

Analisis pengukuran penampang memanjang dan penampang melintang dengan GNSS metode RTK-NTRIP

Dimas Bagus , M. Awaluddin, Bandi Sasmito *)

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp.(024) 76480785, 76480788
e-mail: geodesi@undip.ac.id

ABSTRAK

Pengukuran penampang memanjang dan penampang melintang sangat dibutuhkan dalam setiap pekerjaan survey rekayasa. Pengukuran penampang memanjang dan melintang dapat dilaksanakan dengan berbagai macam alat ukur seperti *Waterpass* , *Total station*. Dalam penelitian ini dilakukanlah pengukuran dengan menggunakan sistem GNSS, dengan menganalisis pengukuran penampang memanjang dan melintang menggunakan metode RTK-NTRIP.

Pengukuran ini kemudian dibandingkan dengan *Total station* dan *Waterpass* yang dianggap benar. Perbandingan hasil digunakan 2 metode, metode pertama menganggap bahwa nilai undulasi (N) pada wilayah pengukuran dianggap sama. Metode yang kedua dilakukan konversi tinggi terhadap model geoid global EGM2008 dengan grid 1' (menit) . Pengukuran ini dilakukan pada daerah kampus UNDIP.

Hasil pengukuran GNSS RTK NTRIP dengan mengasumsikan nilai N pada wilayah pengukuran dianggap sama didapatkan akurasi 0.146 m sehingga memenuhi produksi peta skala 1 : 500

Kata kunci : GNSS, RTK-NTRIP, Penampang Memanjang, Penampang Melintang

ABSTRACT

Measurements of longsection and cross sections are needed in every engineering survey work. It can be implemented with a variety of measuring tools such as Waterpass, Total station. In this research was perform measurements using GNSS system, by analyzing the long section and cross section measurement using RTK-NTRIP method.

These measurements are then compared with Total station and Waterpas measurement. By using two methods, the first method assumes that the value of Undulation (N) in the measurement area are considered equal. A second method use heigh conversion of the geoid model EGM2008-1'. These measurements take place on the campus area UNDIP

The results obtained from GNSS RTK NTRIP measurement where the value of undulation (N) in the measurement area is considered equal so the accuracy value is 0.146 m so can produce map with the scale of 1: 500

Keywords: *GNSS, RTK-NTRIP, Long Section, Cross Section*

*) *Penulis Penanggungjawab*

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pada Pekerjaan-Pekerjaan rekayasa seperti perencanaan jalan raya, jalan kereta api, saluran irigasi, lapangan udara, dll sangat dibutuhkan bentuk profil atau tampang pada arah tertentu untuk perencanaan kemiringan sumbu proyek, hitungan volume galian atau timbunan tanah, dan lain lain. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pekerjaan pengukuran yang dapat menyelesaikan pekerjaan tersebut secara cepat dan akurat.

I.2 Perumusan Masalah

- Seberapa besar akurasi dari hasil pengukuran penampang memanjang dan melintang dengan menggunakan GNSS metode RTK – NTRIP yang dibandingkan dengan pengukuran teristris menggunakan kombinasi *Waterpass* dan *Total Station* ?
- Seberapa besar selisih volume dari hasil pengukuran penampang memanjang dan melintang dengan menggunakan GNSS metode RTK – NTRIP yang dibandingkan dengan pengukuran teristris menggunakan kombinasi *Waterpass* dan *Total Station* ?
- Berapa Skala yang tepat untuk penggambaran hasil pengukuran RTK-NTRIP ?

I.3 Tujuan Penelitian

- Mengetahui tingkat ketelitian pengukuran dengan GNSS untuk pengukuran penampang memanjang dan melintang.
- Membandingkan tingkat ketelitian pengukuran GNSS dengan pengukuran terestris menggunakan Kombinasi *Waterpass* dan *Totalstation* sehingga dapat diaplikasikan dalam pekerjaan survey rekayasa dengan ketelitian yang tinggi dan cepat.

