

APLIKASI *MOBILE IP* (TELKOMSEL,INDOSAT,XL) UNTUK VERIFIKASI TDT ORDE-3 MENGGUNAKAN METODE RTK-NTRIP (Studi Kasus : Stasiun CORS UNDIP)

Dzaki Adzhan, Bambang Darmo Yuwono, Moehammad Awaluddin^{*)}

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

Seiring dengan perkembangan teknologi GPS yang pesat melahirkan metode-metode pengukuran dapat menambah efisiensi dalam pengukuran seperti metode RTK-NTRIP. Pengukuran GPS metode RTK-NTRIP menggunakan *internet protokol* (IP) secara *mobile* dalam pengiriman data koreksi GPS, sebagai solusi pengukuran yang lebih efisien dari segi teknis dalam pengukuran terestris.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketelitian titik yang dihasilkan *provider* Telkomsel berada pada posisi terendah dibandingkan *provider*XL. Hasil dari uji hipotesis komparatif uji t dapat dibuktikan tidak ada perbedaan yang signifikan koordinat hasil pengamatan antara *provider* Telkomsel,Indosat dan XL dalam pengukuran GPS menggunakan metode RTK-NTRIP. *Provider* XL menjadi *provider* yang paling baik dipakai pada pengukuran ini karena memiliki nilai standar deviasi (S) yang paling kecil yaitu sebesar 0,112341229 m sedangkan *provider* Telkomsel yang paling rendah karena memiliki Standar deviasi (S) sebesar 0,191590617 m

Kata Kunci :GPS , RTK-NTRIP, Provider, TDT-Orde 3

ABSTRACT

Along with technological growth fast GPS bear the measurement method can increase the efficiency in measurement of like method RTK-NTRIP. Measurement of GPS of method RTK-NTRIP use the internet protokol (IP) by mobile in corrective data delivery of GPS, as more efficient measurement solution from technical aspect in field measurement.

These results indicate that the accuracy of the resulting point Telkomsel provider is at the lowest position compared XL provider. Results from comparative hypothesis t test can be conclude it was no significant difference between Telkomsel , Indosat and XLcoordinateproviders in GPS measurement using RTK – NTRIP method .XL Provider best in measurement because it has a standard deviation (S) value 0,112341229 m , and the lowest provideris Telkomsel provider because it has a standard deviation (S)value 0,191590617

Keyword: GPS , RTK-NTRIP, Provider, TDT-Orde 3

^{*)} Penulis PenanggungJawab

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi GPS yang sangat pesat telah mengubah kebiasaan survei untuk melakukan pekerjaan survei dan pemetaan di lapangan. Survei dapat melakukan pekerjaan pengambilan data di lapangan dengan menggunakan titik kontrol yang secara relatif terhadap *reference station* yang terletak beberapa kilometer dari area yang dipetakan. GPS *reference station* merupakan sebuah sistem yang berfungsi untuk mengelola sekaligus mengontrol GPS yang hidup selama 24 jam non stop secara penuh seperti menghidupkan, mematikan, dan memberikan parameter-parameter pengukuran kedalam data GPS tersebut. GPS *reference station* memungkinkan survei hanya menggunakan satu GPS untuk mendapatkan koordinat yang teliti, demikian pula dalam hal biaya survei dapat ditekan karena berkurangnya tenaga operator dan biaya alat yang digunakan.

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 dapat beroperasi secara kontinu selama dua puluh empat jam.

Pengiriman data antara GPS *receiver* dan stasiun referensi pada NTRIP membutuhkan jaringan internet protokol secara *mobile* sehingga pengamatan GPS dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja dengan bantuan jaringan selular (GSM atau CDMA). Jaringan ini dikenal sebagai jaringan *Mobile IP* yang memungkinkan sebuah perangkat *mobile* seperti *notebook*, dapat mengakses jaringan dimana saja

Dalam penelitian ini dilakukan untuk menggunakan *provider* Indosat, Telkomsel, dan XL dapat dimanfaatkan untuk verifikasi Titik dasar teknik orde 3 sebagai solusi memperoleh pengukuran yang lebih efisien baik dari aspek teknis maupun teristris. Proses verifikasi ini bertujuan untuk mengecek ulang koordinat titik dasar teknik orde 3 sehingga didapatkan koordinat yang lebih teliti sesuai jaring kontrol nasional (JKN).

