

## PENGGUNAAN *MOBILE BASE STATION SOUTH GALAXY G1* UNTUK PENGUKURAN BATAS BIDANG TANAH DI KAWASAN PADAT BANGUNAN

*Hanggas Wirapradeksa, Tanjung Nugroho, Muh. Arif Suhattanto*  
Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional  
Jl. Tata Bumi No. 5 PO BOX 1216 Kode Pos 55293 Yogyakarta

**Abstract:** GNSS CORS as one of land and area measuring instrument has the weakness of limited range of base station and can only be used in open area. Nowadays, this weakness can be overcome by mobile base station technology. One GNSS tool that uses mobile base station technology is Galaxy G1, South type. Another advantage is that, it can capture the Beidou satellite signal so that the satellite configuration becomes better. Thus, the researcher conducted a study with the aims (1) to know the difference between accuracy of measurement MBS South Galaxy G1 with and without Beidou satellites; (2) to test the accuracy of the results of measurements using Mobile Base Station South Galaxy G1 type towards the results of measurements with Electronic Total Station (ETS) in the densely building area. This research used a comparison experimental research method with a quantitative approach. The results of the analysis show that (1) the coordinates of the observation with Beidou have an average horizontal accuracy of 0.025 m, while the results of the calculation of coordinates without Beidou have an average horizontal accuracy of 0.421 m. (2) The difference between the MBS South Galaxy G1 coordinate value and the terrestrial coordinate value is 0.132 m on average. The results of the t-test with a significance level of 5% found that the MBS South Galaxy G1 coordinate value has a significant difference to the terrestrial coordinate value.

**Keywords:** *mbs, south galaxy g1*

**Intisari:** CORS sebagai salah satu alat ukur bidang tanah mempunyai kelemahan terbatasnya jangkauan *base station* dan hanya dapat digunakan di daerah terbuka. Kelemahan tersebut kini dapat diatasi dengan adanya teknologi *MBS*. Salah satu alat GNSS yang menggunakan teknologi *MBS* adalah *South tipe Galaxy G1*. Kelebihan lain adalah dapat menangkap sinyal satelit *Beidou* sehingga konstalasi satelitnya lebih baik. Berdasarkan hal tersebut peneliti ini bertujuan (1) mengetahui perbedaan ketelitian hasil pengukuran *MBS South Galaxy G1* dengan dan tanpa satelit *Beidou*; (2) menguji ketelitian hasil pengukuran menggunakan *MBS South Tipe Galaxy G1* terhadap hasil pengukuran dengan *Elektronik Total Station (ETS)* pada kawasan padat bangunan. Metode yang digunakan adalah metode penelitian eksperimen perbandingan dengan pendekatan kuantitatif. Hasil analisis diketahui (1) Koordinat pengamatan dengan *Beidou* memiliki ketelitian horisontal rata-rata sebesar 0.025 m, sedangkan hasil perhitungan koordinat tanpa *Beidou* memiliki ketelitian horisontal rata-rata sebesar 0.421 m. (2) Perbedaan nilai koordinat *MBS South Galaxy G1* terhadap nilai koordinat terestris rata-rata sebesar 0.132 m. Hasil uji t dengan taraf signifikansi 5% diperoleh bahwa nilai koordinat *MBS South Galaxy G1* memiliki perbedaan yang signifikan terhadap nilai koordinat terestris.

**Kata Kunci:** *mbs, south galaxy g1*.

### A. Pendahuluan

Pendaftaran Tanah Sistematis Lengkap (PTSL) merupakan program dari Kementerian ATR/BPN dalam rangka mempercepat pendaftaran tanah di Indonesia. Konsep

dari kegiatan PTSL adalah pelaksanaan penambahan dan pembenahan yang dilakukan secara simultan dan diharapkan lebih sistematis (Kusmiarto 2017). Tujuan pelaksanaan PTSL, selain untuk mempercepat pendaftaran tanah diantaranya adalah untuk meminimalisasi konflik pertanahan yang ada hingga saat ini seperti terbitnya sertipikat ganda dan *overlapping* bidang tanah. Salah satu penyebab terbitnya sertipikat ganda dan *overlapping* bidang tanah adalah bidang-bidang tanah di Indonesia masih banyak yang belum terdaftar dan terpetakan. Selain belum terpetakan, bidang-bidang tanah yang sudah terdaftar, pada peta pendaftaran belum terpetakan dengan benar. Hal tersebut disebabkan karena titik-titik dasar teknik yang digunakan sebagai referensi dan titik ikat dalam pengukuran bidang tanah, tidak terdistribusi secara merata. Sehingga pada saat plotting bidang-bidang tanah pada peta pendaftaran, tidak terikat pada koordinat nasional.

Kendala mengenai terbatasnya titik-titik dasar teknik sebagai titik ikat atau referensi dalam pemetaan kini mulai dapat diatasi dengan teknologi GNSS/CORS yang digunakan oleh Kementerian ATR/BPN dan dikenal dengan nama Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP). Penggunaan GNSS/CORS menjadi solusi dalam menentukan posisi bidang-bidang tanah yang terukur. Akan tetapi CORS ini mempunyai kendala yaitu jangkauan penggunaan yang terbatas karena terbatasnya sebaran *base station* (stasiun referensi) dan jangkauan dari *base station* di Kantor Pertanahan. Keterbatasan *base station* ini menyebabkan cakupan wilayah yang dapat diukur dengan GNSS/CORS menjadi terbatas. Selain keterbatasan jangkauan *base station*, CORS hanya efektif digunakan pada daerah terbuka. Dalam penggunaan untuk pengukuran bidang tanah di daerah yang terdapat obstruksi seperti pemukiman yang banyak terdapat bangunan atau pekarangan yang tertutup pepohonan, sulit untuk didapatkan ketelitian yang dipersyaratkan. Padahal cakupan pengukuran dan pendaftaran tanah tidak hanya kawasan pertanian yang terbuka, tetapi termasuk juga kawasan pemukiman dan pekarangan.

*SOUTH* salah satu vendor alat survey menawarkan sebuah alat GPS GNSS/CORS yang telah dikembangkan yaitu *Mobile Base Station (MBS) South* tipe *Galaxy G1*. Alat ini dapat menjadi solusi dari keterbatasan jangkauan *base station* pada Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP) kantor pertanahan. Selain itu *South* tipe *Galaxy G1* ini mempunyai kelebihan adanya tambahan konstalasi satelit yaitu satelit Beidou milik China. Semakin banyak satelit yang tertangkap oleh GPS maka geometri satelit akan menjadi lebih baik.