I.4 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini diharapkan dapat membantu menambah wawasan mengenai penggunaan GNSS terutama dengan metode RTK-NTRIP dan memberikan informasi manfaat dari penggunaan CORS guna untuk memenuhi perkembangan dan kebutuhan pemetaan di Indonesia.

I.5 Metodologi Penelitian

1. Persiapan

Tahap awal penelitian ini meliputi kegiatan studi literatur, tahap lain yang perlu dilakukan adalah suvey lokasi dan objek yang diteliti serta persiapan alat-alat yang akan digunakan pada saat dilapangan.

2. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan proses lanjutan dari tahap persiapan. Dalam tahap ini, segala data yang telah direncanakan dikumpulkan

untuk nantinya akan diolah. Data yang dimaksud adalah hasil dari pengukuran *Waterpass* dan *Total station* dan data hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP

3. Pengolahan Data

Pengolahan data dimulai dari pengolahan data hasil dari pengukuran *Waterpass* dan *Total station* dan data hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP.

4. Analisa dan Kesimpulan

Pada hasil akhir ini dilakukan analisa tentang hasil dari pengukuran *Waterpass* dan *Total station* dan dibandingkan dengan data hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP).

I.6 Penampang Memanjang dan Melintang

Penampang memanjang adalah irisan tegak pada lapangan dengan mengukur jarak dan beda tinggi titik-titik di atas permukaan bumi. Profil memanjang digunakan untuk melakukan pengukuran yang jaraknya jauh, sehingga dikerjakan secara bertahap beberapa kali. Karena panjangnya sangat besar, skala vertikal yang digunakan dibuat berbeda dengan skala horisontalnya. Cara pengukuran penampang memanjang sama dengan cara pengukuran secara berantai. Penampang memanjang digunakan untuk pekerjaan membuat *trace* jalan kereta api, jalan raya, saluran air, pipa air minum, dan sebagainya.

Penampang melintang yang digunakan dalam menghitung pekerjaan rekayasa adalah sebuah penampang vertikal, tegak lurus terhadap garis sumbu pada stasiun penuh dan stasiun plus, yang menyatakan batas-batas suatu galian atau timbunan rencana atau yang sudah ada. Penentuan luas potongan melintang menjadi sederhana bila potongan melintang tersebut digambar diatas kertas grafik potongan melintang. Potongan melintang digambar dengan skala vertikal dan horisontal yang sama, dengan praktek standar 1 inch = 10 ft. Tetapi, bila galian atau timbunan vertikal kecil dibandingkan dengan lebarnya, perbesaran skala vertikal digunakan untuk mencapai ketelitian ekstra dalam menggambar penampang tersebut.

I.7 GNSS (Global Navigation Satellite System)

GNSS merupakan suatu sistem satelit yang terdiri dari konstelasi satelit yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan bermacam-macam sinyal dalam berbagai frekuensi secara terus menerus, yang tersedia di semua lokasi di atas permukaan bumi. GNSS memiliki peranan penting dalam bidang navigasi. GNSS yang ada saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*) milik 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)

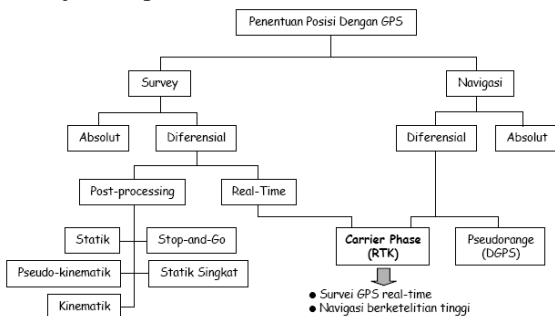
GNSS yang paling dikenal saat ini adalah GPS (*Global Positioning System*). Semua sistem dalam hal ini GPS, GLONASS, Galileo dan juga Compass memiliki cara kerja yang hampir sama.

