

Verifikasi Koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan Pengukuran GNSS *Real Time Kinematic* Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP di Kota Semarang

Arinda Yusi Madena, L. M Sabri, Bambang Darmo Yuwono ^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
 Jl. Prof Soedarto, SH, Telp. (024) 76480785, 76480788 Tembalang Semarang

Abstrak

One of the tasks of BPN in Indonesia is doing the measurement of a Horizontal control points. The result of the measurement is a monument which has a definitive and coordinate values are implicitly understood by the term static datum. But in actual fact the Earth is dynamic and can be quantified as well, the position of the monument base or point of technique to physically change from time to time, consequently the coordinates values will change.

Associated with these problems, in this final task has been carried research measurement Basic Point of Technique of Order 3 by using the system of CORS (Continuously Operating Reference Station). By conducting measurements of GNSS RTK method on the basic point of the order of 3 techniques analyzed how big a difference the coordinates of the measuring results and coordinates BPN.

The results of this research show that result of plotting vector different coordinate value of Basic Point of Technique of Order 3 measurements of GNSS Real Time Kinematic method against of Basic Point of Technique of Order 3 BPN is not systematic in coordinate value.

Keywords: *Basic Point of Technique of Order 3, CORS, RTK.*

I. Pendahuluan

I.1. Latar Belakang

Badan Pertanahan Nasional (BPN) merupakan suatu Lembaga Pemerintah yang mempunyai tugas melaksanakan tugas pemerintahan di bidang pertanahan secara nasional, regional dan sektoral. Badan Pertanahan Nasional (BPN) ini mempunyai banyak fungsi dimana salah satunya adalah penyelenggaraan dan pelaksanaan survei, pengukuran dan pemetaan di bidang pertanahan. Dalam Survei tersebut banyak metode yang bisa digunakan misalnya dengan pengukuran *Global Positioning System* (GPS).

^{*)} *Penulis Penanggung Jawab*

GPS (Global Positioning System) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Beberapa kemampuan GPS antara lain dapat memberikan informasi tentang posisi, kecepatan, dan waktu secara cepat, akurat, murah, dimana saja di bumi ini tanpa tergantung cuaca. Hal yang perlu dicatat bahwa GPS adalah satu-satunya sistem navigasi ataupun sistem penentuan posisi dalam beberapa abad ini yang memiliki kemampuan handal seperti itu. Ketelitian dari GPS dapat mencapai beberapa mm untuk ketelitian posisinya, beberapa cm/s untuk ketelitian kecepatannya dan beberapa nanodetik untuk ketelitian waktunya. Ketelitian posisi yang diperoleh akan tergantung pada beberapa faktor yaitu metode penentuan posisi, geometri satelit, tingkat ketelitian data, dan metode pengolahan datanya.

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah salah satu teknologi berbasis GNSS yang dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi terkait penentuan posisi. 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 dua puluh empat jam. Dalam pemanfaatannya CORS dapat menyediakan data penentuan posisi secara *real time* ataupun *post-processing* dan menyediakan jaringan terbuka agar data-data posisi yang dihasilkan dapat diakses secara aktif oleh pengguna.

Salah satu tugas BPN adalah melakukan pengukuran suatu Titik Kontrol Horizontal. Hasil dari pengukuran tersebut adalah suatu tugu yang memiliki satu nilai koordinat definitif dan secara implisit kita kenal dengan istilah *static datum*. Tetapi pada kenyataan sebenarnya bumi bersifat dinamis dan telah dapat dikuantifikasi dengan baik, posisi tugu atau titik dasar teknik secara fisik berubah dari waktu ke waktu, yang konsekuensinya akan merubah nilai koordinat.

Dilakukan penelitian ini untuk verifikasi koordinat titik dasar teknik orde 3 BPN tersebut. Apakah masih tetap atau tidak nilainya dalam referensi pengukuran-pengukuran lainnya dan apakah metode RTK dengan CORS bisa digunakan dalam pengukuran orde 3 tersebut.