Satelit navigasi Beidou milik negara China ini salah satu satelit yang mempunyai cakupan global, akan tetapi tidak semua *receiver* GNSS dapat menangkap sinyal satelit

Beidou. Salah satu *receiver* yang dapat menangkap sinyal satelit Beidou ini adalah *South tipe Galaxy G1*. Adanya satelit Beidou ini, membuat geometri satelit semakin bagus. Geometri satelit yang lebih baik ini memungkinkan *South tipe Galaxy G1* dapat digunakan untuk pengukuran pada daerah pemukiman yang relatif padat bangunan dan daerah dengan vegetasi tertutup.

Achmad Setiawan (2017) dalam penelitiannya yang berjudul "Pemanfaatan Penerapan *MBS* dalam Pengukuran dan Pemetaan Kadastral" meneliti tentang ketelitian yang diperoleh dengan sistem *MBS*. Achmad membandingkan koordinat hasil pengukuran *MBS* dengan koordinat hasil pengukuran statik, dengan sampel batas bidang tanah di daerah terbuka. Tujuannya penelitiannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan ketelitian hasil pengukuran dengan memanfaatkan teknologi *MBS*. Heri Andreas dkk. (2016), dalam jurnalnya yang berjudul "Percepatan Pemetaan Persil Menggunakan Teknologi *Mobile Base (MOBS) RTK Beidou* dan *RTPPP*" meneliti tentang bagaimana kecepatan pengukuran, serta kemampuan *Beidou+GPS* system dalam mengukur di daerah lahan terbuka, tipikal obstruksi rural area bahkan di tutupan kanopi. Variabel untuk menilai kemampuan *Beidou+GPS* system ini adalah nilai akurasi dan presisi dari koordinat yang diperoleh.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian lain adalah peneliti meneliti secara spesifik jenis alat yang menerapkan sistem *MBS* yang juga mempunyai kemampuan menangkap sinyal satelit Beidou. Peneliti juga meneliti lebih terfokus pada lokasi dengan karakteristik padat bangunan dimana banyak terdapat bangunan bertingkat. Penelitian ini meneliti ketelitian yang diperoleh dari alat *MBS South Galaxy G1* pada saat digunakan di kawasan padat bangunan. Variabel ketelitian dinilai dari besar perbedaan koordinat yang diperoleh dibandingkan dengan koordinat yang dianggap benar dari hasil pengukuran terestris. Hasil penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah *MBS South Galaxy G1* dapat digunakan atau tidak, untuk pengukuran batas bidang tanah di kawasan padat bangunan.

Konsep dasar penentuan posisi dengan GNSS adalah reseksi atau pemotongan kebelakang dengan jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GNSS yang koordinatnya diketahui (Abidin 2007). Setiap satelit GNSS secara kontinyu memancarkan gelombang pada 2 frekuensi L band yang disebut L1 dan L2. Dengan mengamati sinyal-sinyal dari satelit dalam jumlah dan waktu yang cukup dapat diproses untuk memperoleh informasi mengenai posisi, kecepatan, waktu atau parameter-parameter turunannya. Posisi yang diberikan adalah posisi tiga dimensi (  $x$ ,  $y$ , dan  $z$  atau lintang, bujur, dan tinggi ) yang dinyatakan dalam datum *World Geodetic System (WGS'84)*.

*Continuously Operating Reference Stations* (CORS) merupakan suatu teknologi berbasis *Global Navigation Sattelite System* (GNSS) yang berwujud sebagai stasiun referensi yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver*. Stasiun referensi ini mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara kontinyu 24 jam per hari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, dan mengirim data. Data yang terekam oleh stasiun referensi dapat dimanfaatkan oleh para pengguna untuk penentuan posisi, baik secara *post-processing* maupun *real-time*.

Di Indonesia sistem ini telah dimanfaatkan dalam beberapa aspek, seperti di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional yang dikenal sebagai Jaringan Referensi Satelit Pertanahan (JRSP). Pedoman dan petunjuk Teknis JRSP (2009,9) yang diterbitkan Direktorat Pengukuran Dasar menjelaskan bahwa prinsip kerja CORS adalah stasiun-stasiun referensi merekam data dari satelit GNSS secara kontinyu yang kemudian disimpan dan atau dikirim ke server atau pusat kontrol JRSP melalui jaringan internet secara serempak.

*Base station* adalah stasiun referensi yang berdiri secara statik yang berfungsi sebagai referensi dalam penentuan posisi atau koordinat suatu titik atau kumpulan titik pada suatu cakupan atau area secara real time. Stasiun referensi ini dibangun secara permanen pada lokasi yang stabil di beberapa kantor-kantor pertanahan yang ada di Indonesia dengan jarak antar stasiun referensi sekitar  $\pm 30 - 70$  km (Direktorat Pengukuran Dasar BPN RI 2009). Dalam konteks stasiun referensi ini *mobile* yang dimaksudkan adalah *mobile* yang berarti dapat bergerak dengan bebas dan mudah. Dari pengertian tersebut *MBS* berarti stasiun referensi dalam penentuan posisi atau koordinat suatu titik atau kumpulan titik pada suatu cakupan atau area secara *real time* yang dapat bergerak atau dibuat dan dipindah tergantung kebutuhan penggunaannya.

Sistem *Real-Time Kinematic* (RTK) adalah sistem penentuan posisi real-time secara diferensial menggunakan data fase. Sistem RTK dapat digunakan untuk penentuan posisi objek-objek yang diam maupun bergerak, sehingga sistem RTK tidak hanya dapat merealisasikan survey GPS *real time*, tetapi juga navigasi berketelitian tinggi (Hasanuddin Z. Abidin 2007). Posisi *real time* pada sistem ini dihasilkan dengan pengiriman data *fase* dan *pseudorange* oleh stasiun referensi kepada pengguna secara *real time* menggunakan suatu sistem komunikasi data.

Beidou merupakan teknologi penentuan posisi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Negara China atau Tiongkok. Setelah melalui serangkaian ide gagasan serta implementasi, maka hari ini kita dapat mengamati satelit Beidou di wilayah Asia Pasifik. Satelit didesain dengan dua sistem orbit yang berbeda yaitu orbit *geostationer* dan orbit *prograde*. Adanya satelit pada orbit *geostationer* akan memungkinkan penentuan posisi di

wilayah equator semakin cepat dan akurat. Kedepannya sistem Beidou dari segi cakupannya akan menjangkau seluruh dunia. Kombinasi sistem satelit Beidou dengan sistem GNSS lain seperti GPS (*Global Positioning System*), *Glonas*, dan juga *Galileo* di masa depan, akan membuat penentuan posisi yang akurat dan cepat dimana saja di belahan bumi, bukan merupakan hal yang mustahil (Andreas. H 2016).