Sistem navigasi satelit Rusia GLONASS merupakan salah satu produk teknologi tinggi Rusia yang cukup fenomenal. Global Navigation Satellite System (GLONASS) adalah sistem navigasi satelit yang dioperasikan oleh Angkatan Pertahanan Luar Angkasa Rusia. GLONASS merupakan satu-satunya alternatif sistem navigasi dengan jangkauan global selain Global Positioning System (GPS).

Pembangunan GLONASS dimulai oleh Uni Soviet pada 1976. Saat ini kelompok orbit GLONASS terdiri dari 27 satelit yang terdiri dari 24 satelit untuk memastikan navigasi global dan tiga sisanya adalah cadangan atau untuk melakukan tes peralatan eksperimen. Sejauh ini ada 14 stasiun monitor di Rusia, satu di Brasil dan satu di benua Antartika, di stasiun Bellingshausen Rusia. Stasiun GLONASS lainnya diharapkan akan dibangun dalam waktu dekat: delapan di Rusia, dua di Brazil, satu di Australia, Kuba, Indonesia, Spanyol, Vietnam dan stasiun tambahan di Antartika

I.8 Metode Penentuan Posisi

Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS adalah pengukuran jarak ke beberapa satelit GPS yang telah diketahui koordinatnya. Penentuan posisi dengan GPS dapat dilakukan dengan berbagai metode yang masing-masing mempunyai karakteristik tersendiri. Secara umum metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS dapat diklasifikasikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. berikut.



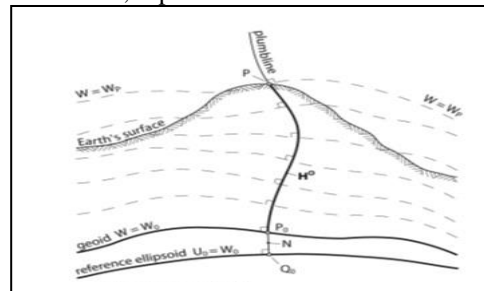
Gambar 1.1 Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS (Abidin, 2000)

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS dapat dibagi 2, yaitu *absolute positioning* dan *relatif positioning*. Metode-metode ini yang menentukan ketelitian posisi yang diinginkan. Ketelitian GPS bervariasi mulai dari fraksi meter sampai dengan millimeter, tergantung pada metode apa yang digunakan.

I.9 Prinsip Penentuan Tinggi Dengan GPS

Ketinggian titik yang diberikan oleh GPS adalah ketinggian titik di atas permukaan *ellipsoid*, yaitu *ellipsoid* WGS84. Tinggi *ellipsoid* (h) tersebut tidak sama dengan tinggi *orthometrik* (H) yang diperoleh dari pengukuran sifat datar (*levelling*). Tinggi *orthometrik* suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas geoid diukur sepanjang garis gaya berat yang melalui titik tersebut, sedangkan tinggi ellipsoid suatu titik adalah tinggi titik tersebut di atas ellipsoid dihitung sepanjang garis normal *ellipsoid* yang melalui titik tersebut.

Geoid adalah salah satu bidang ekuipotensial medan gaya berat bumi, dan menjadi bidang referensi untuk menyatakan tinggi orthometrik karena *geoid* dianggap berimpit dengan muka air laut rata-rata (*Mean Sea Level, MSL*). Untuk dapat mentransformasi tinggi *ellipsoid* hasil ukuran GPS ke tinggi *orthometrik* maka diperlukan undulasi *geoid* di titik tersebut, seperti Gambar 2.



Gambar 1.2. Ilustrasi Posisi Elipsoid, Geoid dan Topografi (Abidin, 2000) dengan rumus sebagai berikut :

$$H = h - N$$

Keterangan :

- H = tinggi *orthometrik* (bereferensi ke geoid)
- h = tinggi *ellipsoid* (bereferensi ke ellipsoid)
- N = tinggi (undulasi) *geoid* di atas *ellipsoid*

I.10 Network RTK

Metode *Network Real Time Kinematic* (NRTK) merupakan sebuah metode penentuan posisi secara relatif dari pengamatan GNSS. NRTK merupakan pengembangan dari metode *single base RTK*.

