

# **ANALISIS PERBANDINGAN KETELITIAN HASIL PENGUKURAN GCP MENGUNAKAN GPS METODE RTK-NTRIP DAN STATIK UNTUK KOREKSI CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI**

Studi Kasus di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur

*(Accuracy Comparison Analysis of GCP Measurement using GPS RTK-NTRIP and Static Method for Correcting the High Resolution Satellite Imagery, Case Study in Kupang Regency, East Nusa Tenggara)*

**Ayu Nur Safi'i, Adnan Aditya Putra dan Yustisi Ardhisari Lumban Gaol**

Badan Informasi Geospasial  
Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46 Cibinong, Indonesia  
E-mail: [ayu.nur@big.go.id](mailto:ayu.nur@big.go.id)

## **ABSTRAK**

Kebutuhan peta dasar skala besar semakin tinggi sejalan dengan kebijakan pemerintah mengenai penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) yang membutuhkan peta dasar dengan skala minimal 1:5.000 sebagai acuan dalam memutuskan kebijakan di tingkat daerah. Sehubungan dengan itu, pemerintah menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) sebagai data awal dalam membuat peta dasar. CSRT yang dibeli oleh instansi Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) adalah citra mentah yang membutuhkan koreksi sebelum digunakan untuk digitasi peta. Kegiatan koreksi citra tersebut menjadi tanggung jawab Badan Informasi Geospasial (BIG). Proses koreksi citra membutuhkan *Ground Control Point* (GCP) sehingga perlu dilakukan pengukuran titik tersebut di lapangan. Pengukuran GCP dilakukan menggunakan teknologi GPS metode RTK-NTRIP dan statik sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Kedua metode pengukuran GPS tersebut akan menghasilkan ketelitian yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan ketelitian hasil pengukuran GPS dari kedua metode tersebut dan kaitannya dengan kebutuhan ketelitian koreksi citra. Hasil perhitungan memberikan nilai simpangan baku pengukuran GPS statik untuk horizontal berkisar antara 0.1 mm sampai dengan 26.9 mm dan 6 mm sampai dengan 45 mm untuk vertikal. Sementara pengukuran GPS RTK-NTRIP memberikan nilai simpangan baku horizontal antara 12 mm sampai dengan 85 mm dan vertikal antara 26 mm sampai dengan 149 mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran GPS metode statik memberikan ketelitian yang lebih tinggi dibandingkan pengukuran GPS metode RTK-NTRIP. Meskipun demikian, kedua metode tersebut dapat digunakan untuk pengukuran GCP karena memberikan hasil ketelitian citra yang memenuhi standar Peta kelas 3 RBI skala 1:5.000.

**Kata kunci:** CSRT, GPS RTK-NTRIP, GPS statik, simpangan baku

## **ABSTRACT**

*Large-scale base map needs higher in line with government policy regarding the Detailed Spatial Plan (RDTR) requiring a base map with a scale of at least 1:5.000 as a reference for making policy at district/city level. According to that, government using High Resolution Satellite Imagery (CSRT) as a starting point to create a base map. CSRT purchased by National Aeronautics and Space Agency (LAPAN) is a raw image that needs to be corrected before it is used for digitized maps. Geospatial Information Agency (BIG) responsible for the image correction activities. The image correction process requires a Ground Control Point (GCP) so that points need to be measured in field. GCP measurements had done using GPS technology methods RTK-NTRIP and static in accordance with actual conditions in the field. Both the GPS measurement methods will produce different accuracy. This study aimed to analyze the comparison of the accuracy of the GPS measurements of both methods and its relation to the image correction accuracy requirement. The result gives the standard deviation value of static GPS measurements ranges from 0.1 mm to 26.9 mm for horizontal and 6 mm to 45 mm for vertical. While the GPS RTK-NTRIP measurements provides horizontal standard deviation values between 12 mm to 85 mm and vertically between 26 mm up to 149 mm. The results of this study indicate that the GPS measurements of static method provides higher accuracy compared to RTK-NTRIP. However, both methods can be used for GCP measurement because the result can provide the image accuracy occupy the third grade of standard of RBI map scale 1:5.000.*

**Keywords:** CSRT, GPS RTK-NTRIP, GPS static, standard deviation

## PENDAHULUAN

Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang dan Peraturan Pemerintah Nomor 8 Tahun 2013 tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang mengamanatkan pembuatan rencana tata ruang yang salah satunya berupa Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 20/PRT/M/2011 tentang Pedoman Penyusunan Rencana Detail Tata Ruang dan Peraturan Zonasi Kabupaten/Kota menyebutkan bahwa skala minimal RDTR Kabupaten/Kota adalah 1:5.000.