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif menggunakan metode percobaan dengan perbandingan (*comparative experiment*). Pengumpulan data dilakukan dengan pengukuran langsung terhadap 42 sampel yang terletak di sekitar jalan Suryatmajan, Kota Yogyakarta. Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis deskriptif dalam membandingkan nilai HRMS yang diperoleh dari pengukuran *MBS South Galaxy G1* dengan dan tanpa satelit Beidou. Analisis perbandingan dengan uji beda dua sampel berpasangan untuk menganalisis sigifikansi perbedaan antara koordinat *MBS South Galaxy G1* dengan koordinat pengukuran terestris. Analisis perbandingan dengan uji beda pihak kanan (*one tail test*) untuk mengetahui apakah besar perbedaan koordinat masuk toleransi kesalahan yang ditetapkan dalam ketentuan PMNA/KBPN Nomor 3 tahun 1997. Kemudian yang terakhir adalah analisis grafis untuk mengetahui pengaruh sebaran obstruksi terhadap perbedaan koordinat pengukuran *MBS South Galaxy G1* dengan koordinat pengukuran terestris.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penelitian ini mengkaji apakah terdapat perbedaan ketelitian yang dapat diperoleh pada pengukuran batas bidang tanah di kawasan padat bangunan, menggunakan *MBS South tipe Galaxy G1* dengan dan tanpa satelit Beidou; serta apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara koordinat hasil pengukuran batas bidang tanah menggunakan *MBS South tipe Galaxy G1* metode RTK-NTRIP dengan koordinat hasil pengukuran metode terestris menggunakan *Electronic Total Station (ETS)* pada kawasan padat bangunan.

## **B. Perbandingan Pengukuran Menggunakan *MBS South Tipe Galaxy G1* dengan Beidou terhadap Pengukuran *South Tipe Galaxy G1* Tanpa Beidou dan Pengukuran Terestris**

### **1. Analisis Nilai Perbedaan Koordinat *MBS South Tipe Galaxy G1* dengan Beidou dan Tanpa Beidou**

Nilai ketelitian hasil pengukuran dengan metode pengamatan satelit, dapat dilihat melalui parameter nilai *Horizontal Root Mean Square (HRMS)*, karena nilai ini merupakan salah satu bentuk penyajian dari nilai ketelitian dua dimensi yaitu sepanjang sumbu X dan sumbu Y. Semakin kecil HRMS maka semakin teliti suatu pengukuran yang

dilakukan karena nilai HRMS merepresentasikan besarnya error atau kesalahan pada saat penentuan posisi horizontal suatu titik. Nilai parameter HRMS dari tiap titik sampel sudah diketahui langsung pada saat pengukuran. Untuk mendapatkan data nilai HRMS tiap titik, cukup pilih untuk menampilkan informasi HRMS saat mengunduh data hasil pengukuran menggunakan *MBS South* tipe *Galaxy G1*, melalui *controller South* tipe *Galaxy G1*.

Perbandingan nilai parameter HRMS dari pengukuran menggunakan *MBS South* tipe *Galaxy G1* dengan dan tanpa sinyal satelit Beidou disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Parameter Nilai HRMS Pengukuran menggunakan *MBS South* Tipe *Galaxy G1* dengan dan Tanpa Beidou

No	Titik	<i>South Galaxy G1</i> dengan Beidou			<i>South Galaxy G1</i> Tanpa Beidou		
		Status	HRMS	Satelit	Status	HRMS	Satelit
1	A1	<i>Fixed</i>	0.028	18	<i>Fixed</i>	0.034	11
2	A2	<i>Fixed</i>	0.031	11	<i>Fixed</i>	0.050	6
3	A3	<i>Fixed</i>	0.052	8	<i>Float</i>	1.375	5
4	A4	<i>Fixed</i>	0.023	19	<i>Fixed</i>	0.026	12
5	A5	<i>Float</i>	0.030	14	<i>Float</i>	0.512	9
6	A6	<i>Fixed</i>	0.035	12	<i>Float</i>	0.780	9
7	A7	<i>Float</i>	0.024	13	<i>Float</i>	0.680	11
8	A8	<i>Fixed</i>	0.033	14	<i>Float</i>	0.945	7
9	A9	<i>Fixed</i>	0.013	16	<i>Fixed</i>	0.013	8
10	A10	<i>Fixed</i>	0.018	14	<i>Float</i>	0.813	10
11	A11	<i>Float</i>	0.025	18	<i>Float</i>	0.605	11
12	A12	<i>Fixed</i>	0.027	14	<i>Float</i>	0.036	7
13	A13	<i>Fixed</i>	0.029	16	<i>Float</i>	0.033	10
14	A14	<i>Fixed</i>	0.022	19	<i>Fixed</i>	0.053	7
15	A15	<i>Fixed</i>	0.035	15	<i>Float</i>	0.528	9
16	A16	<i>Fixed</i>	0.044	6	<i>Float</i>	0.372	8
17	A17	<i>Fixed</i>	0.023	13	<i>Float</i>	0.648	9
18	A18	<i>Fixed</i>	0.029	14	<i>Float</i>	0.072	9
19	A19	<i>Fixed</i>	0.028	10	<i>Float</i>	0.304	9
20	A20	<i>Fixed</i>	0.041	12	<i>Float</i>	0.740	8
21	A21	<i>Fixed</i>	0.021	20	<i>Fixed</i>	0.028	8

No	Titik	South Galaxy G1 dengan Beidou			South Galaxy G1 Tanpa Beidou		
		Status	HRMS	Satelit	Status	HRMS	Satelit
22	A22	<i>Fixed</i>	0.013	23	<i>Fixed</i>	0.013	10
23	A23	<i>Fixed</i>	0.018	18	<i>Fixed</i>	0.025	11
24	A24	<i>Fixed</i>	0.023	9	<i>Float</i>	0.296	8
25	A25	<i>Fixed</i>	0.015	10	<i>Float</i>	0.497	8
26	A26	<i>Fixed</i>	0.032	16	<i>Fixed</i>	0.032	7
27	A27	<i>Fixed</i>	0.031	14	<i>Float</i>	0.475	9
28	A28	<i>Fixed</i>	0.025	15	<i>Float</i>	0.390	8
29	A29	<i>Fixed</i>	0.014	10	<i>Float</i>	0.587	8
30	A30	<i>Fixed</i>	0.018	12	<i>Fixed</i>	0.103	8
31	A31	<i>Fixed</i>	0.020	11	<i>Float</i>	0.171	7
32	A32	<i>Fixed</i>	0.019	11	<i>Float</i>	0.711	8
33	A33	<i>Fixed</i>	0.039	7	<i>Float</i>	0.464	4
34	A34	<i>Fixed</i>	0.015	11	<i>Float</i>	1.016	7
35	A35	<i>Float</i>	1.180	9	<i>Float</i>	1.159	5
36	A36	<i>Fixed</i>	0.015	11	<i>Float</i>	0.674	8
37	A37	<i>Fixed</i>	0.018	12	<i>Float</i>	0.477	9
38	A38	<i>Fixed</i>	0.021	15	<i>Float</i>	0.793	9
39	A39	<i>Fixed</i>	0.022	16	<i>Float</i>	0.341	10
40	A40	<i>Fixed</i>	0.028	19	<i>Float</i>	0.797	9
41	A41	<i>Fixed</i>	0.008	16	<i>Fixed</i>	0.012	8
42	A42	<i>Fixed</i>	0.008	22	<i>Fixed</i>	0.009	10
Rata-rata			0.025	14		0.421	8

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Pada pengukuran menggunakan MBS South tipe Galaxy G1 dengan satelit Beidou sebagian besar pada saat pengamatan mendapat solusi *fixed*. Dari 42 titik hanya 4 titik yang tidak mencapai solusi *fixed* dalam waktu 5 menit. Sedangkan pada pengukuran menggunakan MBS South tipe Galaxy G1 tanpa satelit Beidou, sebagian besar pada saat pengamatan hanya mendapat solusi *float* dengan lama pengamatan 5 menit. Dari 42 titik pengamatan hanya 12 titik yang mencapai solusi *fixed*.