Prinsip kerja *Network Real Time Kinematic* (NRTK) secara umum adalah sebagai berikut. Stasiun referensi-stasiun referensi merekam data dari satelit GNSS secara kontinu yang kemudian disimpan dan atau dikirim ke *server Network RTK* melalui jaringan internet secara serempak.

Data yang dikirimkan oleh stasiun referensi-stasiun referensi adalah data dalam format

raw data atau data mentah yang kemudian oleh *server Network RTK* digunakan sebagai bahan untuk melakukan koreksi data yang dapat digunakan oleh pengguna (*rover*). Data dalam format raw tersebut dikirimkan secara kontinu dalam interval tertentu kepada *server Network RTK* melalui jaringan internet. Oleh *server*, data tersebut diolah dan disimpan dalam bentuk RINEX yang dapat digunakan untuk *post processing*, maupun dalam bentuk RTCM yang dikirimkan kepada *rover* yang membutuhkan koreksi data dari stasiun referensi. *Rover* berkomunikasi dengan *server Network RTK* menggunakan jaringan GSM/GPRS/CDMA, sehingga dapat memperoleh data koreksi hasil hitungan dengan metode *Area Correction Parameter (ACP/FKP)* atau *Master Auxiliary Concept (MAC)* atau *Virtual Reference Station (VRS)* atau metode-metode lainnya, melalui jaringan internet.

Pada saat ini, NRTK dianggap lebih memberikan banyak keuntungan dalam dunia penentuan posisi menggunakan GNSS, dibandingkan dengan penggunaan metode single base RTK. Hal ini dikarenakan pada single base RTK hanya terdapat satu master referensi sehingga kendala jarak antara *rover* dan stasiun referensi (*base station*) menjadi masalah utama. Jarak akan mempengaruhi ketelitian posisi yang dihasilkan. Semakin jauh jarak antara *rover* dan stasiun referensi (*base station*), maka kualitas posisi pun akan menurun. Faktor jarak yang jauh ini, menjadi kendala dalam pemecahan *ambiguity resolution*, begitu juga dengan jangkauan radio komunikasi yang jauh sehingga memungkinkan terjadinya data *loss* dalam penyampaian informasi data dari stasiun referensi (*base station*) ke *rover*.

I.11 Penelitian Terdahulu

Untuk Melakukan penelitian ini diperlukan tinjauan pustaka untuk memperluas wawasan serta memahami konsep dasar teori yang mendukung dalam penelitian ini. Tinjauan pustaka dapat dilakukan dengan mengkaji teori dalam buku / penelitian terdahulu. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini

Dalam penelitian Hafidz. E.G., Awaluddin, M., dan Yuwono, B.D., (2014) menjelaskan penelitian tugas akhir yang berjudul “ Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP “pada penelitian ini dilakukan pengukuran dengan menggunakan sistem GPS CORS (*Continuously Operating Reference Stations*). Dengan menganalisis pengaruh panjang *baseline* terhadap ketelitian pengukuran situasi dengan menggunakan GNSS metode RTK-NTRIP dan menggunakan data pengukuran Total Station sebagai data definitive

Pengukuran dengan metode ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar ketelitian *horizontal* (σ_{HZ}) dan *vertikal* (σ_{dh}) sebagai berikut :

pengukuran situasi dengan *baseline* 1 km sebesar $\sigma_{HZ} = \pm 0.092$ m dan $\sigma_{dh} \pm 0.047$ m, sedangkan *baseline* 15.6 km sebesar $\sigma_{HZ} = \pm 0.181$ m dan $\sigma_{dh} \pm 0.179$ m, dan *baseline* 57.6 km sebesar $\sigma_{HZ} = \pm 0.765$ m dan $\sigma_{dh} \pm 0.258$ m. Selanjutnya ditinjau dari ketelitian skala peta, untuk panjang *baseline* 1 km memenuhi skala peta 1:500, sedangkan panjang *baseline* 15.6 km memenuhi