I.2. Perumusan Masalah

Sebelum masuk dalam perumusan masalah dalam penelitian ini akan dibahas terlebih dahulu fakta-fakta dalam pengukuran titik dasar teknik dan stasiun CORS Geodesi Undip sebagai berikut :

1. Stasiun CORS Geodesi Undip koordinatnya dihitung oleh Arief Yoga Pratama (PT. Adhimulia Interniagatama) dengan menggunakan software GAMIT 10.4 yang diikatkan pada 7 stasiun IGS (ITRF 2008).
2. Titik Dasar Teknik Orde 3 diukur dengan teknik perapatan dimana diikatkan pada orde yang lebih tinggi di atasnya dengan referensi DGN '95 (ITRF 2000).

Dari fakta-fakta diatas dirumuskan suatu rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik hasil pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan pengukuran GNSS metode *Real Time Kinematic* menggunakan stasiun CORS Geodesi Undip?
2. Bagaimana perbedaan koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 pengukuran GNSS metode *Real Time Kinematic* terhadap koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN?

I.3. Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut :

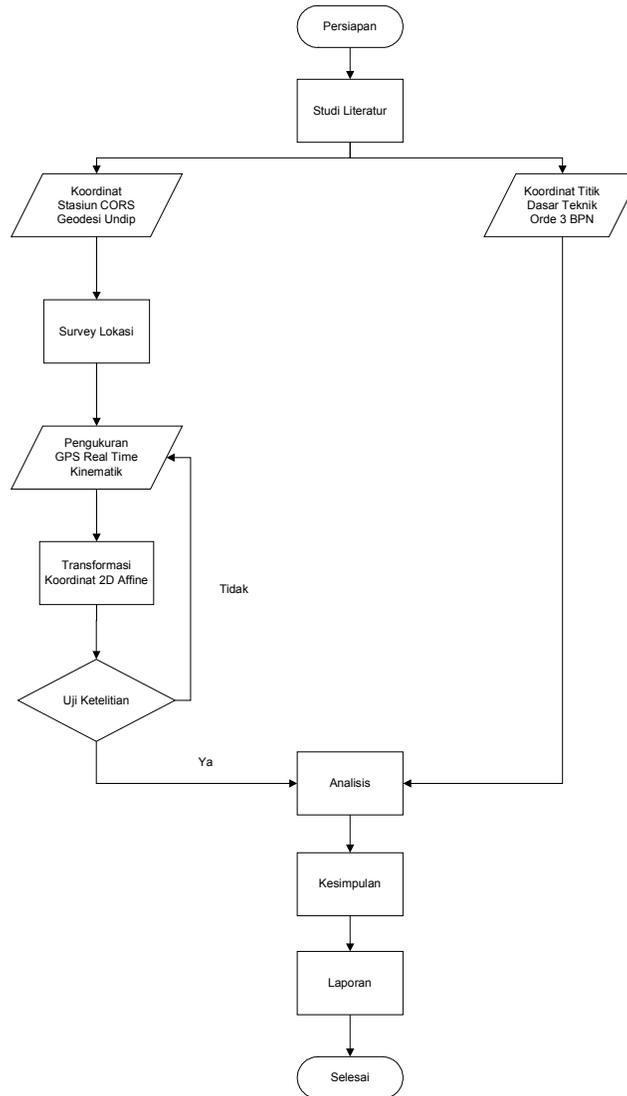
1. Daerah penelitian Tugas Akhir adalah Kota Semarang.
2. Pengukuran dilakukan hanya pada 11 Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN.
3. Pengukuran diikatkan pada stasiun CORS Geodesi Undip dengan metode *Real Time Kinematic*.

I.4. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik hasil pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 3 dengan pengukuran GNSS metode *Real Time Kinematic* menggunakan stasiun CORS Geodesi Undip
2. Untuk mengetahui perbedaan koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 pengukuran GNSS metode *Real Time Kinematic* terhadap koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN.

