

VERIFIKASI KOORDINAT TITIK PATOK BATAS WILAYAH DENGAN NTRIP-CORS (Studi Kasus : Batas Kota Semarang Dengan Kabupaten Kendal)

Muhammad Ilman Fanani, Bambang Darmo Yuwono, Bandi Sasmito^{*)}

*Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
E-mail : geodesi@undip.ac.id*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan total 34 provinsi, maka batas daerah merupakan hal mutlak yang harus diperhatikan dalam informasi Geospasial. Batas antar daerah tersebut disajikan dalam daftar koordinat yang telah diatur dan dicantumkan dalam Peraturan Menteri dalam Negeri dan bentuk fisiknya dilapangan berupa pilar-pilar batas daerah. Namun pada kenyataannya sebenarnya pilar batas daerah tidak mungkin ditempatkan tepat pada koordinat batas daerah yang sebenarnya, sehingga menyebabkan adanya perubahan nilai koordinat, sehingga perlu dilakukan verifikasi.

Terkait dengan masalah tersebut, maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengukuran pilar batas daerah dengan menggunakan sistem GNSS CORS (Global Navigation satellite system Continuously Operating Reference Stations) dengan metode RTK-NTRIP (*Real Time Kinematik- Networked Transportasi of RTCM via Internet Protocol*) yaitu metode pengukuran GPS yang mendapat koreksi secara *Real Time* dengan protokol *stateless* berdasarkan protokol HTTP yang selama ini pemanfaatannya masih terbatas pada pengukuran bidang tanah maupun pengukuran detail situasi.

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat nilai perbedaan antara nilai koordinat hasil pengukuran pilar batas daerah metode RTK-NTRIP terhadap koordinat batas daerah yang tercantum dalam Permendagri dengan nilai terbesar 74,5m, terkecil 1,8m dengan nilai simpangan baku 17,07m, hal ini dikarenakan nilai koordinat batas daerah yang tercantum dalam Permendagri merujuk pada batas daerah secara administratif, bukan nilai koordinat batas daerahnya dilapangan.

Kata Kunci : Batas Wilayah, CORS Undip, RTK-NTRIP, Verifikasi

ABSTRACT

Indonesia is an archipelago with total of 34 provinces, the border is an absolute thing that must be considered in Geospatial information. Boundaries between regions are presented in the list of coordinates that have been set up and included in the Ministry of Internal Affairs and the physical form of the border is presented by pillars. But in fact the pillars of the boundary area may not be placed right on the actual coordinates from the border, causing the change in the value of the coordinates, so it's need a verification.

Related to these problems, then at this research the pillars of boundary area are measured using GNSS CORS (Global Navigation Sattelite system Continuously Operating Reference Stations) systems with RTK-NTRIP (Real Time Kinematik- Networked Transport of RTCM via Internet Protocol) method, that is GPS measurement method that gets corrections by Real Time with stateless protocol based on HTTP protocol which is their use has limited in measurement and plot details of the situation .

The results indicate that there is a difference in the value of the coordinate between the measurement of the pillars with RTK - NTRIP method to the boundary areas that listed in the Regulation with maximum value 74.5m, minimum value 1.8m, standar deviation 17.07m, because the value of the coordinates that listed in the Regulation refers to the administrative area boundaries, is not the coordinate value that refers to the field.

Keywords : Borders, CORS Undip, RTK-NTRIP, Borders, Verification

**) Penulis, Penanggung Jawab*

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Sebagai negara dengan banyak provinsi dan kota, idealnya batas wilayah harus mulai menjadi fokus pengembangan kebijakan geospasial di Indonesia.. Penetapan dan penegasan batas daerah di Indonesia telah dilakukan sejak Indonesia merdeka tahun 1945. Pada era reformasi lahirlah UU No.22 tahun 1999 lalu disempurnakan lagi melalui UU No.32 tahun 2004 tentang pemerintah daerah yang menyebabkan mulai berkembangnya suatu daerah menjadi beberapa kabupaten/kota, sehingga berakibat pula pada berubahnya batas-batas wilayah baik secara administratif maupun spasial. Berdasar pada Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia nomor 76 tahun 2012 Pasal 8 ayat (2) tanda batas wilayah dapat berupa pilar batas.

Berdasarkan data Direktorat Jendral Otonomi Daerah Kementrian Dalam Negeri Republik Indonesia tahun 2013, indonesia memiliki 34 Provinsi, 417 Kabupaten, dan 94 Kota (Albab, 2014). Kota Semarang merupakan ibukota provinsi Jawa Tengah yang dalam konstelasi regional sangat strategis karena adanya keuntungan lokasional, yaitu sebagai simpul atau transit *pointregional*, sehingga pada pelaksanaan pemerintahannya memiliki peran yang sangat penting. Terlebih lagi dengan adanya wacana pemindahan Bandara Ahmad Yani kedaerah Mangkang yang berbatasan dengan kabupaten Kendal, maka diperlukan penelitian yang intensif yang salah satunya adalah penelitian pada pilar batas wilayahnya, mencakup penelitian posisi koordinat pilar batasnya yang terkini, agar tercipta kepastian hukum baik secara administratif maupun spasial.

Salah satu teknologi penentuan posisi titik di permukaan bumi yang ada di Indonesia yaitu GNSS CORS (*Global Navigation Sattelite System Continuously Operating Reference Stations*). CORS merupakan jaring kerangka geodetik aktif berupa stasiun permanen yang dilengkapi dengan *receiver* yang dapat menerima sinyal dari satelit GPS dan satelit GNSS lainnya, yang beroperasi secara kontinyu selama 24 jam (Madena, 2008). Teknologi CORS juga mengikuti perkembangan teknologi dibidang komunikasi, GSM pun kini digunakan sebagai sarana pembantu dalam penggunaan GPS dalam pengukuran yaitu dengan adanya radio modem atau sistem NTRIP (*Networked Transport Of RTCM Via Internet Protocol*) sehingga proses pengiriman data atau koreksi fase dapat dilakukan secara seketika, membuat informasi posisi yang dihasilkan oleh sistem ini dapat diperoleh secara seketika (Sitohang, 2014).