Dalam penelitian Sitohang, L.S., Yuwono, B.D., dan Awaluddin, M., (2014) menjelaskan penelitian tugas akhir yang berjudul “ Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode RTK NTRIP dengan Beberapa *Provider GSM* ” pada penelitian ini dilakukan pengukuran dengan menggunakan sistem GPS CORS (*Continuously Operating Reference Stations*), dengan menganalisis pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK-NTRIP dengan *provider* Telkomsel, Indosat, dan XL. Pengukuran ini menggunakan GPS yang kemudian dibandingkan dengan *Total station* dan meteran. Pengukuran ini dilakukan pada daerah yang berkekuatan sinyal 3G dan EDGE. Dimana masing-masing daerah memiliki 30 bidang tanah.

Dari pengukuran tersebut didapatkan hasil , pada jarak yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,0558$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,859$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,0573$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,781$ meter. Pada jarak yang diukur dengan *provider* sebesar $\pm 0,0722$ meter, sedangkan luasnya sebesar $\pm 0,99$ meter. Akurasi berdasarkan dari pengukuran bidang tanah GPS Metode RTK-NTRIP terhadap pengukuran *Total station* pada daerah Mulawarman dengan kekuatan sinyal EDGE adalah sebagai berikut, pada koordinat yang diukur dengan *provider* Telkomsel sebesar $\pm 0,070$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,243$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* Indosat sebesar $\pm 0,068$ meter, jarak sebesar $\pm 0,052$ meter dan luas sebesar $\pm 0,256$ meter. Pada koordinat yang diukur dengan *provider* XL sebesar $\pm 0,067$ meter, jarak sebesar $\pm 0,047$ meter, dan luas sebesar $\pm 0,228$ meter.

II. DATA DAN METODE

II.1 Persiapan

Pada tahap ini dilakukan tahapan persiapan peralatan. Data yang digunakan adalah data hasil dari pengukuran *Waterpass* dan *Total station* dan data hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP. Sedangkan alat penunjang yang digunakan terdiri dari laptop, dan perangkat lunak yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

II.2 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian berada di daerah Universitas Diponegoro yang berada dalam wilayah

7°03'58,8116" LS - 7°03'59,3872" LS dan
110°26'7,5691"BT - 110°26'8,6131"BT.



Gambar 2.1. Lokasi Penelitian

II.3 Data Penelitian

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain :

1. Data pengukuran GNSS Metode RTK-NTRIP, yang didapatkan pada tanggal 22 Juli 2014.
2. Data Pengukuran GNSS Metode Statik 20 Juli 2014
3. Data Pengukuran Waterpass dan Total station yang didapatkan pada tanggal 22 Juli 2014.

II.4 Pengamatan GPS

Pengamatan GPS yang dilakukan menggunakan dua metode, yaitu :

1. Metode Statik

Dilakukan untuk membuat titik kontrol yang digunakan dalam pengukuran situasi dengan menggunakan Total station. Pada pengukuran ini menggunakan receiver GPS dual frekuensi, dan satu base CORS BIG. Pemilihan titik kontrol ini berada ditempat yang lebih terbuka, agar pada pengukuran situasi yang menggunakan Total station dapat mencapai semua titik yang diukur. Hasil penentuan posisi dengan metode ini dilakukan secara *post-processing* (Sesudah pengamatan).

2. Metode RTK-NTRIP

Dilakukan untuk pengukuran situasi, dimana titik koordinat yang didapat secara real time. Alat yang digunakan dalam pengukuran ini menggunakan receiver Topcon Hiper II yang dilengkapi dengan Controller FC-250 yang menggunakan software TopSURV 7.

Sebelum melakukan tahap pengumpulan data perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut, yaitu :

- a. Receiver telah terinstal perangkat lunak manajemen data pengukuran dan aplikasi TopSURV. Receiver yang digunakan pada pekerjaan survey harus memiliki lisensi modul GPS+ pada perangkat lunak TopSURV.
- b. Pastikan bluetooth pada receiver ataupun controller dapat berfungsi dengan baik.
- c. Pastikan Controller yang digunakan dapat tersambung internet atau dapat menerima Wi-Fi
- d. Pastikan alat pemancar Wi-Fi yang dalam penelitian ini menggunakan sebuah Handphone dapat memancarkan Wi-Fi secara baik.