I.5. Metodologi Penelitian



Gambar 1. Alur metodologi penelitian

II. Tinjauan Pustaka

II.1. GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

GNSS (*Global Navigation Satellite System*) adalah suatu sistem satelit yang terdiri dari konstelasi satelit yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan bermacam-macam sinar dalam berbagai frekuensi secara terus-menerus, yang tersedia di semua lokasi diatas permukaan bumi. GNSS memiliki peranan penting dalam navigasi. GNSS yang ada saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*) yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika

Serikat, GLONASS (*Global Navigation Satellite System*) milik Rusia, Galileo milik Uni Eropa, dan *Compass* atau *Beidou* milik Cina. India dan Jepang telah mengembangkan kemampuan GNSS regional dengan meluncurkan sejumlah satelit ke antariksa untuk menambah kemampuan yang sudah disediakan oleh sistem global dalam menyediakan tambahan cakupan regional [UNOOSA, 2011]. GNSS yang paling dikenal saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*). Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan.

II.2. CORS (*Continuously Operating Reference Station*)

CORS yang merupakan jalinan beberapa stasiun referensi GNSS permanen (*base station*), dapat merekam data *ephemeris* GNSS secara kontinu, lalu disimpan dalam *server* dan dihitung secara teliti menghasilkan koreksi-koreksi yang dapat diberikan secara *real time* kepada *receiver* GNSS.

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah salah satu teknologi berbasis GNSS yang dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi terkait penentuan posisi. 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 dua puluh empat jam. Dalam pemanfaatannya CORS dapat menyediakan data penentuan posisi secara *real time* ataupun *post-processing* dan menyediakan jaringan terbuka agar data-data posisi yang dihasilkan dapat diakses secara aktif oleh pengguna.

II.3. RTK (*Real-Time Kinematic*)

Sistem RTK (*Real-Time Kinematic*) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data fase. Untuk merealisasikan tuntutan *real-time* nya, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan *pseudorange* nya ke pengguna secara *real-time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu. [Abidin, 2007]

Teknik baru menggunakan internet untuk *streaming* dan *sharing* koneksi diferensial GPS (DGPS) memberikan akurasi penentuan posisi dan navigasi yang diumumkan dengan nama “*Networked Transport of RTCM Via Internet Protokol* (NTRIP)”. NTRIP memancarkan data dari stasiun referensi atau basis data untuk aplikasi GIS dalam mengakses dengan berbagai *clients/users* melalui satu teknik komunikasi yang tetap. *Rover*/pengguna yang bergerak seperti keperluan RTK atau pemetaan/GIS tim lapangan, segera dapat menggunakan

peralatan GNSS *receiver*-nya dengan dilengkapi modem GPRS untuk akses internet pada saat itu juga untuk keperluan penentuan posisi yang dikelilingi stasiun referensi yang melayani RTK. [Rangga, 2011]

III. Pengolahan Data

III.1. Data dan Peralatan Penelitian

1. Data

Koordinat titik dasar teknik orde 3 dan orde 2 di wilayah Semarang yang diperoleh dari Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Jawa Tengah.

Data pengukuran titik-titik dasar teknik orde 3 pada tanggal 26 Juli 2013 secara *real time kinematic* selama 1 menit dengan epok 3 detik.

2. Peralatan

Seperangkat *receiver* Astech PM 200, Topcon Hiper II, *receiver* Astech CORS PM 800, statip, yalon, dan meteran.

Spesifikasi Alat :

PM 200 Astech :

- Dapat menangkap satelit GPS, GLONASS
- Gelombang L1 dan L2
- Akurasi (HRMS) RTK sebesar 10 mm + 1 ppm
- Akurasi (HRMS) statik sebesar 5 mm + 1 ppm
- SDRAM : 256 MB
- Daya tahan baterai selama > 8 jam
- Bluetooth*, *Wireless LAN*, Camera 3M pixels, *E-compass*, *microphone* dan *speaker*

III.2. Pengukuran *Real Time Kinematic*

Pada saat pengukuran koordinat stasiun CORS masih koordinat relatif dan ternyata mengakibatkan perbedaan hasil koordinat yang cukup besar. Karena dalam pengukuran RTK tidak terdapat raw data hasil pengukuran. Maka dari itu tidak terdapat standar deviasi pengukurannya seperti pada pengukuran metode statik. Untuk itu dalam penentuan perbedaan koordinat titik dasar teknik orde 3 dalam Tugas Akhir ini hasil pengukuran RTK digunakan sebagai titik kontrol/titik sekutu dalam transformasi koordinat. Dimana titik sekutu dikelompokkan dalam 3 kelompok yaitu : 3 titik sekutu, 5 titik sekutu, dan 8 titik sekutu.