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang muncul dari latar belakang penelitian yang telah dijabarkan sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ketelitian pengukuran TDT Orde 3 menggunakan metode RTK-NTRIP?
2. Apakah terdapat perbedaan ketelitian yang signifikan antara *provider* Indosat, Telkomsel dan XL pada hasil pengukuran TDT Orde 3?

1.3. Pembatasan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini memiliki batasan-batasan sebagai berikut

1. Penelitian ini menggunakan *receiver Topcon Hiper II* dengan menggunakan metode RTK-NTRIP yang terkoneksi dengan Stasiun CORS Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro, Semarang.
2. Titik TDT Orde-3 yang dipakai sebanyak 11 titik
3. Pengiriman data dari *rover* ke stasiun CORS memakai *provider* Telkomsel, Indosat dan XL
4. Lama pengamatan 5 menit, dengan *sample rate* setiap 1 detik
5. Hasil pengukuran TDT Orde 3 metode RTK-NTRIP di validasikan dengan pengukuran GPS metode statik pada titik yang sama sebagai pembandingan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui ketelitian pengukuran TDT orde 3 menggunakan metode RTK-NTRIP.
2. Mengetahui perbedaan ketelitian antar *provider* Indosat, Telkomsel dan XL pada hasil pengukuran TDT orde 3

2. Tinjauan Pustaka

2.1. GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

Global Navigation Satellite System (GNSS) merupakan sistem satelit yang digunakan untuk kepentingan penentuan posisi dan navigasi. GPS merupakan salah satu jenis dari GNSS. Perkembangan teknologi penentuan posisi dengan satelit *Global Navigation Satellite System* (GNSS) memunculkan sistem pengadaan titik kontrol dasar modern sebagai referensi penentuan posisi untuk pengukuran dan pemetaan yang bersifat aktif, terus menerus dan dapat diakses secara *real time*. Sistem titik kontrol modern tersebut adalah *Continuously Operating Reference Stations* (CORS). 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 [Andriyani, 2012].

2.2. Prinsip Kerja RTK

Prinsip pelaksanaan survei GPS menggunakan metode RTK adalah ada satu atau beberapa *base station* yang diketahui koordinatnya secara teliti menjadi acuan, kemudian *receiver* GPS dalam hal ini *rover* GPS bergerak di lapangan mengidentifikasi dan mengukur titik tersebut dengan mendapatkan koreksi *carrier phase* secara kontinu melalui *radio modem* ke *rover* untuk mendapatkan posisi *real time relative* terhadap stasiun referensi [Abidin, 2007].

Ada 3 komponen penting dalam GPS RTK [Sari,2010]:

1. Stasiun Referensi

Stasiun referensi atau *base station* ini terdiri dari *receiver* dan antena. *Base station* ini berfungsi untuk mengolah data diferensial dan melakukan koreksi *carrier phase* yang dikirimkan via *radio modem base ke radio modem rover*

2. Stasiun rover (pengguna)

Rover untuk mengidentifikasi satelit-satelit pada daerah pengamatan dan menerima data diferensial dan koreksi *carrier phase* dari *base station*. Koreksi *carrier phase* tersebut dikirim via *radio link* dengan *radio modem antarabase station dan rover* sehingga bisa mendapatkan posisi lebih teliti.

3. *Data Link* (hubungan data) *Differensial*

Data link ini berfungsi mengirimkan *data differensial* dan koreksi *carrier phase* dari *base station* ke *rover* melalui modem. Kecepatan *radio modem* dan *band* frekuensi pada *base station* dan *rover* harus sama sehingga proses pengiriman data bisa lancar. Jenis-jenis *band* frekuensi yang dimanfaatkan dalam survei GPS-RTK meliputi :

- a. UHF(*Ultra Height Frequency*)
Bekerja pada frekuensi antara 300 Mhz sampai 3 Ghz dengan panjang gelombang antara 10 cm sampai dengan 1 m
- b. VHF (*Very Height Frequency*)
Bekerja pada frekuensi antara 3 Mhz sampai 300Mhz dengan panjang gelombang antara 1 m sampai dengan 10 m
- c. HF (*Height Frequency*)
Bekerja pada frekuensi antara 3 Mhz sampai 30 Mhz dengan panjang gelombang antar 10 m sampai dengan 100

Ada 3 jenis solusi pengukuran pada metode RTK antara lain :

1. *Fix*

Sudah terhubung dengan *base station*, memiliki ketelitian posisi 1 sampai dengan 5 cm, fase ambiguitas sudah terkoreksi, jumlah satelit yang ditangkap >4, bias *multipath* terkoreksi.