I.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar perbedaan koordinat pilar batas yang didapat dari pengukuran metoda NTRIP dengan koordinat yang terdapat pada Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Batas Daerah Kota Semarang Dengan Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah?
2. Bagaimana karakteristik hasil pengukuran Pilar Batas Wilayah?
3. Bagaimana ketelitian hasil pengukuran sesuai dengan peraturan yang berlaku?

I.3. Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Penelitian dilakukan di batas wilayah kota Semarang dengan wilayah kabupaten Kendal
2. Pengukuran NTRIP diikatkan pada stasiun CORS Geodesi Undip.
3. Penelitian yang dilakukan adalah pengukuran Patok Batas Wilayah dengan menggunakan metode pengukuran GNSS RTK-NTRIP. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data hasil pengukuran GPS.
4. Pengolahan data pengamatan GPS menggunakan *Software Topcontools*.
5. Data pembanding diperoleh dari Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 Tentang Batas Daerah Kota Semarang Dengan Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah.

I.4. Tujuan

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

1. Membandingkan ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan dari koordinat patok batas wilayah hasil pengukuran dan dari Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014.
2. Mengetahui apakah ketelitian pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP dapat digunakan untuk verifikasi pilar batas wilayah.

I.5. Lokasi Penelitian

Pilar batas wilayah pada batas kota semarang dengan kabupaten kendal.

II. Bahan dan Metode

II.1. Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Data Koordinat Batas Daerah Kota Semarang dengan Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah (Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21, 2014),
2. Data Pengukuran GNSS Metode RTK-NTRIP pada titik patok batas wilayah,
3. Data Pengukuran GNSS Metode Statik pada tiap tipe patok batas wilayah.

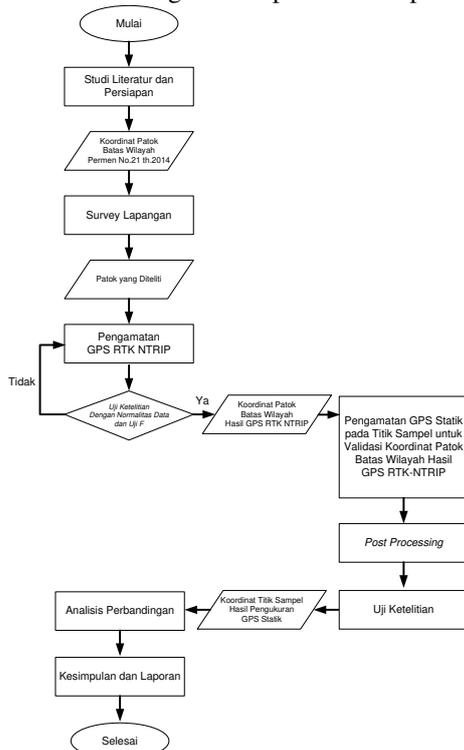
II.2. Metodologi

Stasiun CORS memiliki tingkatan *hierarki* sesuai dengan kegunaannya (Schwieger, 2009) dan dalam penelitian diikatkan ke Stasiun CORS Undip.

Karakteristik utama dari teknik NTRIP adalah sebagai berikut (Dammalage, 2008):

1. Berdasarkan pada streaming HTTP standar,
2. Penerapannya tidak terbatas pada satu daerah tertentu atau kode streaming konten,
3. Memiliki potensi untuk mendukung penggunaan massal,
4. Mengenai keamanan, penyedia streaming dan pengguna tidak harus dalam kontak langsung, dan stream biasanya tidak terhalang oleh firewall atau proxy server yang melindungi jaringan area lokal.
5. Metode ini memungkinkan streaming melalui jaringan mobile IP karena menggunakan TCP / IP.

Berikut ini diagram alir pelaksanaan penelitian:



Gambar II.1. Diagram Alir Penelitian

III. Analisis

III.1. Uji Normalitas Data RTK

Secara umum metode RTK adalah metode terbaik untuk mendapatkan koordinat titik dengan ketelitian tinggi dalam waktu singkat (Abidin,2007), namun perlu dilakukan uji statistik apakah semua ketelitian tersebut diterima atau tidak.

Uji Normalitas Data dalam Tugas Akhir ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya *horizontal precision* yang tidak memenuhi selang kepercayaan.

Jika $- Z_{tabel} \leq Z_{hitung} \leq + Z_{tabel}$ dengan nilai *Ztabel* diketahui maka dapat disimpulkan bahwa datanya normal dan masuk pada selang kepercayaan, namun apabila tidak maka data tersebut tidak masuk pada selang kepercayaan dan dapat dikatakan sebagai data *blunder* dan harus *direct*.