Transformasi ini bertujuan agar didapatkan nilai simpangan baku dari jumlah titik sekutu yang berbeda.

III.3. Pengukuran Statik

Di dalam Tugas Akhir ini dilakukan pengukuran statik pada salah satu titik dasar teknik orde 3 untuk dibandingkan hasilnya terhadap koordinat BPN. Pengukuran dilakukan selama 2 jam. Kemudian diolah menggunakan *software* komersial Topcon.

III.4. Transformasi Koordinat

Transformasi secara umum adalah perubahan suatu bentuk dan ukuran ke bentuk dan ukuran lain, baik secara fisik maupun secara non-fisik. Yang akan dibahas dengan lebih lanjut adalah transformasi berupa perubahan non-fisik, mengingat yang tengah dipelajari adalah gambaran teknik dari obyek muka bumi yang dititik-beratkan pada masalah posisi. Dengan demikian, transformasi ditekankan pada koordinat titik.

Di dalam Tugas Akhir ini menggunakan transformasi 2D Affine untuk mendapatkan parameter transformasi koordinatnya dan memudahkan untuk perhitungan koordinat titik yang lainnya. Kemudian dilakukan perbandingan koordinat hasil parameter dengan jumlah titik sekutu yang berbeda dan hasilnya diuji secara statistik dengan uji *Fisher*.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1. Analisis Pengukuran RTK

Dari hasil pengukuran *Real Time Kinematic* diatas bila dihitung selisih ukurannya dengan koordinat definitif yang dipakai dalam penelitian ini yaitu koordinat BPN, maka didapatkan hasil seperti dibawah ini :

Tabel 1. Selisih Koordinat RTK dan BPN

Nomor Titik	RTK		BPN		Selisih		Solution Type	Keterangan (Lokasi)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
1101027	436591.728	9219781.598	436593.136	9219786.683	1.408	5.085	FIXED	al-azhar
1101019	438417.884	9217880.706	438419.353	9217885.767	1.469	5.061		mulawarman
1101045	440170.390	9221446.556	440171.858	9221451.572	1.468	5.016		mangunharjo
1101011	441362.435	9225086.065	441363.269	9225091.492	0.834	5.427		BLT
1101290	440775.475	9226469.375	440778.785	9226474.212	3.310	4.837		AMNI
1101105	436443.850	9227100.862	436446.196	9227105.28	2.346	4.418		erlangga
1101073	435322.582	9225009.448	435323.993	9225014.537	1.411	5.089		SMA kartini
1101084	435891.976	9224468.198	435893.406	9224473.358	1.430	5.160		depag
1101058	435762.788	9223120.602	435764.216	9223125.611	1.428	5.009		BRI
1101059	436196.952	9223194.176	436198.428	9223199.489	1.476	5.313		Kesatrian
1101075	433623.742	9224201.626	433625.1996	9224206.764	1.458	5.138	IKIP Veteran	

Dilihat dalam tabel diatas, diketahui bahwa selisih hasil pengukuran RTK dengan koordinat definitif BPN sangat besar. Untuk itu dilakukan analisis terhadap hasil pengukuran tersebut. Pertama dilakukan pengecekan koordinat *base* pada pengukuran RTK ini, kemudian dilakukan pengecekan hasil pengukuran salah satu titik dengan metode statik.

Stasiun CORS Geodesi UNDIP pertama kali beroperasi pada bulan Januari dengan hitungan koordinatnya oleh Arief Yoga Pratama (PT. Adhimulia Interniagatama) dengan hasil koordinat (438136.663 ; 9220590.148). Pada saat dilaksanakannya penelitian ini *base* pengukuran masih menggunakan koordinat relatif. Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2013. Ketika penelitian dilakukan kemudian didapatkan koordinat hasil RTK ternyata terdapat selisih yang cukup besar sampai meter terhadap koordinat definitif Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN. Hal itu terjadi karena perhitungan koordinat stasiun CORS Geodesi UNDIP menggunakan sistem referensi yang tidak sama dengan pengukuran koordinat definitif titik dasar teknik orde 3 BPN.