Pengambilan data setiap titik detail menggunakan interval waktu (*logging rate*) sebesar 5 detik dan *epoch* sebanyak 3-5 kali. *Elevation mask* setiap satelit diset pada ketinggian minimum 15 derajat. Hasil penentuan posisi detail situasi pada penelitian ini didapatkan secara Real Time.

II.5 Pengukuran Waterpass dan Total station

Pengukuran titik dengan Waterpass dan Total station dilakukan pada lokasi dan posisi titik yang sama dengan lokasi titik pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP di daerah penelitian. Waterpass dan Total station berdiri diatas titik kontrol yang sudah diukur dengan menggunakan GNSS metode Statik, yang mana titik ikatnya terhadap CORS BIG, karena dalam hal ini data pengukuran Waterpass dan Total station nantinya sebagai data pembanding untuk menganalisis akurasi data pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP, dengan menghitung jarak pergeseran nilai beda tinggi dari hasil pengukuran Waterpass dan Total station dengan GNSS metode RTK-NTRIP

II.6 Pengolahan data

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data dengan metode :

- a. Dengan menganggap nilai undulasi geoid (N) pada wilayah pengukuran dianggap sama.
- b. Dengan mengkonfersi hasil pengukuran ke dalam model geoid global EGM 2008 1' (menit)
- c. Dengan melakukan uji normalitas pada hasil pengukuran.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Hasil Perhitungan Waterpass dan Total station

Dari hasil Pengukuran Penampang Memanjang dan Melintang didapatkan data :

- Penampang Memanjang :
- Rata rata tinggi : 233.8395
 - Tinggi Terendah : 222.2441
 - Tinggi Tertinggi : 239.6568
- Penampang Melintang :
- Rata rata tinggi : 233.959
 - Tinggi Terendah : 241.1136
 - Tinggi Tertinggi : 219.9761

III.2 Hasil Perhitungan Waterpass dan Total station dengan EGM2008_1'

Dari hasil pengukuran penampang melintang dan memanjang dengan *Waterpass* dan *Totalstation*, dan telah dilakukan perhitungan terhadap EGM2008, didapatkan data :

- Penampang Memanjang :
- Rata rata tinggi : 227.107
 - Tinggi Terendah : 214.512
 - Tinggi Tertinggi : 232.925
- Penampang Melintang :
- Rata rata tinggi : 227.227
 - Tinggi Terendah : 213.244
 - Tinggi Tertinggi : 234.382

III.3 Hasil Perhitungan GNSS Metode RTK-NTRIP

Dari hasil pengukuran penampang melintang dan memanjang dengan GNSS metode RTK-NTRIP didapatkan data :

- Penampang Memanjang :
- Rata rata tinggi : 231.5809
 - Tinggi Terendah : 219.686
 - Tinggi Tertinggi : 237.398
- Penampang Melintang :
- Rata rata tinggi : 235.120
 - Tinggi Terendah : 295.019
 - Tinggi Tertinggi : 222.103

Tabel 3.1 Data hasil pengukuran GPS-NTRIP

Jenis Data	Jumlah
<i>Fixed</i>	237 titik
<i>Float</i>	82 titik
Jumlah keseluruhan titik	319 titik

III.4 Hasil Perhitungan GNSS Metode RTK-NTRIP dengan EGM2008

Dari hasil pengukuran penampang melintang dan memanjang dengan GNSS metode RTK-NTRIP dan telah dilakukan perhitungan terhadap EGM2008, didapatkan data :

Penampang Memanjang :

- Rata rata tinggi : 206.558
- Tinggi Terendah : 194.035
- Tinggi Tertinggi : 211.754

- Penampang Melintang :
- Rata rata tinggi : 207.018
 - Tinggi Terendah : 191.894
 - Tinggi Tertinggi : 266.831