Uji normalitas data dengan tabel Z (Observasi Distribusi Normal) dihitung dengan menggunakan rumus (Hafiz, 2014) :

$$Z_{hit} = \frac{nHZ1 - nHZ}{\sigma} \dots\dots\dots(III.1)$$

Keterangan :

Zhit : Nilai Zhitungan Tiap Titik dari Pengukuran RTK

nHZ1 : Nilai Horizontal Precision tiap titik

nHZ : Nilai Rata-Rata *Horizontal Precision*

σ : Nilai Simpangan Baku / *Standar Deviasi*

Dengan menggunakan rumus diatas maka dilakukan perhitungan nilai *Zhitungan* tiap titik, berikut hasil perhitungan nilai *Zhitungan* tiap titiknya :

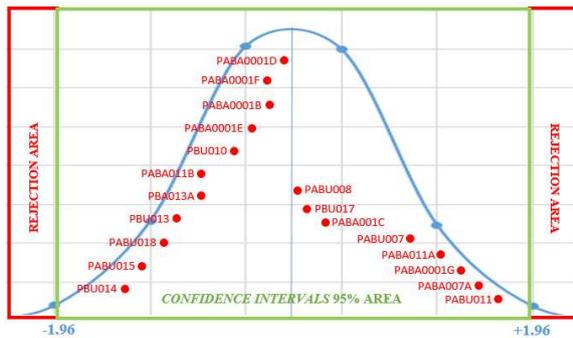
Tabel III.1. Nilai Z Hitungan Tiap Titik dari Pengukuran RTK

No	Point	Koordinat		Horizontal Precision	Solusi	Nilai Hitungan
		X(UTM)	Y(UTM)			
1	PABA0001D	421770,5740	9228662,7920	0,028	Fixed	-0,0969
2	PABA0001C	421505,6570	9229165,6910	0,031		0,3278
3	PABA0001B	421012,8620	9229518,7920	0,027		-0,2384
4	PEUD17	427786,3950	9216813,5700	0,030	Float	0,1863
5	PAEU018	428134,9320	9215807,8850	0,021	Fixed	-1,0879
6	PAEU015	427660,5440	9215466,0160	0,020		-1,2294
7	PEUD14	427675,5960	9215195,8450	0,019		-1,3710
8	PEUD13	426338,2690	9214909,5440	0,022		-0,9463
9	PEAD13A	426612,2580	9214723,0940	0,023		-0,5047
10	PABA011B	424635,1240	9214446,9880	0,023		-0,5047
11	PABA011A	423453,2350	9213023,1840	0,038	Float	1,3138
12	PABA0001G	422203,1780	9229684,1720	0,039	Fixed	1,4604
13	PEUD10	423216,9350	9216034,7370	0,025	Fixed	-0,5216
14	PAEU011	423158,0220	9215726,6120	0,041	Float	1,7436
15	PAEU008	423022,7820	9217216,8970	0,029	Fixed	0,0447
16	PABA007A	422831,8360	9218060,5460	0,040	Fixed	1,6020
17	PAEU007	422547,8300	9219384,7620	0,036	Float	1,0357
18	PABA0001F	422632,0390	9230606,9900	0,027	Fixed	-0,2384
19	PABA0001E	421826,1700	9230902,8160	0,026		-0,3800
Rata-Rata				0,0287		
Standar Deviasi Populasi				0,0071		

Setelah nilai *Zhitungan* didapat, dengan nilai *Ztabel* $E_{95} = 1.960$ (Wolf, 2006), kemudian dilakukan uji normalitas data dengan syarat $-1.96 \leq Zhitungan \leq +1.96$. Dilihat dari nilai *Zhitungan* terkecil -0.8047 dan nilai terbesar $+1.7436$ sehingga syarat uji normalitas data diterima.

Maka, pada uji normalitas data nilai *horizontal precision* tidak didapat data yang tidak masuk syarat normalitas data dengan tingkat kepercayaan 95%, sehingga semua *horizontal precision* normal atau masuk pada selang kepercayaan.

Berikut kurva distribusi normalnya :



Gambar III.1. Kurva Distribusi Normal Zhitungan

III.2. Uji F (Distribusi Fisher)

Dalam pengujian data menggunakan distribusi *fisher* disini ingin membandingkan pengaruh lokasi patok batas wilayah (panjang *baseline*) dalam hasil *horizontal precision*nya.

Hipotesis Nol diterima apabila F hitungan < F tabel (Wolf, 2006), rumus yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Mahendra,2014) :

$$F \text{ Hitungan} = \frac{\text{Variansi 1}}{\text{Variansi 2}} \dots\dots(III.2)$$

Keterangan :

- F Hitungan : Nilai Perbandingan Antar Data
- Variansi 1 : Nilai Variansi Dataset 1
- Variansi 2 : Nilai Variansi Dataset 2

Berikut nilai variansi lokasi patok batas wilayah :

Tabel III.2. Variansi Lokasi Patok Batas Wilayah

Daerah	Baseline	Jarak (km)	Horizontal Precision	Standar Deviasi	Variansi
Mangkang	CORS UNDIP - PABA0001B	19.63	0,027	0,0049	0,000024
	CORS UNDIP - PABA0001C	18.84	0,031		
	CORS UNDIP - PABA0001D	18.35	0,028		
	CORS UNDIP - PABA0001E	19.39	0,026		
	CORS UNDIP - PABA0001F	18.63	0,027		
	CORS UNDIP - PABA0001G	18.68	0,039		
Gunungpati	CORS UNDIP - PBU013	13.17	0,022	0,0039	0,000016
	CORS UNDIP - PBA013A	12.96	0,023		
	CORS UNDIP - PABU015	11.73	0,020		
	CORS UNDIP - PBU014	11.84	0,019		
	CORS UNDIP - PABU018	11.07	0,021		
	CORS UNDIP - PBU017	11.18	0,030		
Boja	CORS UNDIP - PABU007	15.79	0,036	0,0074	0,000054
	CORS UNDIP - PABA007A	15.57	0,040		
	CORS UNDIP - PABU008	15.64	0,029		
	CORS UNDIP - PBU010	15.86	0,025		
	CORS UNDIP - PABU011	15.89	0,041		
	CORS UNDIP - PABA011A	16.02	0,038		
	CORS UNDIP - PABA011B	14.57	0,023		