Berdasarkan tabel 1, nilai HRMS koordinat hasil pengukuran menggunakan MBS South tipe Galaxy G1 dengan satelit Beidou, berada pada fraksi centimeter yaitu berkisar antara 0.008 m s/d 0.052 m. Nilai HRMS koordinat hasil pengukuran menggunakan MBS South tipe Galaxy G1 tanpa satelit Beidou, rata-rata berada pada fraksi centimeter hingga desimeter berkisar antara 0.009 m s/d 1.375 m.

Secara keseluruhan nilai HRMS koordinat hasil pengukuran dengan MBS South tipe Galaxy G1 dengan satelit Beidou lebih kecil dari nilai HRMS koordinat hasil pengukuran dengan MBS South tipe Galaxy G1 tanpa satelit Beidou. Perbedaan tersebut menurut peneliti disebabkan oleh adanya perbedaan jumlah sinyal satelit yang diterima oleh receiver, dimana pengukuran dengan MBS South tipe Galaxy G1 dengan satelit Beidou menangkap sinyal satelit yang lebih banyak dibanding dengan pada saat pengukuran dengan MBS South tipe Galaxy G1 tanpa satelit Beidou karena adanya tambahan sinyal satelit Beidou, sehingga geometri satelitnya lebih baik dan dapat diperoleh ketelitian yang lebih baik.

Hal tersebut sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Abidin H.Z. dkk. (2002) bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi ketelitian posisi yang diperoleh dari suatu survei GPS adalah geometri pengamatan. Geometri pengamatan terbagi menjadi 2 jenis yaitu geometri pengamatan dan geometri satelit. Sedangkan geometri satelit tersebut dipengaruhi oleh 2 faktor yaitu jumlah satelit serta lokasi dan distribusi satelit. Dalam survei dengan GPS, pada prinsipnya semakin banyak satelit yang diamati, data yang diperoleh akan semakin baik. Disamping akan memperkuat geometri satelit, juga akan meningkatkan ketelitian posisi yang diestimasi. Semakin banyak satelit yang diamati juga akan semakin mempercepat dan mempermudah proses penentuan *ambiguitas* dari data pengamatan fase.

## **2. Analisis Nilai Perbedaan Koordinat MBS South Tipe Galaxy G1 dengan Koordinat Hasil Pengukuran Terestris**

Pemilihan data perlu dilakukan terlebih dahulu, sebelum dilakukan analisis perbedaan dengan uji statistik (uji-t). Pemilihan data ini dilakukan untuk mengeliminasi data yang tidak memenuhi syarat untuk dapat diperbandingkan. Data yang dieliminasi adalah data yang berada pada solusi *float* atau *stand alone*. Data yang diperoleh pada solusi *float* atau *stand alone* tidak dapat digunakan karena data posisi pada solusi tersebut masih dianggap sebagai koordinat posisi sementara atau tidak dianggap nilai posisi yang benar. Data yang diperoleh setelah mengeliminasi data yang tidak dapat digunakan, dihitung selisih koordinatnya antara koordinat pengukuran terestris dan pengamatan menggunakan MBS South Galaxy G1 dengan metode RTK NTRIP, baik absis maupun ordinat. Berdasarkan selisih koordinat absis dan ordinat tersebut, maka dapat dihitung jarak perbedaan koordinat pengukuran terestris dan koordinat pengamatan MBS South Galaxy G1 dengan metode RTK NTRIP, yang disebut perbedaan linier (dL). Adapun besarnya perbedaan koordinat tersebut disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Perbedaan Koordinat Pengukuran Terestris dan Koordinat Pengamatan MBS  
South Galaxy G1 Metode RTK NTRIP

Titik	Terestris		South Galaxy G1		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	dL(m)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
A1	295606.074	637838.355	295606.141	637838.421	-0.067	-0.066	0.094
A2	295594.482	637837.876	295594.489	637838.042	-0.007	-0.166	0.166
A3	295634.598	637835.793	295634.773	637835.923	-0.175	-0.130	0.218
A4	295599.157	637838.331	295599.044	637838.218	0.113	0.113	0.160
A6	295605.118	637832.078	295605.102	637832.069	0.016	0.009	0.018
A8	295591.753	637779.751	295591.770	637779.788	-0.017	-0.037	0.041
A9	295590.371	637770.388	295590.502	637770.282	-0.131	0.106	0.169
A10	295598.018	637776.052	295598.122	637776.108	-0.104	-0.056	0.118
A12	295597.163	637819.159	295597.136	637819.172	0.027	-0.013	0.030
A13	295593.016	637790.368	295592.986	637790.194	0.030	0.174	0.177
A14	295593.419	637732.186	295593.508	637732.264	-0.089	-0.078	0.118
A15	295585.061	637731.268	295585.200	637731.265	-0.139	0.003	0.139
A16	295584.427	637717.346	295584.600	637717.218	-0.173	0.128	0.215
A17	295581.676	637697.652	295581.865	637697.784	-0.189	-0.132	0.231
A18	295578.944	637683.936	295579.171	637683.932	-0.227	0.004	0.227
A19	295594.723	637739.154	295594.746	637739.183	-0.023	-0.029	0.037
A20	295594.391	637748.690	295594.425	637748.673	-0.034	0.017	0.037
A21	295621.908	637738.142	295621.820	637738.064	0.088	0.078	0.118
A22	295633.843	637737.886	295633.926	637737.912	-0.083	-0.026	0.087
A23	295641.018	637737.713	295641.129	637737.655	-0.111	0.058	0.125
A24	295653.189	637737.297	295653.267	637737.330	-0.078	-0.033	0.085
A25	295667.601	637736.004	295667.714	637736.053	-0.113	-0.049	0.123
A26	295621.730	637731.045	295621.878	637731.172	-0.148	-0.127	0.196
A27	295642.387	637730.318	295642.486	637730.446	-0.099	-0.128	0.162
A28	295657.960	637729.332	295657.928	637729.482	0.032	-0.150	0.153
A29	295674.383	637728.339	295674.566	637728.496	-0.183	-0.157	0.241
A30	295678.527	637735.293	295678.571	637735.346	-0.044	-0.053	0.069
A31	295681.483	637756.518	295681.443	637756.420	0.040	0.098	0.106
A32	295678.821	637752.329	295679.011	637752.454	-0.190	-0.125	0.227
A33	295683.791	637772.338	295683.775	637772.380	0.016	-0.042	0.045
A34	295684.044	637778.491	295684.295	637778.597	-0.251	-0.106	0.273
A36	295683.809	637784.522	295683.800	637784.486	0.009	0.036	0.037

Bersambung...