Hal ini menyebabkan Pemerintah Daerah (Pemda) membutuhkan peta skala besar tersebut dapat tersedia secepatnya untuk keperluan perencanaan Kabupaten/Kota. Kegiatan pemetaan dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu terestris dimana pengukuran dilakukan dengan menyentuh langsung obyek yang akan dipetakan dan ekstraterestris dimana pengukuran dilakukan tanpa menyentuh langsung obyek yang akan dipetakan. Dalam mendukung percepatan pembuatan peta skala besar ini, pemerintah menggunakan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) sebagai data utama yang digunakan untuk pemetaan.

Secara garis besar, pemetaan menggunakan teknik penginderaan jauh atau foto udara dilakukan dengan mengumpulkan data citra terlebih dahulu, dilanjutkan dengan koreksi citra kemudian digitasi citra foto menjadi peta garis. Proses koreksi citra membutuhkan pengukuran *Ground Control Point* (GCP) di lapangan dengan ketelitian tinggi (Sari, 2014). Pengukuran GCP dapat dilakukan menggunakan *Global Satellite System* (GPS) dengan metode pengukuran yang beragam sesuai dengan ketelitian hasil yang diperlukan. Keunggulan dari penggunaan GPS adalah pengoperasian alat lebih mudah dan cepat, hasil ukuran langsung terikat dalam sistem koordinat global, titik-titik dalam jaring GPS dapat tersebar satu sama lain dengan jarak yang relatif jauh, pelaksanaan survei GPS dapat dilakukan siang maupun malam hari dan dalam segala kondisi cuaca (Abidin, 2007).

Penelitian ini, metode pengukuran GCP yang akan dibahas adalah dengan menggunakan GPS *Real Time Kinematic* (RTK) NTRIP dan statik. Perkembangan GPS RTK telah banyak digunakan, namun disisi lain faktor biaya dan tutupan ruang pandang ke langit (*sky visibility*) masih menjadi kendala (Rudianto, 2013). Salah satu upaya mengatasinya adalah menggunakan metode pengukuran statik. Data GPS yang telah diolah menghasilkan nilai koordinat fix beserta ketelitian titik yang dinyatakan dengan nilai simpangan baku hasil pengukuran (Safi'i, 2014).

Pengukuran GPS RTK-NTRIP berbeda dengan RTK konvensional dari sisi komunikasi data. GPS RTK konvensional menggunakan radio sebagai alat komunikasi antara *base* dan *rover* dimana sistem komunikasi ini memiliki banyak kelemahan terutama untuk pengukuran GPS RTK di daerah perkotaan (Yasin, 2008). Sementara itu, GPS RTK-NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) menggunakan jaringan internet, sehingga komunikasi GPS antara *base* dan *rover* bergantung pada koneksi internet para pengguna. Perkembangan teknologi GPS RTK dari konvensional menjadi NTRIP memungkinkan aplikasi GPS RTK dilakukan pada lokasi yang mengalami kendala dalam penggunaan GPS RTK konvensional. Solusi pada pengukuran RTK-NTRIP ialah RTK INT, RTK Float dan RTK *Single* (Setiady, 2013). Koreksi yang digunakan pada penelitian kali ini adalah koreksi RTK INT (*Integer Fixed*) yang merupakan solusi pengukuran tingkat centimeter, yang mana solusi tersebut hanya bisa didapatkan jika antenna *receiver* dapat menerima dengan baik sinyal satelit serta mendapatkan koreksi data *fase* dan *pseudorange* dari stasiun *receiver/base* (Setiady, 2013).

Pengukuran GPS dengan metode RTK-NTRIP maupun statik memiliki kelebihan dan kelemahan. Kelebihan dari pengukuran dengan GPS RTK-NTRIP adalah nilai koordinat dapat diperoleh secara *real time* disertai dengan informasi ketelitiannya. Hal ini membuat pengukuran menjadi lebih efisien dari sisi waktu karena hanya membutuhkan lama pengamatan yang singkat serta tidak perlu melakukan *post processing* untuk mendapatkan nilai koordinatnya. Namun, metode RTK-NTRIP juga memiliki keterbatasan dalam hal ketelitian. Pengamatan GPS metode RTK memberikan hasil ketelitian pada skala 1-5 cm (Abidin, 2001). Hal ini menjadi kendala jika hasil pengukuran membutuhkan ketelitian yang lebih tinggi.