1. Perbandingan Daerah Mangkang dan Gunung Pati

Didaerah Mangkang terdapat 6 titik patok batas wilayah dan Gunungpati terdapat 6 titik patok batas wilayah,

$$F \text{ Hitungan} = \frac{\text{Variansi 6 titik}}{\text{Variansi 6 titik}} = \frac{0.000024}{0.0000155} = 1.548$$

Hipotesis Nol **diterima** karena F hitungan (1.548) < F tabel (8.47)

2. Perbandingan Daerah Mangkang dan Boja

Didaerah Mangkang terdapat 6 titik patok batas wilayah dan Boja terdapat 7 titik patok batas wilayah,

$$F \text{ Hitungan} = \frac{\text{Variansi 6 titik}}{\text{Variansi 7 titik}} = \frac{0.000024}{0.000054} = 0.444$$

Hipotesis Nol **diterima** karena F hitungan (0.444) < F tabel (7.19)

3. Perbandingan Daerah Boja dan Gunungpati

Didaerah Boja terdapat 7 titik patok batas wilayah dan Gunungpati terdapat 6 titik patok batas wilayah,

$$F \text{ Hitungan} = \frac{\text{Variansi 7 titik}}{\text{Variansi 6 titik}} = \frac{0.000054}{0.0000155} = 3.483$$

Hipotesis Nol **diterima** karena F hitungan (3.483) < F tabel (8.26)

Dilihat uji statistik data pengukuran menggunakan distribusi *fisher* dapat disimpulkan bahwa semua hipotesis nol dengan selang kepercayaan 95% diterima, yang berarti semua daerah baik daerah Mangkang, Boja, maupun GunungPati dengan panjang *baseline* antara 11 sampai 20 kilometer dianggap sama, sehingga tidak berpengaruh pada hasil *horizontal precisionnya*, hal ini dikarenakan jarak *baseline* antar lokasi yang perbedaannya tidak terlalu jauh.

III.3. Analisis Perbandingan

Dari hasil pengukuran metode *Real Time Kinematic* dan *Static* diatas maka dapat dihitung selisih ukurannya terhadap koordinat definitif yang dipakai, maka didapat hasil seperti dibawah ini :

Tabel III.3. Selisih Koordinat Patok Batas Hasil Pengukuran Metoda RTK dan Permen no.21 tahun 2014

No	Point	Koordinat RTK		Koordinat Permen		Selisih		dl (m)
		X (UTM)	Y (UTM)	X (UTM)	Y (UTM)	X (m)	Y (m)	
0	CORS UNDIP	438136,4060	9220591,9940	-	-	-	-	-
1	PABA0001D	421770,5740	9228662,7920	421776,7180	9228651,4160	-6,144	11,376	12,929
2	PABA0001C	421505,6570	9229165,6910	421478,2080	9229185,3190	27,449	-19,628	33,745
3	PABA0001B	421012,8620	9229518,7920	421014,3660	9229516,9190	-1,504	1,873	2,402
4	PBU017	427786,3930	9216813,5700	427788,9210	9216803,8310	-2,528	9,739	10,062
5	PABU018	428134,9320	9215807,8850	428137,3130	9215806,2310	-2,381	1,654	2,899
6	PABU015	427660,5440	9215466,0160	427661,9980	9215464,7200	-1,454	1,296	1,948
7	PBU014	427675,5960	9215193,8450	427677,6910	9215191,3970	-2,095	2,448	3,222
8	PBU013	426338,2690	9214909,5440	426340,6120	9214906,9650	-2,343	2,579	3,484
9	PBA013A	426612,2580	9214723,0940	426610,8340	9214720,0530	1,424	3,041	3,358
10	PABA011B	424635,1240	9214446,9880	424635,6940	9214443,8620	-0,570	3,126	3,178
11	PABA011A	423453,2550	9215023,1840	423456,9020	9215019,4580	-3,647	3,726	5,214
12	PABA0001G	422203,1760	9229684,1720	422209,5280	9229679,5120	-6,352	4,660	7,878
13	PBU010	423216,9350	9216034,7370	423213,0440	9216029,4440	3,891	5,293	6,569
14	PABU011	423138,0220	9215726,6120	423136,7770	9215725,3000	1,245	1,312	1,809
15	PABU008	423022,7820	9217216,8970	423014,9130	9217210,8220	7,869	6,075	9,941
16	PABA007A	422851,8360	9218060,5460	422844,9220	9218049,5940	6,914	10,952	12,952
17	PABU007	422547,8800	9219384,7620	422548,4740	9219375,4360	-0,594	9,326	9,345
18	PABA0001F	422632,0190	9230606,9900	422633,8500	9230606,4250	-1,831	0,565	1,916
19	PABA0001E	421826,1700	9230902,8160	421896,7450	9230879,0050	-70,575	23,811	74,484
Jumlah								207,334
Nilai Rata-Rata								10,912
Simpangan Baku								17,074
Pergeseran Terbesar								74,484
Pergeseran Terkecil								1,809

Dilihat dari tabel diatas, diketahui bahwa selisih hasil pengukuran RTK dengan koordinat definitif sangat besar dengan nilai pergeseran terbesar yaitu 74,4835m. Untuk itu dilakukan analisa dengan membandingkan koordinat hasil RTK dengan koordinat titik sampel hasil Statik. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui apakah pergeseran yang begitu besar dikarenakan oleh kesalahan pada saat pengukuran dengan metode RTK atau pada koordinat definitif yang tercantum dalam Permen no.21 tahun