Untuk mengetahui seberapa besar pergeseran pada semua titik dalam penelitian ini maka dilakukan transformasi koordinat 2D metode *Affine*. Hal itu dilakukan untuk mencari parameter pergeserannya serta koordinatnya, sehingga dapat dihitung simpangan bakunya. Semua ini dilakukan karena dari hasil pengukuran RTK tidak terdapat .RAW data.

Dalam perhitungan transformasi ini untuk menentukan penggunaan titik sekutunya menggunakan data titik dasar teknik yang memiliki selisih yang hampir sama, berada pada satu wilayah dan perapatan orde yang sama, memiliki riwayat pengukuran yang sama. Maka dari itu didapatkan pengelompokkan titik sekutu seperti dibawah ini :

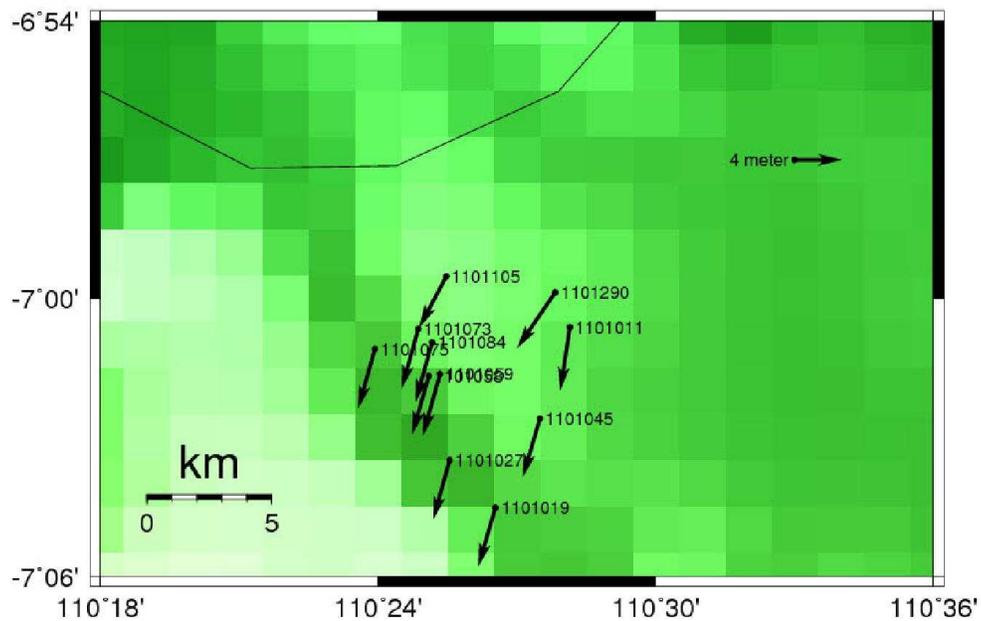
Tabel 2. Pengelompokan Titik Sekutu Transformasi

Kelompok	Nomor Titik/Lokasi
3 titik sekutu	1101027 - Al Azhar
	1101019 - Mulawarman
	1101045 - Mangunharjo
5 titik sekutu	1101073 - DEPAG
	1101084 - Kartini
	1101058 - BRI
	1101059 - At Taqwa
	1101075 - IKIP

8 titik sekutu	1101027 - Al Azhar
	1101019 - Mulawarman
	1101045 - Mangunharjo
	1101073 - DEPAG
	1101084 - Kartini
	1101058 - BRI
	1101059 - At Taqwa
	1101075 - IKIP

IV.2. Analisis Arah Perbedaan Nilai Koordinat Titik Dasar Teknik

Dalam penelitian ini dilakukan *plotting* koordinat BPN dan pengukuran RTK untuk mengetahui kemanakah arah perbedaan nilai koordinatnya. Berikut merupakan hasil *plotting* titiknya :



Gambar 2. Arah Pergeseran Koordinat

Dilihat dari Gambar 4.3 diatas dapat disimpulkan bahwa arah perbedaan koordinat dari semua titik pengukuran adalah tidak sistematis, karena tidak sama pada setiap titiknya.