III.5 Analisis beda tinggi Waterpass + TotalStation dan RTK-NTRIP

a. Minimum

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP diperoleh minimum beda tinggi adalah 0.002 m

b. Maksimum

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP diperoleh maksimum beda tinggi adalah 55.381 m

c. Rata rata

Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh hasil rata rata beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah: 1.882 m

d. Standar Deviasi

Dari hasil perhitungan dengan rumus (2.1) diperoleh nilai Standar Deviasi beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah 7.993 m

e. Menghilangkan data blunder

Dari hasil uji dengan rumus (2.2) data beda tinggi yang dapat diterima adalah data yang berada dalam rentang 1.882 ± 1.269 . Maka diperoleh dari 319 data terdapat 187 data blunder sehingga yang dapat digunakan sebanyak 132 data dengan rata rata selisih tinggi 0.146 m

III.6. Analisis beda tinggi Waterpass + TotalStation dan RTK-NTRIP (data fixed)

a. Minimum

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP (data fixed) diperoleh minimum beda tinggi adalah 0.001 m

b. Maksimum

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP (data fixed) diperoleh minimum beda tinggi adalah 2.863 m

c. Rata rata

Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh hasil rata rata beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah: 0.453 m

d. Standar Deviasi

Dari hasil perhitungan dengan rumus (2.1) diperoleh nilai Standar Deviasi beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah 0.645 m

e. Menghilangkan data blunder

Dari hasil uji dengan rumus (2.2) data beda tinggi yang dapat diterima adalah data yang berada dalam rentang 0.453 ± 0.435 . Maka diperoleh dari 237 data fixed terdapat 85 data blunder sehingga yang dapat digunakan sebanyak 152 data

III.7 Analisis tinggi Waterpass + TotalStation dan RTK-NTRIP dengan egm2008

a. Minimal

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP dengan egm2008 diperoleh minimum beda tinggi adalah 16.471 m

b. Maksimal

Dari hasil perhitungan beda tinggi dari tinggi *Waterpass + TotalStation* dan RTK-NTRIP dengan egm2008 diperoleh maksimum beda tinggi adalah 33.926 m

c. Rata rata

Dari hasil pengukuran tersebut diperoleh hasil rata rata beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP dengan egm2008 adalah: 21.572 m

d. Standar Deviasi

Dari hasil perhitungan dengan rumus (2.1) diperoleh nilai Standar Deviasi beda tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP dengan egm2008 adalah 2.008 m

III.8 Perbandingan volume

Dari hasil pengukuran penampang melintang dilakukan dengan menggunakan *waterpass, total station* dan GPS metode RTK – NTRIP di dapatkan hasil volume.

Tabel 3.2. Tabel hasil perbandingan volume

No	NTRIP	WP+TS	Selisih volume	persentase selisih volume
sta+50	31910,782	31790,105	120,677	0,38%
sta+100	38825,453	36207,130	2618,323	7,23%
sta+150	41433,344	38923,055	2510,289	6,45%
sta+200	45299,927 124446,05	45333,555	33,628	0,07%
sta+250	4 126027,87	85654,572	38791,482	45,29%
sta+300	8	85830,355	40197,522	46,83%
sta+350	62749,718	61786,352	963,366	1,56%
sta+400	68977,734	66802,474	2175,261	3,26%
sta+450	69965,354	68206,478	1758,876	2,58%
sta+500	61891,707	62747,642	855,935	1,36%
sta+550	53852,898	54001,115	148,217	0,27%
sta+600	42734,087	43579,473	845,386	1,94%
total	768114,93	680862,30	87252,631	117,23%

Dari hasil selisih volume pada tabel 4.6. diperoleh rata rata selisih volume adalah 9.76 %. Data yang terdapat selisih besar di STA+250 dan STA+300 dikarenakan adanya data float pada STA tersebut.

