antara pengukuran TDT orde 4 menggunakan metode RTK NTRIP dan Radio. Hal tersebut bisa terjadi karena pengiriman koreksi yang berbeda serta stasiun referensi yang digunakan juga berbeda.

Kesimpulan yang ketiga adalah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pengukuran dengan kedua metode dengan buku tugu. Hal tersebut bisa terjadi karena pengukuran pertama kali masih menggunakan alat ukur sederhana sedangkan penelitian ini menggunakan alat ukur berbasis satelit yang memiliki ketelitian yang tinggi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Kepala Seksi Infrastruktur Pertanahan, Kepala Sub Seksi Pengukuran dan Pemetaan BPN Kulon Progo yang telah memberikan izin untuk menggunakan satu set alat GNSS *South G1* untuk pengukuran, Amru Estu Cahyono, ST., Agus Murdiyanto, SH. yang telah membantu peneliti untuk pengoperasian alat GNSS *South G1*, Malik Adhijaya Mahardika, Bagas Octavianto, Dimas Aullia Rochman, Faiz Luthfi Irwani, Hanif Arfian, Hikmah Nur Panggalih, Malik Fattah Kadarusman, Rizky Arfiyanto, Wahyu, Vonny Winda Artanti yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data. Ni Putu Praja Chintya, ST., M.Eng. selaku dosen D3 Teknik Geomatika yang telah membantu peneliti dalam penyusunan tugas akhir dan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z., 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Cetakan ke-2, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (SNI 19-674:2002), 2002, SNI Jaring Kontrol Nasional, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- El-Rabbany, A., 2002, *Introduction to GPS The Global Positioning System.*: Artech House, London.

- Hofmann-Wellenhof, B., Linchtenegger, H., & Wasle, E., 2008, *GNSS-Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo, and more*, Springer Wien, New York.
- International Organization for Standardization (ISO 5725-1:1994), 1994, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results-Part 1: General principles and definitions*, International Organization for Standardization, Geneva.
- Lenz, E., 2005, "Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP) - Application and Benefit in Modern Surveying System", *FIG Working Week*, hal 22-27.
- Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.
- Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.
- Pauntun, H., Miyazaki, S., Fukuda, Y., & Orihara, Y. (2018). Probing the Poisson's Ratio of Poroelastic Rebound Following the 2011 Mw 9.0 Tohoku Earthquake. *Geophysical Journal International*, 2206-2221.
- Panuntun, H., & Widjajanti, N. (2013). Penentuan Kecepatan Pergerakan Titik Kontrol Geodesi di Pulau Jawa. *Seminar Nasional Teknologi Terapan* (hal. 508-516). Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Halaman ini sengaja dikosongkan