IV.3. Hasil dan Analisis Standar Distribusi F

Dari perhitungan transformasi koordinat didapatkan parameter transformasi yang kemudian dipakai untuk perhitungan 11 titik dasar teknik. Kemudian didapatkan hasil simpangan baku seperti dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Simpangan Baku

Jumlah Titik Sekutu	Simpangan Baku (m)
3	0.525
5	0.889
8	0.512

Dari hasil simpangan baku dilakukan Uji Statistik Distribusi F dengan hasil seperti dibawah ini :

Tabel 4. Hasil Perhitungan Uji Statistik Distribusi F

Perbandingan Variansi Titik Sekutu	Nilai F Hitung dan Batas Selang Kepercayaan
5 : 3	2.876 < 14.88
3 : 8	1.050 < 5.42
5 : 8	3.019 < 6.76

Dilihat hasil uji statistik data pengukuran menggunakan distribusi *Fisher* dapat disimpulkan bahwa semua hipotesis nol diterima dalam selang kepercayaan 95% yang berarti semua populasi perhitungan data dengan menggunakan jumlah titik kontrol yang berbeda dianggap sama, sehingga dengan menggunakan jumlah titik kontrol yang paling sedikit pun sudah bisa digunakan untuk menghitung transformasi koordinat baru pengukuran.

V. Penutup

V.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dilihat dari nilai selisih koordinat pengukuran Titik Dasar Teknik Orde 3 GNSS metode *Real Time Kinematic* terhadap koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN pada 11 titik pengukuran didapatkan 3 jenis karakteristik sebagai berikut :
 - a. ΔX sebesar 1.448 m dan ΔY sebesar 5.054 m pada titik yang berada pada daerah yang sama
 - b. ΔX sebesar 1.440 m dan ΔY sebesar 5.142 m pada titik yang berada pada daerah yang sama
 - c. ΔX dan ΔY yang besarnya acak pada titik yang berada pada daerah yang sama

2. Dilihat dari hasil penggambaran arah perbedaan nilai koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 pengukuran GNSS metode *Real Time Kinematic* menggunakan kerangka referensi ITRF 2008 terhadap koordinat Titik Dasar Teknik Orde 3 BPN menggunakan kerangka referensi ITRF 2000 adalah nilai kordinatnya tidak sistematis.

V.2. Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah :

- a. Sebaiknya menggunakan metode pengukuran statik pada semua titik pengukuran sebagai data pembanding untuk penelitian selanjutnya.
- b. Sebaiknya menggunakan data geometri koordinat BPN untuk penelitian selanjutnya sehingga bisa mengetahui pergeseran dan sebabnya secara lebih akurat.
- c. Sebaiknya menggunakan metode perhitungan transformasi koordinat 3D untuk mengetahui parameter pergeserannya secara 3D.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Astech. (2013). *Manual Book PM 500*. Alamat situs : ftp://ftp.ashtech.com/Land%20Survey/ProMark%20500/Manuals/PM500%20Reference%20Manual/ProMark500_RM_E_en.pdf. access date : 15 April 2013
- BIG. (2013). *Standar Nasional Inonesia Jaring Kontrol Horizontal*. Alamat situs : www.bakosurtanal.go.id/assets/download/sni/SNI/SNI%2019-6724-2002.pdf. access date : 12 April 2013
- Boss Tambang. (2013). *Titik Dasar Teknik*. Alamat situs : www.bosstambang.com/Titik-Dasar-Teknik/titik-dasar-teknik.html, access date : 15 April 2013
- BPN. 2013. Tentang BPN. Alamat situs : www.bpn.go.id, access date : 15 April 2013
- Harinaldi. 2005. *Prinsip-prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta : Erlangga.

Prasetya, Rangga B.2011. *Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Citra QuickBird Menggunakan Titik CORS GNSS*. Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik.Universitas Diponegoro.Semarang

Wolf, Paul R and Charles D. Ghillani. 2006. *Adjustment Computation*. Jhon Wiley & Son. New York