2014 yang tidak sama dengan koordinat definitifnya dilapangan, hasil perbandingannya adalah sebagai berikut :

Tabel III.4. Selisih Koordinat Patok Batas Hasil Metoda RTK dan Metoda Statik Pengikatan ke Stasiun CORS UNDIP (GUDIP)

No	Point	Koordinat RTK			Koordinat Statik ke CORS Undip			Selisih			dl (m)
		X (UTM)	Y (UTM)	Z (Ellipsoid)	X (UTM)	Y (UTM)	Z (Ellipsoid)	X (m)	Y (m)	Z (Ellipsoid)	
1	PBU014	427675,5960	9215193,8450	360,2840	427675,1130	9215193,7420	360,9180	0,4830	0,1030	-0,6340	0,4939
2	PBA013A	426612,2580	9214723,0940	358,6640	426612,2620	9214723,1150	358,9870	-0,0040	-0,0210	-0,3230	0,0214
3	PABU008	423022,7820	9217216,8970	252,2860	423023,4120	9217216,6760	254,3970	-0,6300	0,2210	-2,1110	0,6676
4	PABA0001E	421826,1700	9230902,8160	27,4420	421826,4150	9230902,6360	27,9500	-0,2450	0,1800	-0,5080	0,3040
Jumlah											1,4869
Nilai Rata-Rata											0,3717
Simpangan Baku											0,2768
Pergeseran Terbesar											0,6676
Pergeseran Terkecil											0,0214

Tabel III.5. Selisih Koordinat Patok Batas Hasil Metoda RTK dan Metoda Statik Pengikatan ke Stasiun CORS BAKO (bako)

No	Point	Koordinat RTK			Koordinat Statik ke CORS Bako			Selisih			dl (m)
		X (UTM)	Y (UTM)	Z (Ellipsoid)	X (UTM)	Y (UTM)	Z (Ellipsoid)	X (m)	Y (m)	Z (Ellipsoid)	
1	PBU014	427675,5960	9215193,8450	360,2840	427675,1128	9215193,7419	360,9184	0,4832	0,1031	-0,6344	0,4941
2	PBA013A	426612,2580	9214723,0940	358,6640	426612,2580	9214723,1163	358,9876	0,0000	-0,0223	-0,3236	0,0223
3	PABU008	423022,7820	9217216,8970	252,2860	423023,4100	9217216,6756	254,3966	-0,6280	0,2214	-2,1106	0,6659
4	PABA0001E	421826,1700	9230902,8160	27,4420	421826,4148	9230902,6364	27,9532	-0,2448	0,1796	-0,5112	0,3036
Jumlah											1,4859
Nilai Rata-Rata											0,3715
Simpangan Baku											0,2758
Pergeseran Terbesar											0,6659
Pergeseran Terkecil											0,0223

Dilihat dari **Tabel III.4.** perbedaan antara koordinat titik sampel hasil RTK dan statik pengikatan ke stasiun CORS UNDIP berkisar pada fraksi *centimeter* dengan pergeseran terbesar bernilai 66.76cm, sehingga dapat disimpulkan bahwa koordinat titik sampel hasil metode statik masih menunjukkan kemiripan dengan koordinat hasil pengukuran RTK, sementara dilihat dari **Tabel III.5.** perbedaan antara koordinat titik sampel koordinat hasil RTK dan statik pengikatan ke stasiun CORS BAKO perbedaan terbesar bernilai 66.59 cm. Pada kedua tabel diatas memiliki nilai variansi yang hampir sama sehingga dapat disimpulkan bahwa koordinat definitif stasiun *base* CORS UNDIP masih baik.

III.4. Analisis Verifikasi

Analisis dilakukan untuk mengetahui perbedaan posisi antara koordinat Permen dan RTK secara visual dngan menggunakan *google earth*.

1. Analisis Tipe Patok Pilar Batas Utama

Analisis Patok PBU dilakukan dengan membandingkan posisi hasil koordinat Permen dengan koordinat RTK pada *google earth*, *plotting* dilakukan dengan mengambil sampel PBU 014 yang terletak pada batas Kelurahan Karangmalang Kecamatan Mijen Kota Semarang dengan Desa Banjarejo Kecamatan Boja Kabupaten Kendal,



Gambar III.2. Plotting koordinat PBU 014 hasil Permen dan RTK

Hasil *plotting* menunjukkan bahwa koordinat PBU014 hasil Permen tepat berada di as jalan yang merupakan batas administrasinya, sedangkan koordinat PBU014 hasil RTK berada disebelah tugu batas,

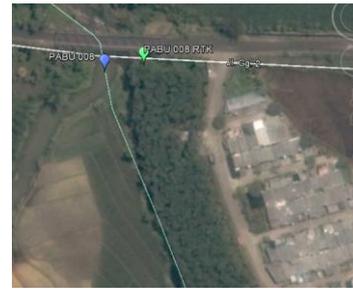


Gambar III.3. PBU014 di lapangan hasil Permen dan RTK

Pemasangan Pilar PBU tidak mungkin dilakukan tepat di batas administrasinya, sehingga ditempatkan pada lokasi seberang jalan yang lebih aman.

2. Analisis Tipe Patok Pilar Antara Batas Utama

Analisis Patok PABU dilakukan dengan membandingkan posisi hasil koordinat Permen dengan koordinat RTK pada *google earth*, *plotting* dilakukan dengan mengambil sampel PABU008 yang terletak di Kelurahan Jatisari Kecamatan Mijen Kota Semarang yang berbatasan dengan Desa Meteseh Kecamatan Boja Kabupaten Kendal,



Gambar III.4. Plotting PABU008 hasil Permen dan RTK

Hasil *plotting* menunjukkan bahwa koordinat PABU008 hasil Permen tepat berada di as sungai yang merupakan batas administrasinya, sedangkan koordinat PABU008 hasil RTK berada disebelah sungai,



Gambar III.5. PABU008 di lapangan

Pemasangan Pilar PABU tidak mungkin dilakukan tepat di batas administrasinya, sehingga ditempatkan pada lokasi seberang sungai yang lebih aman.