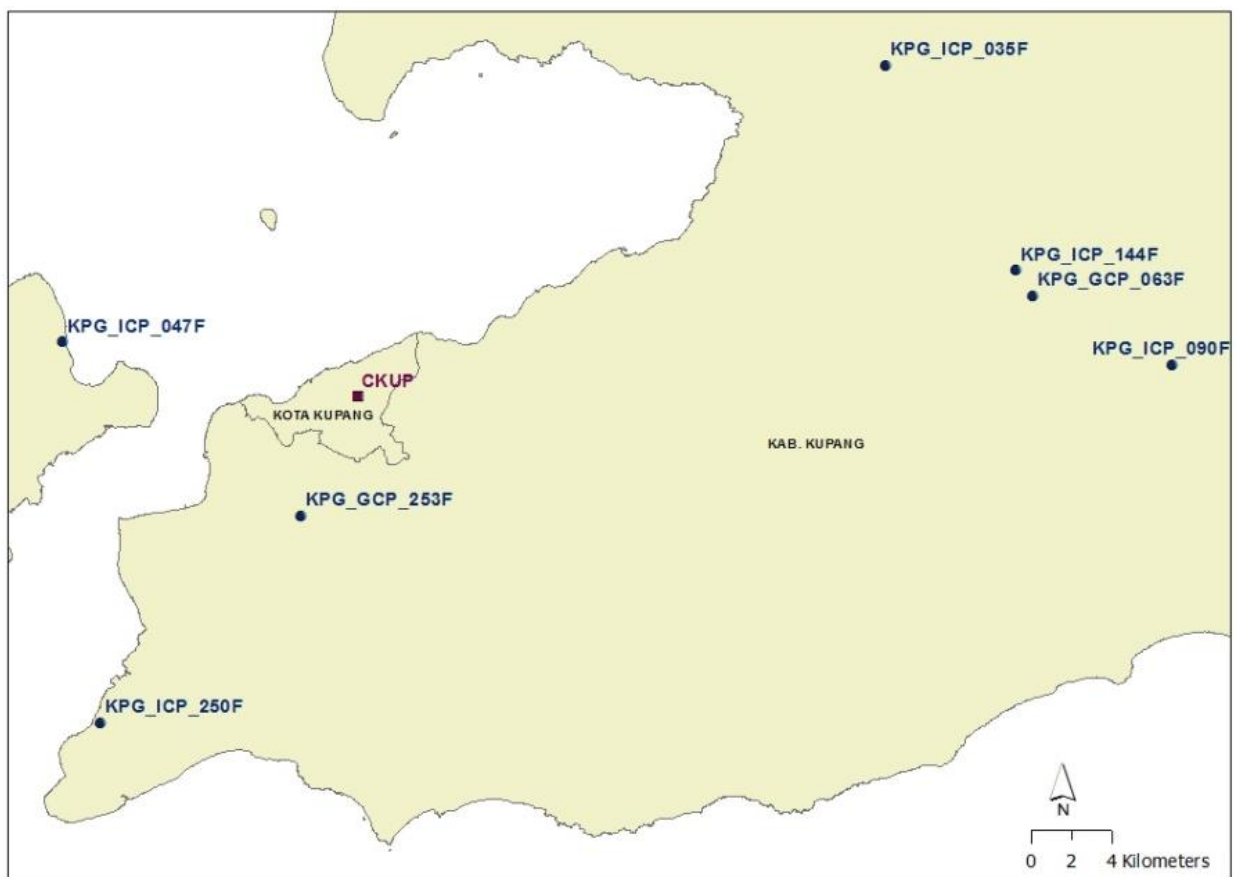
Sebaliknya, pengamatan GPS metode statik membutuhkan lama pengamatan yang lebih panjang dan pengolahan data untuk mendapatkan hasil koordinat dengan ketelitian tinggi. Namun,

tingkat ketelitian yang dihasilkan metode statik lebih tinggi dibandingkan RTK-NTRIP. Pengamatan dengan metode statik memberikan tingkat ketelitian pada skala millimeter (Abidin, 2001). Ketidakmampuan pengamatan GPS statik dalam memberikan koordinat secara *real time* dapat menjadi kendala dalam survei praktis yang tidak membutuhkan ketelitian yang terlalu tinggi.

Kedua metode survei GPS ini telah banyak dilakukan untuk berbagai keperluan, baik keperluan praktis maupun ilmiah. Oleh karena itulah penelitian ini dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan ketelitian hasil pengukuran menggunakan metode statik dan RTK pada pengukuran GCP dengan studi kasus di Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur. Selain itu, hasil ketelitian pengukuran GCP dikaitkan dengan ketelitian citra yang dihasilkan dari koreksi menggunakan perapatan GCP yang diukur. Dari sana dapat dilihat bagaimana kedua metode tersebut memberikan kontribusi terhadap ketelitian citra.