Titik	Terestris		South Galaxy G1		$\Delta X(m)$	$\Delta Y(m)$	dL(m)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)			
A37	295686.468	637801.011	295686.581	637801.209	-0.113	-0.198	0.228
A38	295694.157	637830.065	295694.124	637830.173	0.033	-0.108	0.113
A39	295690.176	637830.196	295690.338	637830.300	-0.162	-0.104	0.192
A40	295665.170	637832.345	295665.170	637832.479	0.000	-0.134	0.134
A41	295707.100	637842.994	295707.150	637843.067	-0.050	-0.073	0.088
A42	295698.524	637843.593	295698.517	637843.628	0.007	-0.035	0.036
				$\Sigma$	-2.591	-1.530	5.034
				Rata-rata	-0.068	-0.040	0.132

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Berdasarkan tabel 2 di atas, diketahui besar perbedaan koordinat terkecil sebesar 0.018 m dan perbedaan terbesar sebesar 0.273 m dengan rata-rata perbedaan sebesar 0.132m.

Selanjutnya dilakukan analisis perbedaan signifikansi dengan menggunakan data perbedaan koordinat dari tiap titik tersebut. Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan antara koordinat *MBS South Tipe Galaxy G1* terhadap nilai koordinat hasil pengukuran terestris dilakukan uji-t dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5% dengan derajat kepercayaan 95% menggunakan *software Microsoft Excel*. Uji-t yang digunakan adalah uji-t dua sampel berpasangan terhadap perbedaan absis X dan perbedaan ordinat Y. Hipotesis nol pada uji t perbedaan absis X berbunyi perbedaan absis X sama dengan nol ( $H_0 : \mu_{\Delta X \text{ rata-rata}} = 0, \Delta X \text{ rata-rata} = 0$ ) dan hipotesis alternatif berbunyi perbedaan absis X tidak sama dengan nol ( $H_a : \mu_{\Delta X \text{ rata-rata}} \neq 0, \Delta X \text{ rata-rata} \neq 0$ ). Hasil uji-t dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5% terhadap perbedaan nilai absis X dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji t Nilai Absis X *MBS South* tipe *Galaxy G1* dengan Nilai Absis X Terestris

$\Sigma \Delta X_i$	-2.591
$\Sigma \Delta X_i^2$	0.482
$\Delta X_i$ rata-rata	-0.068
N	38
S	0.090821946
t hit	-4.628530869
t tabel	2.026

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Uji-t dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5% juga dilakukan terhadap perbedaan nilai ordinat Y. Hipotesis nol pada uji t perbedaan ordinat Y berbunyi perbedaan ordinat Y sama dengan nol ( $H_0 : \mu_{\Delta Y \text{ rata-rata}} = 0, \Delta Y \text{ rata-rata} = 0$ ) dan hipotesis alternatif berbunyi

perbedaan ordinat Y tidak sama dengan nol ( $H_a: \mu_{\Delta Y \text{ rata-rata}} \neq 0, \Delta Y \text{ rata-rata} \neq 0$ ). Hasil uji-t terhadap perbedaan ordinat Y dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji t Nilai Ordinat Y MBS South tipe Galaxy G1 dengan Nilai Ordinat Y Terestris

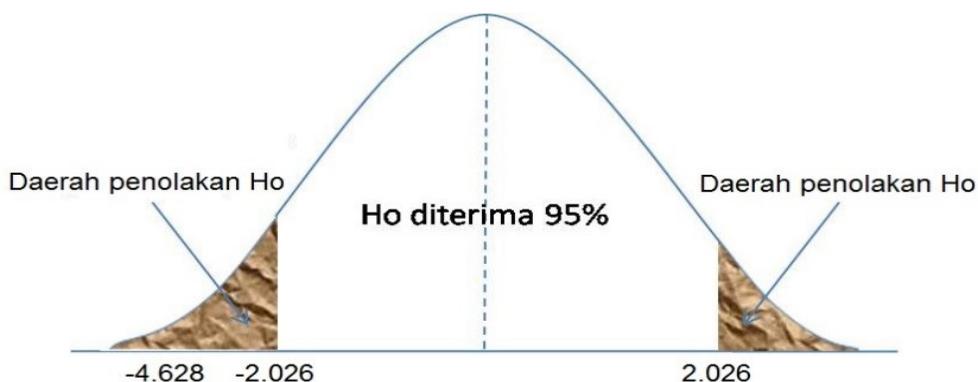
$\sum \Delta Y_i$	-1.530
$\sum \Delta Y_i^2$	0.371
$\sum \Delta Y_i \text{ rata-rata}$	-0.040
N	38
S	0.091424454
t hit	-2.71530254
t tabel	2.026

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Selanjutnya nilai  $t_{hitung}$  dikonsultasikan terhadap nilai  $t_{tabel}$  pada tabel distribusi. Hipotesis nol diterima ketika nilai  $t_{hitung}$  berada diantara  $-t_{tabel}$  dan  $+t_{tabel}$  ( $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq +t_{tabel}$ ). Nilai  $t_{tabel}$  dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan  $(n-1) = 37$ , ( $t_{.95} 37$ ) sebesar 2.026. Maka daerah penerimaan  $H_0$  berada pada interval -2.026 sampai 2.026.

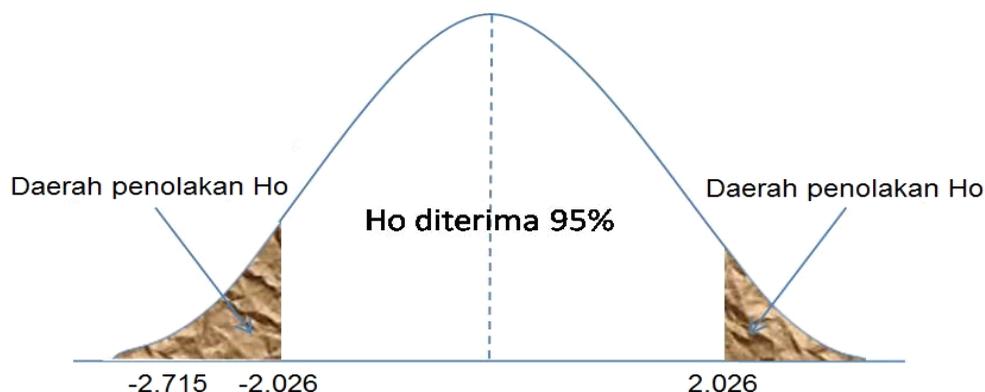
Berdasarkan tabel 3, nilai  $t_{hitung}$  pada pengujian nilai absis X menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan nilai  $t_{tabel} = 2.026$  yaitu sebesar -4.628. Hasil uji t absis X ditunjukkan dalam gambar 1.