3. Analisis Tipe Patok Pilar Batas Antara

Analisis Patok PBA dilakukan dengan membandingkan posisi hasil koordinat Permen dengan koordinat RTK pada *google earth*, *plotting* dilakukan dengan mengambil sampel PBA013a yang terletak pada batas Kelurahan Karangmalang Kecamatan Mijen Kota Semarang dengan Desa Leban Kecamatan Boja Kabupaten Kendal,



Gambar III.6. Plotting PBA013a hasil Permen dan RTK

Hasil *plotting* menunjukkan bahwa koordinat PBA013a hasil Permen tepat berada di as jalan yang merupakan batas administrasinya, sedangkan koordinat PBA013a hasil RTK berada disebelah jalan,

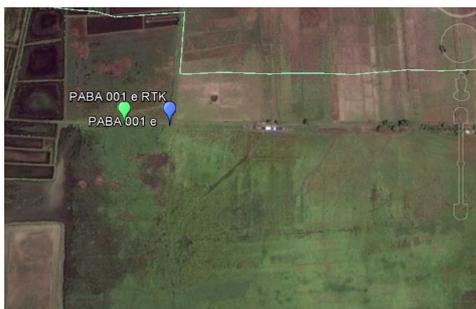


Gambar III.7. PBA013a di lapangan

Pemasangan Pilar PBA tidak mungkin dilakukan tepat di batas administrasinya, sehingga ditempatkan pada lokasi seberang jalan yang lebih aman.

4. Analisis Tipe Patok Pilar Antara Batas Antara

Analisis Patok PABA dilakukan dengan membandingkan posisi hasil koordinat Permen dengan koordinat RTK pada *google earth*, *plotting* dilakukan dengan mengambil sampel PABA001e yang terletak di Desa Sumberejo Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal yang berbatasan dengan Kelurahan Mangkang Kulon Kecamatan Tugu Kota Semarang,



Gambar III.8. *Plotting* PABA001e hasil Permen dan RTK

Hasil *plotting* menunjukkan bahwa koordinat PABA001e hasil Permen tepat berada di tegalan sawah yang merupakan batas administrasinya, sedangkan koordinat PABA001e hasil RTK berada jauh dari batas administrasinya,



Gambar III.9. PABA001e di lapangan

Pemasangan Pilar PABA tidak mungkin dilakukan tepat di batas administrasinya, sehingga ditempatkan pada lokasi yang agak jauh sehingga lebih aman.

Pergeseran yang besar dari hasil koordinat definitif Permen no.21 tahun 2014 dan hasil pengukuran RTK bukan disebabkan oleh kesalahan pada pengukuran RTK, namun lebih dikarenakan oleh ketidaksamaan antara koordinat patok yang tercantum dalam Permen no.21 tahun 2014 dengan kordinat patok di lapangan.

Hal ini dikarena spesifikasi penempatan patok batas wilayah yang tidak harus dipasang tepat pada koordinat yang diinginkan, berbeda dengan TDT maupun TTG. Spesifikasi penempatan patok batas wilayah disesuaikan dengan tipenya :

1. PBU : Pilar yang dipasang sebagai tanda batas darat antar provinsi/ kabupaten/ kota yang diletakkan tepat pada batas antar daerah,
2. PABU : Pilar yang dipasang sebagai tanda batas darat antar provinsi/ kabupaten/kota yang diletakkan disisi batas alam atau buatan yang berfungsi sebagai titik ikat garis batas antar daerah provinsi/kabupaten/kota.
3. PBA : Pilar yang dipasang sebagai tanda batas darat antar provinsi/kabupaten/kota yang diletakkan tepat pada garis batas antar daerah provinsi/kabupaten/kota yang berada diantara pbu atau pabu,
4. PABA : Pilar yang dipasang sebagai tanda batas darat antar provinsi/kabupaten/kota yang diletakkan disisi batas alam atau batas buatan yang berfungsi sebagai titik ikat garis batas antar daerah provinsi/kabupaten/kota dan berada diantara pbu atau pabu.

III.5. Analisis Skala Peta

Analisis yang digunakan pada tahap ini adalah dengan membandingkan nilai ketelitian (*standar deviasi*) dari data selisih koordinat patok batas hasil metoda RTK-NTRIP dan metoda statik pengikatan ke stasiun CORS UNDIP dengan panjang *baseline* 11 sampai 20 km seperti pada **Tabel 4** dengan ketelitian peta berdasarkan skala peta yang sudah ditentukan dalam Lampiran Permendagri No.76 Tahun 2012.