## METODE

Penelitian ini menggunakan 7 titik GCP dan 1 titik ikat yang berlokasi di Kota/Kabupaten Kupang. Masing-masing titik diukur GPS menggunakan metode RTK-NTRIP dan statik. Adapun titik ikat yang digunakan adalah stasiun INA-CORS BIG Kupang (CKUP). Distribusi sebaran titik GCP Kupang yang dijadikan bahan penelitian disajikan pada **Gambar 1**.



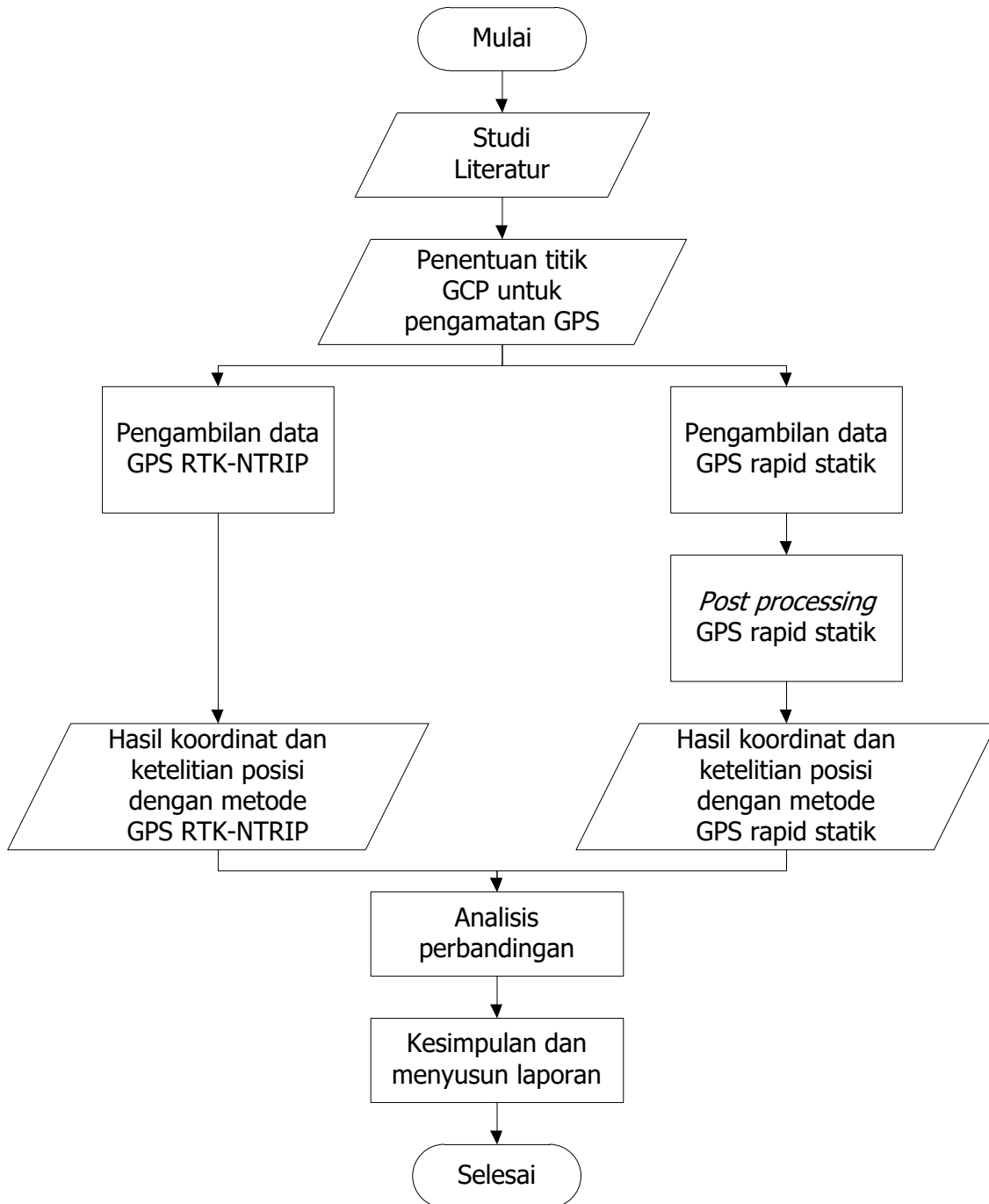
**Gambar 1.** Distribusi Titik GCP untuk Penelitian.

Sesuai dengan **Gambar 1**, titik-titik GCP yang diukur tersebar di sekitar titik ikat CKUP dengan jarak yang beragam. Jarak masing-masing titik GCP terhadap stasiun CKUP dapat dilihat pada **Tabel 1**, dimana jarak terdekat adalah antara CKUP dengan KPG\_GCP\_253, yaitu 6.564 km. Sementara itu, jarak paling jauh adalah antara CKUP dengan KPG\_ICP\_090, yaitu 40.383 km.