III.9 Skala Peta

Uji statistik yang digunakan pada tahap ini adalah dengan membandingkan nilai ketelitian (standar deviasi) data setiap panjang baseline dengan ketelitian peta berdasarkan skala. Rumus yang digunakan untuk menentukan ketelitian peta yaitu : (Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial, Nomor 14 Tahun 2013) . Rumus yang digunakan untuk menentukan Ketelitian vertikal adalah $\sigma = 1/3 \times \text{Interval Kontur}$.

Uji ketelitian ini interval keyakinan (confidence intervals) yang digunakan adalah 95%. Berikut uji skala peta yang dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3.3. Ketelitian vertikal peta dengan interval keyakinan 95 %

No.	Skala	$\sigma = 1/3 \times \text{Interval Kontur}$	95% Confidence level ($1,960 \sigma$)
1	1:100	0,017	0,033
2	1:500	0,083	0,163
3	1:1000	0,167	0,327
4	1:2500	0,417	0,817
5	1:5000	0,833	1,633

Berdasarkan Tabel 3.3 dapat disimpulkan bahwa dengan tingkat interval keyakinan 95%, skala penggambaran peta yang sesuai, berdasarkan ketelitian vertikal untuk pengukuran penampang memanjang dan melintang dengan menggunakan GNSS metode RTK-NTRIP dan data yang digunakan hanya data fix dengan rata rata 0,146 m adalah skala 1:500.

IV. PENUTUP

IV.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian ini berdasarkan hasil analisis dan uraian yang dikemukakan pada bab-bab sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Dari hasil analisis didapatkan :
 - a. Rata rata selisih tinggi semua data RTK-NTRIP dengan tinggi waterpass dimana nilai undulasi (N) dianggap sama di wilayah tersebut adalah 1,882 m dengan standar deviasi 7,993
 - b. Rata rata selisih tinggi data fixed RTK-NTRIP dengan tinggi waterpass adalah 0,453 m dengan standar deviasi 0,645

- c. Rata rata selisih tinggi antara tinggi waterpass dan tinggi RTK-NTRIP dan telah di lakukan perubahan dengan model geoid egm2008 adalah 21.572 m dengan standar deviasi 2.008
 - d. Setelah dilakukan penghilangan data blunder dengan selang kepercayaan 50 % dan menghilangkan data yang terdapat blunder. Nilai rata-rata selisih tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah 1.346 m
 - e. Setelah dilakukan penghilangan data blunder pada data fixed dengan selang kepercayaan 50 % dan menghilangkan data yang terdapat blunder. Standar Deviasi selisih tinggi antara *Waterpass + Total station* dan GPS-NTRIP adalah 0.146 m
2. Dari hasil perhitungan volume diperoleh rata rata selisih volume adalah 9.76 %.
 3. Skala peta yang sesuai untuk penggambaran penampang memanjang dan melintang adalah 1:500

IV.2 Saran

Dari penelitian, hasil dan analisis yang dilakukan, ada beberapa saran untuk tahap pengembangan selanjutnya, yaitu antara lain:

1. Memperbanyak data fixed agar hasil yang didapatkan lebih teliti.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan RTK dengan metode Radio sebagai perbandingan
3. Pada penelitian selanjutnya agar menggunakan bipod pada jalon gps agar nivo pada jalon berada pada posisinya dan tidak terjadi pergeseran titik.
4. Menambah *epoch* pengamatan agar penelitian selanjutnya lebih teliti.
5. Dalam pelaksanaan pengukuran antara RTK-NTRIP dan *Total station* lebih teliti agar tidak ada data yang terlewat

V. Daftar Pustaka

- Abidin, H. Z., 2000. Geodesi Satelit. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H. Z., 2000. Survei dengan GPS. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Donghyun, K., and Langley, R.B. (2000). "GPS Ambiguity Resolution for Long-Baseline Kinematic Application." Geodetic Research Lab., University of New Brunswick, Canada

Hafiz, E. G, 2014. *Analisis Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS Metode RTK-NTRIP*. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang

Sitohang, L. S , 2014. *Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode RTK NTRIP Dengan Beberapa Provider GSM*. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro. Semarang