Rumus yang digunakan untuk menentukan ketelitian peta yaitu :

Tabel III.6. Rumus Ketelitian pada Peraturan BIG, Nomor 15 Tahun 2014

Ketelitian Horizontal	$1 / 2000 \times \text{Skala Peta}$
Ketelitian Vertikal	$1 / 3 \times \text{Interval Kontur}$

Pada analisis ini interval keyakinan (*confidence intervals*) yang digunakan adalah 95%. Berikut nilai Ketelitian Horizontal Peta dengan Interval Keyakinan 95% :

Tabel III.7. Ketelitian Horizontal Peta dengan Interval Keyakinan 95%

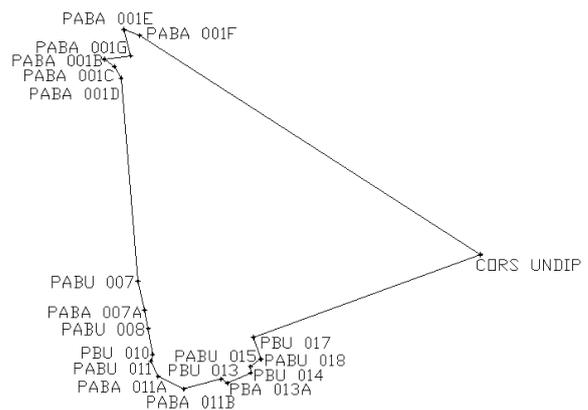
Skala	Standar Deviasi (m) ($\sigma = 1/2000 \times \text{Skala Peta}$)	95% confidence interval ($1,960 \sigma$)
1 : 100	0,05	0,098
1 : 500	0,25	0,49
1 : 1.000	0,5	0,98
1 : 2.500	1,25	2,45
1 : 5.000	2,5	4,90

Berdasarkan Tabel 7 nilai ketelitian (*standar deviasi*) pengukuran RTK terhadap pengukuran Statik yang lebih teliti adalah 0.2768 meter, nilai ini masuk dalam rentang 0.25 - 0.49 sehingga ketelitian Horizontal pengukuran koordinat patok batas wilayah dengan metoda RTK-NTRIP dalam penelitian ini masuk dalam skala 1 : 500.

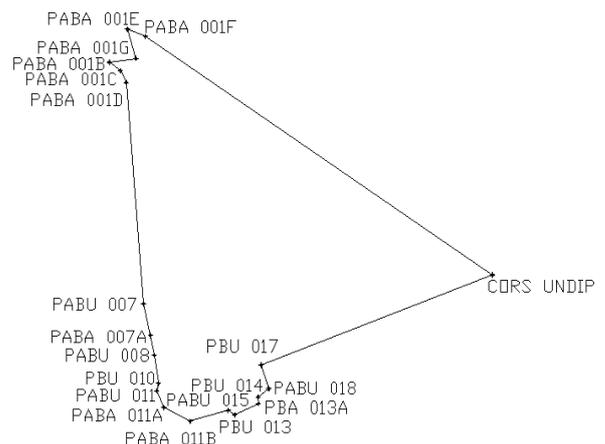
Dalam Lampiran Permendagri No.76 Tahun 2012 skala peta untuk batas kota adalah 1 : 50.000, sehingga ketelitian horizontal metoda RTK-NTRIP dapat digunakan untuk pengukuran batas wilayah dengan jarak *baseline* 11 - 20 km.

III.6. Analisis Geometri Jaringan

Selain melakukan analisis secara *numeric*, dilakukan pula analisis secara visual yaitu analisis geometri jaringan. Geometri jaringan ini dibuat berdasar titik-titik yang menjadi objek didalam penelitian ini. Dilakukan perbandingan antara geometri jaringan serta jarak antar titik batas wilayah hasil pengukuran RTK dan koordinat definitif. Berikut merupakan gambar bentuk geometri jaringannya :



Gambar III.10. Geometri Jaringan Permen



Gambar III.11. Geometri Jaringan RTK

Dari hasil perhitungan jaraknya, maka didapatkan selisih hasil sebagai berikut :

Tabel III.8. Selisih Jarak

JARAK		RTK (m)	PERMEN (m)	SELISIH (m)
DARI	KE			
PABA001E	PABA001F	858,430	785,890	-72,540
PABA001F	PABA001G	1017,590	1019,420	1,830
PABA001G	PABA001B	1201,750	1206,170	4,420
PABA001B	PABA001C	606,260	570,180	-36,080
PABA001C	PABA001D	569,640	611,150	41,510
PABA001D	PABU007	9310,530	9308,030	-2,500
PABU007	PABA007A	1358,650	1358,580	-0,070
PABA007A	PABU008	860,790	855,820	-4,970
PABU008	PBU010	1198,040	1197,880	-0,160
PBU010	PABU011	318,570	313,560	-5,010
PABU011	PABA011A	770,830	775,040	4,210
PABA011A	PABA011B	1317,030	1311,820	-5,210
PABA011B	PBU013	1764,020	1766,690	2,670
PBU013	PBA013A	332,360	328,570	-3,790
PBA013A	PBU014	1161,570	1166,340	4,770
PBU014	PABU015	272,590	273,770	1,180
PABU015	PABU018	584,740	585,280	0,540
PABU018	PBU017	1064,370	1056,680	-7,690
Jumlah		24567,760	24490,870	199,150
Selisih Terkecil				0,070
Selisih Terbesar				-72,540

Dari hasil perhitungan sudut luar poligonnya, maka didapatkan selisih hasil sebagai berikut :