Adapun metode pengukuran dan pengolahan data dijelaskan pada tahapan penelitian seperti dapat dilihat pada **Gambar 2**. Secara garis besar, penelitian ini dibagi menjadi 4 tahapan, yaitu tahap persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan penelitian.

**Tabel 1.** Jarak Titik GCP terhadap CKUP.

Titik	Jarak terhadap CKUP (km)
KPG_ICP_035	30,864
KPG_ICP_144	33,169
KPG_GCP_063	33,833
KPG_ICP_090	40,383
KPG_ICP_250	20,591
KPG_GCP_253	6,564
KPG_ICP_047	14,885



**Gambar 2.** Diagram Alir Tahapan Penelitian.

1. Tahapan persiapan

Tahap persiapan terdiri atas studi literatur dan penentuan titik GCP untuk penelitian. Studi literatur dilakukan guna mencari referensi mengenai metode survei dan pemetaan, pengukuran, serta pengolahan datanya. Setelah itu, dipilih 7 titik GCP diantara lebih dari 200

titik GCP Kupang yang dapat diteliti. Salah satu faktor penentu dalam memilih titik tersebut adalah jarak dimana jarak maksimal dari CKUP adalah 40 km. Hal ini karena pengukuran GPS metode RTK mengalami kendala jika jarak antara *base* dan *rover* lebih dari 40 km.

2. Tahapan pengumpulan data  
Pengambilan data dilakukan secara langsung di lokasi penelitian yaitu di sekitar Kota dan Kabupaten Kupang pada bulan November sampai dengan Desember 2015. Pengumpulan data dilakukan dengan mengukur titik-titik GCP menggunakan metode statik dan metode RTK-NTRIP. Pengamatan menggunakan metode statik ditetapkan dengan durasi pengukuran 30 sampai dengan 45 menit sesuai dengan Kerangka Acuan Kerja (KAK). KAK tentang perapatan pengukuran GCP menyebutkan bahwa pada jarak *baseline* 0-30 km dibutuhkan pengamatan GPS statik selama minimal 30 menit, 30-60 km membutuhkan pengamatan GPS statik selama minimal 45 menit, dan 60-100 km membutuhkan lama pengamatan GPS statik minimal 120 menit. Pengambilan data menggunakan metode RTK-NTRIP dilakukan sebanyak 20 kali sehingga diperoleh nilai koordinat satu titik GCP sebanyak 20 nilai yang masing-masing memiliki nilai simpangan baku.
3. Tahapan pengolahan data  
Pengukuran dengan metode statik membutuhkan *post processing* untuk mendapatkan nilai koordinat dan simpangan bakunya. Pengolahan data pada hasil pengukuran GPS statik dilakukan menggunakan perangkat lunak komersil. Metode pengolahan data yang digunakan adalah radial dimana masing-masing titik GCP diikat dengan stasiun CORS CKUP. Sementara untuk pengukuran GPS RTK, koordinat langsung diperoleh secara *real time* saat melakukan pengukuran. Dari 20 kali pengukuran, dipilih data pengamatan yang memiliki ketelitian terbaik untuk digunakan dalam analisis.
4. Tahapan analisis data  
Pada tahapan ini, analisis perbandingan dilakukan terhadap hasil ketelitian pengukuran statik dan RTK-NTRIP yang ditunjukkan dengan nilai simpangan bakunya. Berdasarkan hasil analisis ini dapat ditarik kesimpulan metode pengukuran mana yang memberikan ketelitian lebih baik.
5. Tahapan penyusunan laporan  
Pada tahapan ini dilakukan penyusunan laporan berdasarkan hasil penelitian mengenai perbandingan hasil ketelitian pengukuran GPS menggunakan metode statik dan RTK-NTRIP.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Koordinat hasil perhitungan dengan perangkat lunak komersial menggunakan metode radial dengan mengikat ke titik CKUP untuk pengukuran metode statik dapat dilihat pada **Tabel 2**. Sementara itu, nilai koordinat *real time* terbaik hasil pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 2.** Koordinat UTM Hasil Pengukuran GPS Metode Statik.