Gambar 1. Kurva Hasil Uji t Dua Pihak Perbedaan Absis X Pengamatan MBS Galaxy G1 dengan Absis X Pengukuran Terestris



Berdasarkan tabel 4, nilai  $t_{hitung}$  pada pengujian nilai ordinat Y menunjukkan angka yang lebih kecil dibandingkan nilai  $t_{tabel} = 2.026$  yaitu sebesar -2.715. Hasil uji t ordinat Y ditunjukkan dalam gambar 2.

Gambar 2. Kurva Hasil Uji t Dua Pihak Perbedaan Ordinatif Y Pengamatan *MBS Galaxy G1* dengan Ordinatif Y Pengukuran Terestris



Dengan demikian maka nilai  $t_{hitung}$  pada pengujian nilai koordinat X dan Y berada pada daerah penolakan  $H_0$ , dengan kata lain bahwa rata-rata perbedaan absis X dan ordinat Y tersebut tidak dapat dikatakan nol. Sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara absis X dan ordinat Y pengamatan *MBS South tipe Galaxy G1* dengan nilai absis X dan ordinat Y pengukuran terestris.

Berdasarkan uji-t dua sampel berpasangan (*paired*) (*two tail test*) dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5% terhadap nilai absis X dan ordinat Y diperoleh kesimpulan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara koordinat pengamatan *MBS South tipe Galaxy G1* dengan nilai koordinat pengukuran terestris. Kemudian untuk mengetahui apakah perbedaan koordinat pengamatan *MBS South tipe Galaxy G1* dengan nilai koordinat pengukuran terestris masuk toleransi kesalahan dalam pengukuran bidang tanah maka perlu dilakukan uji pihak kanan (*one tail test*) terhadap data perbedaan linier antar koordinat. Berdasarkan ketentuan PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997, kesalahan titik yang diperkenankan untuk pengukuran di daerah pemukiman sebesar 10 cm atau 0.10 m, sehingga besarnya perbedaan linier yang diperkenankan ( $dLi$ ) adalah 0.10 m.

Berdasarkan ketentuan di atas maka hipotesis nol untuk uji pihak kanan ini berbunyi perbedaan linier koordinat kurang dari atau sama dengan 0.1 m ( $H_0 : dLi \text{ rata-rata} \leq 0.1 \text{ m}$ ) dan hipotesis alternatifnya berbunyi perbedaan linier koordinat lebih dari 0.1 m ( $H_a : dLi \text{ rata-rata} > 0.1 \text{ m}$ ). Uji t sepihak dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5% dan tingkat kepercayaan 95% dihitung dengan menggunakan *software Microsoft Excel*. Hasil Uji-t dapat dilihat pada tabel 5.

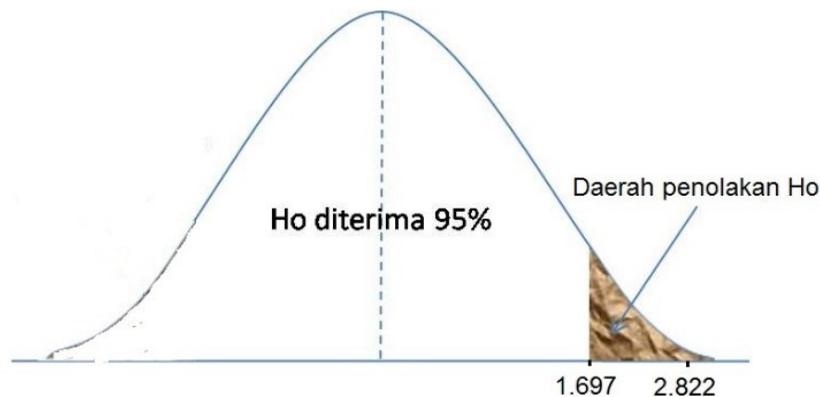
Tabel 5. Hasil Uji t Pihak Kanan (*One Tail Test*) Perbedaan Linier Koordinat MBS South tipe Galaxy G1 dengan Nilai Koordinat Terestris

dL rata-rata	0.132
$\sum dLi$	5.034
$\sum dLi^2$	0.853
n	38
S	0.071
t hitung	2.822

Selanjutnya nilai  $t_{hitung}$  dikonsultasikan terhadap nilai  $t_{tabel}$  pada tabel distribusi. Nilai  $t_{tabel}$  dengan tingkat kepercayaan 95% dan derajat kebebasan  $(n-1)$  37 ( $t_{.95\ 37}$ ) sebesar 1.697. Maka daerah penerimaan  $H_0$  berada pada nilai  $t_{hitung} \leq 1.697$ .

Berdasarkan tabel 5, hasil uji t pihak kanan (*one tail test*) dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) 5%, nilai  $t_{hitung}$  pada pengujian perbedaan linier koordinat MBS South tipe Galaxy G1 dengan Nilai Koordinat Terestris, menunjukkan angka yang lebih besar dibandingkan dengan  $t_{tabel} = 1.697$  dengan nilai  $t_{hitung}$  yaitu 2.822. Kurva hasil uji t pada tabel 5 dapat dilihat pada gambar 3.

Gambar 3. Kurva Hasil Uji t satu Pihak Perbedaan Koordinat Pengamatan MBS South Tipe Galaxy G1 dengan Koordinat Pengukuran Terestris



Dengan demikian hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) diterima atau dapat dikatakan bahwa rata-rata perbedaan linier antara koordinat MBS South tipe Galaxy G1 dengan nilai koordinat terestris lebih besar dari 0.1 m atau tidak masuk toleransi yang telah ditetapkan.

Berdasarkan hasil uji statistik antara nilai koordinat MBS South tipe Galaxy G1 dengan nilai koordinat terestris baik terhadap nilai absis X dan ordinat Y maupun terhadap perbedaan linier dengan batas toleransi 0.1 m, diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Maka dapat disimpulkan bahwa hipotesis peneliti ditolak.

Perbedaan nilai koordinat tersebut dapat disebabkan oleh banyak variabel. Dalam penelitian ini, peneliti berasumsi bahwa perbedaan yang terjadi salah satunya disebabkan oleh adanya obstruksi yang terlalu besar. Selain itu berdasarkan analisis arah perbedaan, perbedaan koordinat cenderung ke arah area yang terbuka. Adanya obstruksi yang besar dan tidak merata menyebabkan posisi dan distribusi satelit pada saat pengamatan tidak seimbang. Hal tersebut menyebabkan geometri satelitnya menjadi jelek.