Tabel III.9. Selisih Sudut

TITIK	RTK	PERMEN	SELISIH
CORS Undip	307°05'03.74"	307°01'50.47"	-00°03'13.27"
PABA001E	307°20'54.09"	304°54'33.97"	-02°26'20.12"
PABA001F	192°42'07.78"	192°34'03.32"	-00°08'04.46"
PABA001G	80°43'10.87"	83°11'06.56"	02°27'55.69"
PABA001B	316°30'12.22"	316°38'55.84"	-00°08'43.62"
PABA001C	153°27'46.42"	154°48'50.44"	01°21'04.02"
PABA001D	156°59'24.61"	155°32'45.85"	-01°26'38.76"
PABU007	188°08'18.72"	187°50'25.36"	-00°17'53.36"
PABU008	178°31'17.72"	178°03'53.36"	00°27'24.36"
PBU010	157°07'55.72"	156°29'36.02"	-00°38'19.07"
PABU011	218°40'44.26"	218°28'23.57"	-00°12'20.69"
PABA011A	220°01'36.66"	219°34'40.96"	-00°26'55.07"
PBU013	130°34'12.82"	130°07'55.22"	-00°26'17.06"
PBA013A	238°06'53.41"	238°28'53.38"	00°21'59.97"
PBU014	249°17'09.42"	249°21'13.31"	00°04'03.89"
PABU015	122°36'47.08"	122°24'39.45"	-00°12'07.63"
PABU018	253°20'10.35"	253°28'10.62"	00°08'00.27"
PBU 017	90°56'26.28"	90°50'21.06"	-00°06'05.22"
Selisih Terkecil			00°01'54.39"
Selisih Terbesar			02°26'20.12"
Jumlah	3962°01'15.09"	3959°54'15.00"	

Dilihat dari Gambar III.10 dan Gambar III.11 dapat disimpulkan bahwa geometri jaringan antara pengukuran RTK dan Permen masih sama bentuknya atau konform, tetapi untuk hasil perhitungan jarak dan sudutnya terdapat perbedaan. Perbedaan jarak terbesar ada diantara PABA001E dan PABA001F sebesar 72.54m (berkurang), hal ini dikarenakan selisih koordinat pada PABA001E sendiri mengalami pergeseran terbesar, sedangkan perbedaan sudut terbesar PABA001G sebesar 02°26'20.12".

Apabila jumlah sudut RTK dan Permen dimasukkan kedalam syarat penutup sudut luar poligon tertutup, yaitu koreksi penutup sudut = $\Sigma \text{sudut} - (n + 2) * 180^\circ$, dengan nilai $(n + 2) * 180^\circ$ adalah 3960°00'00", maka koreksi penutup sudut RTK sebesar 02°01'15.09" sedangkan untuk koreksi penutup sudut Permen sebesar -00°05'45". Berdasarkan koreksi penutup sudutnya maka geometri Permen memiliki bentuk yang lebih baik dibandingkan dengan geometri RTK yang memiliki koreksi penutup yang lebih besar.

IV. Penutup

IV.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini yaitu :

1. Nilai perbedaan koordinat pilar batas hasil pengukuran RTK-NTRIP terhadap Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 adalah terbesar 78,5m pada PABA0001E, terkecil 1,8m pada PABU011, dengan nilai simpangan bakunya 17,07m.
2. Dilihat dari nilai selisih koordinat pengukuran Pilar Batas Wilayah metode RTK-NTRIP terhadap Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 didapat 3 jenis karakteristik sebagai berikut :
 - a. Nilai selisih (dL) koordinat yang besarnya acak pada titik baik pada daerah yang sama maupun berbeda,
 - b. Koordinat yang tercantum dalam Peraturan Menteri Dalam Negeri Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2014 merupakan koordinat batas wilayah secara administratif, sementara Koordinat hasil pengukuran RTK-NTRIP merupakan koordinat sebenarnya dari pilar batas wilayah dilapangan,
 - c. Selisih nilai koordinat pilar batas wilayah yang besar dikarenakan pemasangan pilar batas wilayah yang fleksibel dan tidak mungkin dipasang tepat pada batas administrasinya.
3. Dilihat dari hasil pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP pada pilar batas wilayah, ketelitian horizontalnya berkisar antara 2,5 cm dalam solusi *fix* dan 3,6 cm dalam solusi *float* dan masuk pada skala peta 1 : 500 sehingga metode RTK-NTRIP memenuhi syarat pengukuran maupun perapatan patok batas wilayah yaitu pada skala peta 1:25.000.

IV.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Sebaiknya dilakukan deskripsi pilar secara detail untuk menunjukkan batas administrasi sebenarnya yang diwakili pilar tersebut, serta pilar batas diukur koordinatnya sesuai peraturan yang berlaku.
2. Sebaiknya pengukuran metode NTRIP dilakukan pada pagi hari karena aktifitas penggunaan data internet masih sedikit sehingga kemungkinan mendapat solusi *fix* lebih besar.

Daftar Pustaka

- Abidin, H.Z. 2007. Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dammalage, T.L. dan Samarakoon, L. 2008. *Test Results Of RTK And Real-Time DGPS Corrected Observations Based On NTRIP Protocol*. Asian Institute of Technology. Japan.
- Hafiz, E. 2014. Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP. Skripsi Teknik Geodesi Program Sarjana Univeritas Diponegoro.
- Madena, A. 2013. Verifikasi Koordinat TDT Orde 3 dengan Pengukuran GNSS RTK Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP. Skripsi Teknik Geodesi Program Sarjana Univeritas Diponegoro.
- Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Dalam Negeri No.76 Tahun 2012 tentang Pedoman Penegasan Batas Daerah*. Lembaran Negara Tahun 2012, No. 1252. Kementrian Dalam Negeri. Jakarta.
- Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Dalam Negeri No.21 Tahun 2014 tentang Batas Daerah Kota Semarang dengan Kabupaten Kendal Provinsi Jawa Tengah*. Lembaran Negara Tahun 2014, No. 6. Kementrian Dalam Negeri. Jakarta.
- Schwieger, V., Lilje, M., Sarib, R. 2009. *GNSS CORS - Reference Frames And Services*. International Federation Of Surveyors. Germany.
- Sitohang. 2014. Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode RTK NTRIP Dengan Beberapa Provider GSM. Skripsi Teknik Geodesi Program Sarjana Univeritas Diponegoro.
- Wolf, P. dan Charles, D. 2006. *Adjusment Computation*. Jhon Wiley & Son Inc. New York.