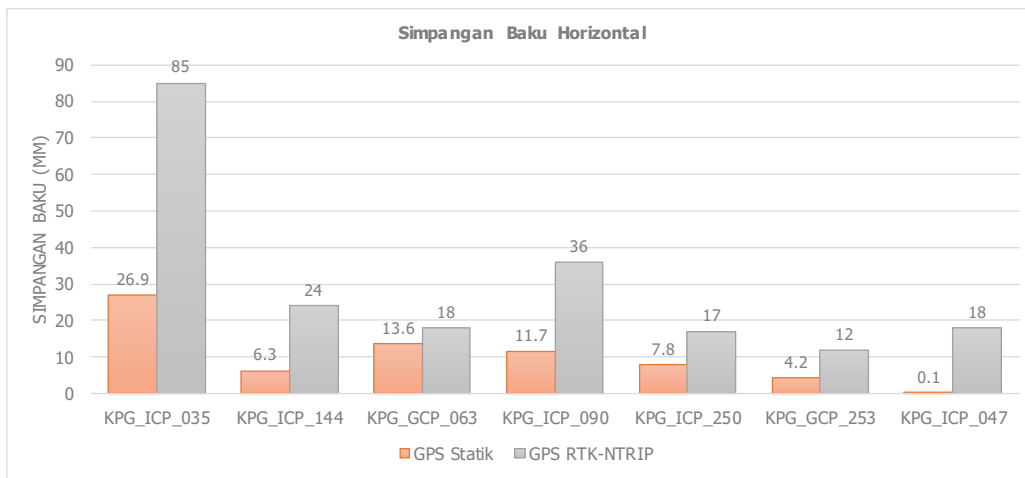
Titik	Koordinat X (m)	Koordinat Y (m)
KPG_ICP_035	408362.848020611	8892201.43055237
KPG_ICP_144	402049.800688108	8882101.23560930
KPG_GCP_063	401184.224776574	8880805.06053321
KPG_ICP_090	394273.590745303	8877362.12127174
KPG_ICP_250	447376.277747505	8859616.25350579
KPG_GCP_253	437426.890256222	8869869.37719847
KPG_ICP_047	449248.398605664	8878422.31584607

**Tabel 3.** Koordinat UTM Hasil Pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP.

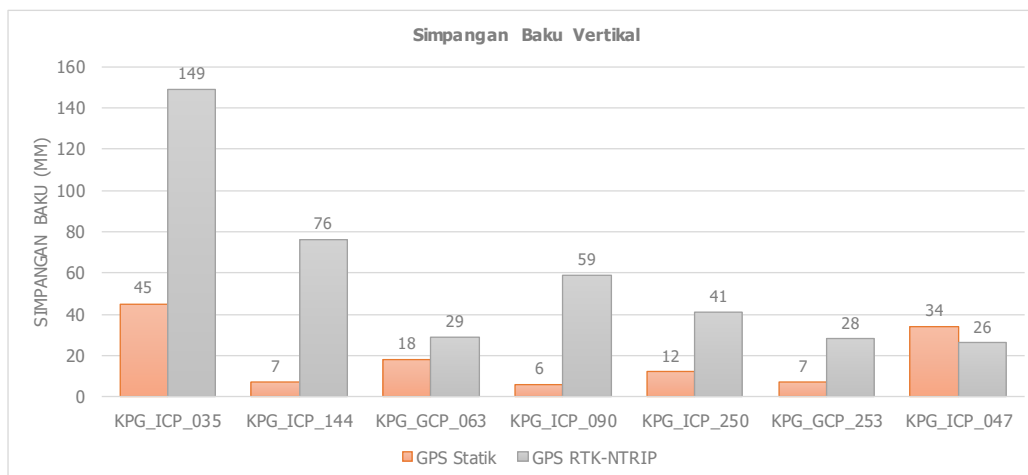
Titik	Koordinat X (m)	Koordinat Y (m)
KPG_ICP_035	408363.384693900	8892201.57566342
KPG_ICP_144	402049.822693083	8882101.20249624
KPG_GCP_063	401183.831468531	8880804.65030576
KPG_ICP_090	394273.590745303	8877361.65553687
KPG_ICP_250	447376.223001696	8859616.25342354
KPG_GCP_253	437426.890354067	8869869.32191337
KPG_ICP_047	449248.343972581	8878422.21625693

Simpangan baku hasil pengukuran yang menunjukkan tingkat ketelitian pengukuran GCP menggunakan GPS metode statik dan RTK-NTRIP disajikan pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**. **Gambar 3** menunjukkan nilai simpangan baku horizontal antara pengukuran GPS dengan metode statik dan RTK-NTRIP. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pengukuran GPS dengan metode statik memberikan nilai simpangan baku yang lebih kecil dibandingkan pengukuran GPS metode RTK. Perbedaan simpangan baku horizontal antara kedua metode tersebut berkisar antara 4,4 mm sampai dengan 58,1 mm. **Gambar 4** menunjukkan hal serupa, perbedaan simpangan baku vertikal antara kedua metode berkisar antara 8 mm sampai dengan 104 mm untuk vertikal. Namun, pada titik GCP\_ICP\_047 simpangan baku pada metode RTK-NTRIP lebih kecil dibandingkan dengan statik.