Hasil uji-t terhadap perbedaan absis X dan ordinat Y, menunjukkan bahwa perbedaan absis X lebih berbeda signifikan dibandingkan dengan perbedaan ordinat Y. Apabila dianalisis secara grafis terhadap sebaran obstruksi pada keseluruhan sampel, ternyata sebagian besar obstruksi berada pada bentang arah timur dan barat. Analisis ini memperkuat dugaan bahwa besarnya perbedaan koordinat dipengaruhi oleh adanya obstruksi pada lokasi pengamatan.

Pada saat pengamatan, sinyal satelit dari arah obstruksi terganggu karena terhalang oleh bangunan. Bangunan ini memantulkan sinyal satelit sehingga menyebabkan sinyal dari satelit sampai pada *rover* melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Perbedaan panjang lintasan karena sinyal yang terpantul oleh bangunan ini pada akhirnya menyebabkan kesalahan pada hasil pengamatan. Fenomena dimana sinyal dari satelit tiba di antena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda ini disebut *multi-path*.

Pada penelitian ini terdapat kejanggalan yaitu nilai HRMS dari pengamatan *MBS South Galaxy G1* cukup bagus akan tetapi ketika di bandingkan dengan koordinat terestris terdapat perbedaan yang signifikan. Indikator ketelitian ada 2, yaitu akurasi dan presisi. Menurut Ghilani dalam Munos dan Calderon (2018), akurasi adalah kedekatan suatu nilai hasil pengukuran terhadap nilai yang yang dianggap benar. Sedangkan presisi adalah tingkat konsistensi dalam suatu kelompok pengamatan yang dievaluasi dengan perbedaan antara nilai-nilai dalam kelompok pengamatan tersebut. Valbuena dalam Munos (2018) mengatakan bahwa presisi adalah standar deviasi pada komponen horizontal dan vertikal yang diperoleh suatu prosedur koreksi diferensial. Sedangkan *Root Mean Square Error* merupakan standar deviasi dari nilai-nilai sampel yang diketahui.

Berdasarkan pengertian tersebut, dapat dikatakan bahwa nilai HRMS pada pengamatan *MBS South Galaxy G1* hanya menggambarkan presisi dari nilai koordinat yang diperoleh, belum menggambarkan akurasi dari nilai koordinat. Oleh karena itu, meskipun nilai HRMS-nya kecil belum tentu akurasinya bagus. Ada kecenderungan akurasi dari koordinat pengamatan *MBS South Galaxy G1* tidak bagus, sehingga ketika dibandingkan dengan koordinat terestris yang dianggap benar, terdapat perbedaan yang cukup besar.

### 3. Analisis Pengaruh Obstruksi terhadap Besar Perbedaan Koordinat

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui arah dari perbedaan koordinat pengamatan *MBS South* tipe *Galaxy G1* terhadap koordinat pengukuran terestris. Hasil analisis arah perbedaan dapat digunakan untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan sistematis pada pengamatan *MBS South* tipe *Galaxy G1*. Nilai dan arah perbedaan koordinat dapat dilihat dalam tabel 6.

Tabel 6. Arah Perbedaan Koordinat *MBS South* Tipe *Galaxy G1* Terhadap Koordinat Terestris

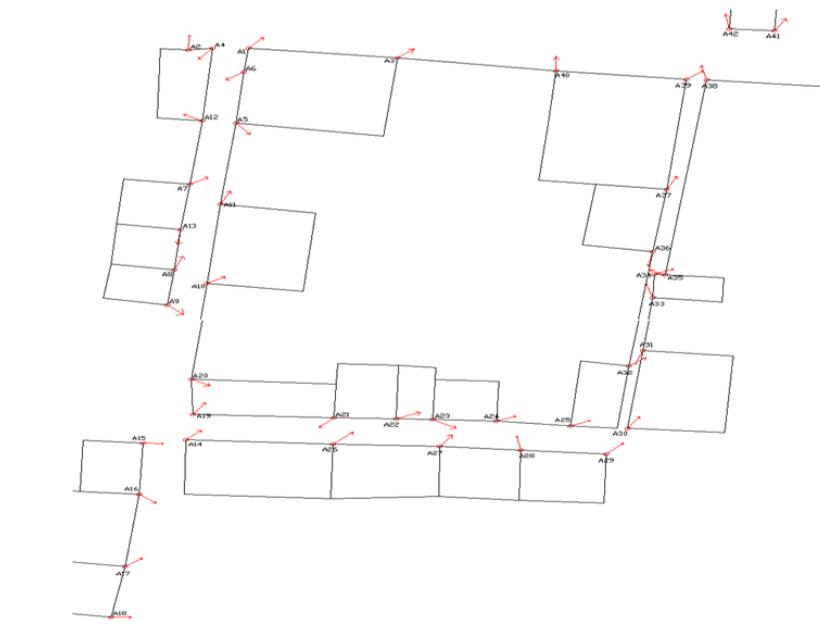
Titik	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Perbedaan Koordinat	Arah Perbedaan		
				derajat	menit	detik
A1	0.067	0.066	0.094	45	24	15
A2	0.007	0.166	0.166	2	19	28
A3	0.175	0.130	0.218	53	23	58
A4	-0.113	-0.113	0.160	224	50	15
A5	0.059	-0.063	0.086	136	57	9
A6	-0.016	-0.009	0.018	239	40	29
A7	3.229	1.808	3.701	60	45	23
A8	0.017	0.037	0.041	24	43	23
A9	0.131	-0.106	0.169	128	59	52
A10	0.104	0.056	0.118	61	41	33
A11	0.077	0.142	0.161	28	18	8
A12	-0.027	0.013	0.030	295	17	2
A13	-0.030	-0.174	0.177	189	39	23
A14	0.089	0.078	0.118	48	43	6
A15	0.139	-0.003	0.139	91	17	31
A16	0.173	-0.128	0.215	126	25	31
A17	0.189	0.132	0.231	55	9	51
A18	0.227	-0.004	0.227	90	55	18
A19	0.023	0.029	0.037	38	8	5
A20	0.034	-0.017	0.037	116	33	17
A21	-0.088	-0.078	0.118	228	18	41
A22	0.083	0.026	0.087	72	41	50
A23	0.111	-0.058	0.125	117	40	30
A24	0.078	0.033	0.085	67	9	49
A25	0.113	0.049	0.123	66	46	12
A26	0.148	0.127	0.196	49	19	56
A27	0.099	0.128	0.162	37	44	53

Titik	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Perbedaan Koordinat	Arah Perbedaan		
				derajat	menit	detik
A28	-0.032	0.150	0.153	347	57	42
A29	0.183	0.157	0.241	49	25	25
A30	0.044	0.053	0.069	39	32	4
A31	-0.040	-0.098	0.106	202	7	10
A32	0.190	0.125	0.227	56	39	33
A33	-0.016	0.042	0.045	339	35	54
A34	0.251	0.106	0.273	67	3	42
A35	-2.941	1.311	3.220	294	2	0
A36	-0.009	-0.036	0.037	194	20	56
A37	0.113	0.198	0.228	29	45	21
A38	-0.033	0.108	0.113	343	7	9
A39	0.162	0.104	0.192	57	9	45
A40	0.000	0.134	0.134	359	56	17
A41	0.050	0.073	0.088	34	40	5
A42	-0.007	0.035	0.036	349	10	12

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Berdasarkan tabel 6, dapat diketahui arah perbedaan koordinat pengamatan MBS *South* tipe *Galaxy G1* terhadap koordinat pengukuran terestris. Arah perbedaan tersebut dapat divisualisasikan dengan gambar 4.