Selanjutnya akan dilihat juga keterkaitan antara perbedaan hasil pengamatan menggunakan metode statik dan metode RTK-NTRIP sehingga diperoleh nilai dN (selisih statik dan RTK-NTRIP dalam sumbu *North*) dan juga nilai dE (selisih statik dan RTK-NTRIP dalam sumbu *East*). Untuk melihat dN dan dE, maka dilakukan transformasi koordinat dari geodetik ke koordinat UTM.



**Gambar 3.** Nilai Simpangan Baku Horizontal.

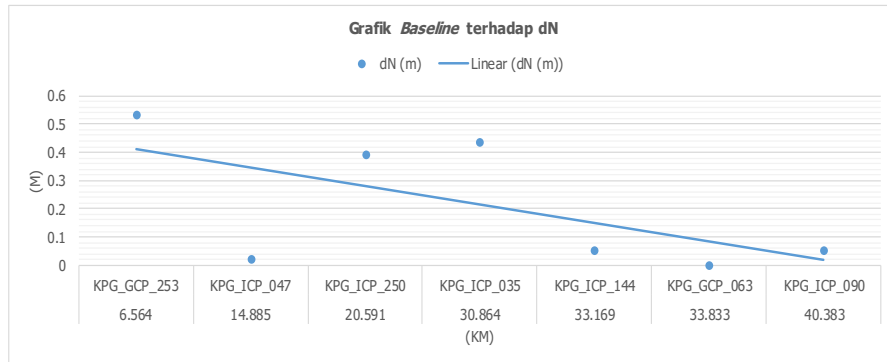


**Gambar 4.** Nilai Simpangan Baku Vertikal.

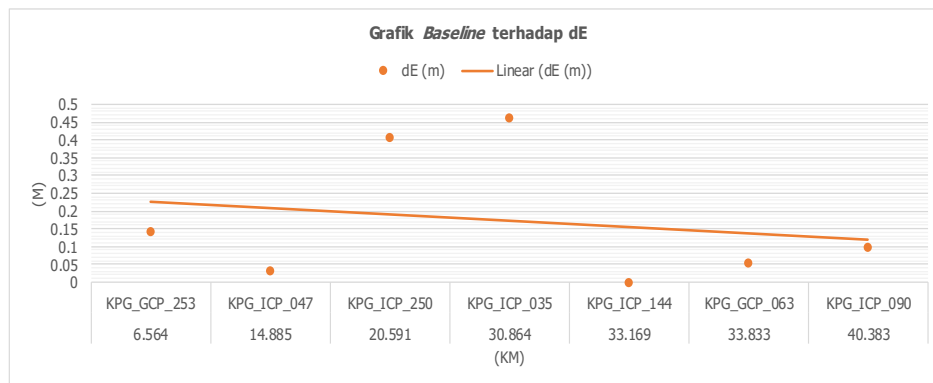
Dengan mengetahui nilai koordinat UTM maka dapat diketahui dengan mudah nilai dari dN dan dE hasil pengamatan yang dapat dilihat pada **Tabel 4**. Dengan didapatkannya nilai dN dan dE ini sehingga dapat ditampilkan tren besarnya penyimpangan dengan pertambahan panjang *baseline* apakah berpengaruh linier atau tidak. Skemanya dapat diperhatikan pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**. Dari **Gambar 5** dan **Gambar 6**, didapatkan tren besarnya dN dan dE dalam meter terhadap panjang *baseline* dalam kilometer. Jika diperhatikan tidak terbentuk model persamaan regresi linearnya dikarenakan salah satu faktor yang dianalisis sangat mempengaruhi hasil pengamatan adalah pemilihan lokasi titik pengamatan. Sebagai contoh untuk titik KPG\_ICP\_035 memiliki selisih dN dan dE yang tinggi dikarenakan lokasi titiknya seperti terlihat pada **Gambar 7**.

**Tabel 4.** Selisih Koordinat UTM Hasil Pengukuran GPS Metode Statik dan RTK-NTRIP.

Titik	dN (m)	dE (m)
KPG_ICP_035	0.53667329	0.14511105
KPG_ICP_144	0.02200498	0.03311306
KPG_GCP_063	0.39330804	0.41022745
KPG_ICP_090	0.43685287	0.46573487
KPG_ICP_250	0.05474581	0.00008225
KPG_GCP_253	0.00009785	0.05528510
KPG_ICP_047	0.05463308	0.09958914



**Gambar 5.** Grafik *Baseline* terhadap dN



**Gambar 6.** Grafik *Baseline* terhadap dE



**Gambar 7.** Titik Pengamatan KPG\_ICP\_035

**Gambar 7** menunjukkan kondisi titik pengamatan yang berada di bawah pohon dan juga topografi di sekitar titik pengamatan yang dianalisa banyak terdapat bukit yang menghalangi sinyal masuk. Selain itu, untuk mendapatkan nilai *fix* saat pengamatan menggunakan metode RTK-NTRIP memerlukan waktu yang relatif lama, yaitu 30 menit, dibandingkan pengambilan titik lain yang cukup 5-10 menit. Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh King Adhen, 2011. Dalam penelitiannya, disebutkan bahwa korelasi antara panjang *baseline* terhadap nilai dN dan dE memiliki hubungan yang kuat yang saling mempengaruhi.

Dengan menggunakan data survei GCP Kupang secara menyeluruh, baik data pengukuran menggunakan metode RTK-NTRIP dan statik, proses koreksi citra menunjukkan ketelitian 2.348 m dimana ketelitian tersebut memenuhi standar kelas 3 peta RBI skala 1:5000 sesuai dengan Peraturan Kepala (Perka) BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Di dalam Perka tersebut disebutkan bahwa ketelitian Peta RBI dibagi ke dalam 3 kelas pada masing-masing skalanya. Untuk skala 1:5000, ketelitian maksimal horizontal kelas 1 adalah 1 m, kelas 2 adalah 1.5 m, dan kelas 3 adalah 2.5 m.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pengukuran GPS menggunakan metode statik dengan *post-processing* akan menghasilkan nilai koordinat yang lebih teliti dibandingkan dengan pengukuran GPS metode RTK dimana nilai koordinat dapat diperoleh secara *real time*. Meskipun demikian, kedua pengukuran ini dapat digunakan dalam survei GCP untuk mengoreksi citra karena proses koreksi citra yang telah dilakukan menghasilkan ketelitian citra yang memenuhi standar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas kerja sama tim pengukuran GCP Kupang Badan Informasi Geospasial sehingga survei GCP dapat terlaksana dengan lancar dan data dukung untuk penelitian ini dapat terkumpul. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada para pihak yang telah mendukung penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin Z. (2001). Geodesi Satelit. Pradnya Paramita.
- Abidin, Hasanuddin. Z. (2007). Modul 7: Pendahuluan Metode Survei GNSS. Institut Teknologi Bandung.
- Badan Informasi Geospasial.(2014). Peraturan Kepala No. 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.
- BIG (Badan Informasi Geospasial). (2016). Kerangka Acuan Kerja tentang Pekerjaan Perapatan Pengukuran *Ground Control Point (GCP)* dan *Independent Control Point (ICP)* untuk Orthorektifikasi Citra Satelit Resolusi Sangat Tinggi Wilayah Aceh.
- El Fadhlila, King Adhen dan Khomsin. (2013). Analisis Perbandingan Ketelitian Posisi GPS CORS RTK-NTRIP dengan Metode Rapid Statik. *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. X, No. X
- RI (Republik Indonesia). (2013). Peraturan Pemerintah No. 8 Tahun 2013 tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang.
- RI (Republik Indonesia). (2007). Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.
- Rudianto, Bambang. Azwar, Rendy Faisal. (2013). Aplikasi Survei GPS dengan Metode Statik Singkat dalam Penentuan Koordinat Titik-titik Kerangka Dasar Pemetaan Skala Besar. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. ISSN 2338-350x.
- Safi'i, Ayu Nur. Sudarsono, Bambang dan Awaluddin, Muhammad. (2014). Analisis Ketelitian Titik Kontrol Horizontal Pada Pengukuran Deformasi Jembatan Penggaron Menggunakan Software GAMIT 10.5. *Jurnal Geodesi Undip* Vol. 3, No. 3.
- Sari, Atika dan Khomsin. (2014). Analisa Perbandingan Ketelitian Penentuan Posisi dengan *GPS RTK-NTRIP* dengan *Base GPS CORS* Badan Informasi Geospasial (BIG) dari Berbagai Macam *Mobile Provider* (Studi Kasus: Surabaya). *Jurnal Teknik POMITS*. Vol. X, No. X.
- Setiady, Joko. (2013). Aplikasi GPS RTK untuk Pemetaan Bidang Tanah. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*. ISSN 2338-350x.
- Yasin, Aminullah. (2008). *Evaluasi Ketelitian Luas Bidang Tanah Hasil Pengukuran GPS Metode Real Time Kinematik (RTK) Menggunakan Teknologi Networked Transport of RTCM via Internet Protocol (NTRIP)*. Tesis Program Studi Teknik Geomatika UGM.