Gambar 4. Visualisasi Arah Perbedaan Koordinat MBS *South* Tipe *Galaxy G1* terhadap Koordinat Terestris



Pada gambar visualisasi di atas dapat diketahui bahwa arah perbedaan koordinat MBS South tipe Galaxy G1 terhadap koordinat pengukuran terestris tidak semuanya mengarah pada arah yang sama. Akan tetapi dari gambar tersebut kita juga mengetahui bahwa arah perbedaan mengarah pada jalan atau daerah yang terbuka.

Kemudian dilakukan analisis grafis pengaruh obstruksi terhadap perbedaan koordinat. Peneliti menganalisis sebaran obstruksi menggunakan foto dengan besar perbedaan koordinat ( $\Delta X$  dan  $\Delta Y$ ) yang diperoleh, dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Analisis Grafis Pengaruh Obstruksi Terhadap Besar Perbedaan Koordinat

Titik	Foto	$\Delta X$ (m)	$\Delta Y$ (m)	Sebaran Obstruksi	Pebandingan $\Delta X$ dan $\Delta Y$
A6		-0.016	-0.009	Lebih besar di arah Timur	$\Delta X > \Delta Y$
A7		3.229	1.808	Lebih besar di arah Barat	$\Delta X > \Delta Y$

Sumber: Data pengamatan oleh peneliti, 2018.

Berdasarkan analisis grafis terhadap 42 sampel, diketahui bahwa adanya obstruksi berpengaruh terhadap besar perbedaan koordinat. Pengaruhnya adalah ketika sebaran obstruksi pada bentang arah utara ke selatan tidak seimbang atau merata, perbedaan ordinat Y ( $\Delta Y$ ) akan lebih besar daripada perbedaan absis X ( $\Delta X$ ). Sedangkan ketika obstruksi pada bentang arah timur ke barat tidak merata, maka perbedaan absis X ( $\Delta X$ ) akan lebih besar dari perbedaan ordinat Y ( $\Delta Y$ ).

Hasil uji-t terhadap perbedaan absis X dan ordinat Y, menunjukkan bahwa perbedaan absis X lebih berbeda signifikan dibandingkan dengan perbedaan ordinat Y. Apabila dianalisis secara grafis terhadap sebaran obstruksi pada keseluruhan sampel, ternyata sebagian besar obstruksi berada pada bentang arah timur dan barat. Analisis ini memperkuat dugaan bahwa besarnya perbedaan koordinat dipengaruhi oleh adanya obstruksi pada lokasi pengamatan.

## C. Penutup

### 1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis serta pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Berdasarkan nilai HRMS dan solusi ambiguitas fase yang diperoleh, pengukuran ekstraterestris menggunakan *MBS South* tipe *Galaxy G1* metode RTK NTRIP dengan satelit Beidou di daerah padat bangunan, lebih teliti dibandingkan dengan pengamatan GPS menggunakan *MBS South* tipe *Galaxy G1* tanpa satelit Beidou.
- b. Terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai koordinat hasil pengukuran menggunakan *MBS South* tipe *Galaxy G1* dengan nilai koordinat hasil pengukuran terestris, dan besar perbedaannya melebihi toleransi yang telah ditetapkan dalam PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997. Salah satu penyebab adanya perbedaan koordinat yang signifikan adalah adanya obstruksi bangunan yang padat dan tidak merata. Perbedaan ordinat Y ( $\Delta Y$ ) akan cenderung lebih besar daripada perbedaan absis X ( $\Delta X$ ) karena obstruksi cenderung lebih besar di arah utara atau selatan. Perbedaan absis X ( $\Delta X$ ) cenderung lebih besar dari perbedaan ordinat Y ( $\Delta Y$ ) karena obstruksi di arah timur atau barat cenderung lebih besar.

### 2. Saran

- a. *MBS South* tipe *Galaxy G1* sebaiknya tidak digunakan untuk pengukuran batas bidang tanah di kawasan padat bangunan tinggi dan bertingkat.
- b. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap penggunaan *MBS South* tipe *Galaxy G1* pada kawasan pemukiman dengan kepadatan sedang dan tidak banyak terdapat bangunan tinggi seperti daerah perkampungan padat dan pengaruh besar obstruksi terhadap ketelitian dari hasil koreksi fitur tilt sensor.

## DAFTAR PUSTAKA

Abidin, HZ 2002, *Survei dengan GPS*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Abidin, H.Z 2007, *Penentuan posisi dengan GPS dan aplikasinya*, Cetakan III, Pradnya Paramita, Jakarta.

Andreas, H dkk 2016, 'Percepatan pemetaan persil menggunakan teknologi mobile base (MOBS) RTK Beidou dan RTPPP', *Prosiding Seminar Nasional FIT-ISI dan CGISE 2016*.

Kusmiarto 2017, 'Problematika pembenahan data spasial bidang tanah di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional', ([https :// www.researchgate.net](https://www.researchgate.net))

Munos, NC & Calderon, LC 2018, 'Precision and accuracy of the static GNSS method for surveying network used in civil engineering', *Ingenieria e Investigacion*, Vol. 38, hlm 52-59.

Setiawan, A 2017, 'Pemanfaatan penerapan MBS dalam pengukuran dan pemetaan kadastral', Skripsi pada Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.

### **Peraturan Perundang-Undangan**

Badan Pertanahan Nasional RI 1997, *Petunjuk Teknis Peraturan Menteri Negara Agraria/ Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997*, BPN RI, Jakarta.

Badan Pertanahan Nasional RI 2018, *Petunjuk Teknis Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah Sistematis Lengkap Nomor. 01/JUKNIS-300/I/2018*, BPN RI, Jakarta.

Direktorat Pengukuran Dasar BPN RI 2009, *Pedoman dan Petunjuk Teknis Jaringan Referensi Satelit Pertanahan*, BPN RI, Jakarta.