2. *Float*

Sudah terhubung dengan *base station*, memiliki posisi >5 cm, fase ambiguitas belum terkoreksi, jumlah satelit yang ditangkap <=4 (*too few satellite*), bias *multipath* belum terkoreksi.

3. *Standalone / Autonomous*

Tidak terhubung dengan *base station*, memiliki ketelitian posisi >1 m, Fase ambiguitas belum terkoreksi, jumlah satelit yang ditangkap <=4 (*too few satellite*), bias *multipath* belum terkoreksi.

2.3. Networked Transport of RCTM Via internet Protokol (NTRIP)

NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*) adalah sebuah metode untuk mengirimkan koreksi data GPS (dalam format RTCM) melalui internet. NTRIP merupakan teknik

baru menggunakan internet untuk *streaming dan sharing* koneksi diferensial GPS (DGPS) memberikan akurasi penentuan posisi dan navigasi.

Intensitas utama menggunakan internet antara lain adalah alternatif dari pelayanan-pelayanan koneksi *real-time* saat ini melalui jaringan komunikasi mobileseperti GSM,CDMA, EDGE dan UMTS. NTRIP bersifat umum, protokol tidak beralamat pasti berdasarkan *Hyper Text Transfer Protokol (HTTP)* dan peningkatan ke *GNSS data stream*.

NTRIP terdiri dari tiga komponen, yaitu [Sari,2010]:

1. NTRIP *Client*

NTRIP *client* menerima aliran data RTCM. NTRIP *Client* harus yang pertama diterima oleh NTRIP *Caster*. Dalam menerima RTCM.*Client* memerlukan pengiriman parameter akses (*user ID* dan *password*) ke NTRIP sumber (*Mountpoint*) data yang diinginkan untuk dikirim. Jika *client* ingin mengetahui *Mountpoint* yang mana yang dapat digunakan dari *caster*, maka *caster* akan menyediakan daftar *Mountpoint* yang dapat digunakan pada *source table*.

2. NTRIP *Server*

NTRIP *server* mentranfer data RTCM ke NTRIP *caster* menggunakan koneksi TCP/IP.NTRIP *server* mengharuskan diterima pertama oleh NTRIP *caster* dan jika diijinkan dapat meneruskan data RTCM ke NTRIP *caster*.NTRIP *source* membangkitkan aliran RTCM. NTRIP *Server* dapat mengirimkan identifikasi nama dari NTRIP *source (Mountpoint)* dan parameter informasi tambahan lainnya berhubungan dengan NTRIP *source*. Identifikasi ini dari NTRIP *source* ke NTRIP *caster*. Sebagaimana informasi tambahan juga termasuk yang dikirimkan format RTCM, atau jika *client (rover)* dibutuhkan untuk mengirim kembali posisi NMEA untuk menerima aliran RTCM secara individu dari jaringan *reference station*.

3. NTRIP *Caster*

NTRIP *Caster* adalah sebuah *server* internet yang menangani aliran data yang berbeda ke dan dari NTRIP *server*dengan *bandwith* yang rendah sekitar 0,5 – 5 kbps untuk tiap aliran datanya. *caster* mengecek pesan permintaan yang diterima dari NTRIP *client* dan *Server* untuk melihat apakah *client*.*Server* didaftarkan dan diizinkan untuk menerima atau menyediakan aliran data RTCM.Tergantung dari pesan-pesan tadi,NTRIP *caster* memutuskan data-data yang dikirimkan atau yang diterima.

2.4. Titik Dasar Teknik

Dalam bidang pendaftaran tanah, titik dasar teknik didefinisikan sebagai titik tetap yang mempunyai koordinat yang diperoleh dari suatu pengukuran dan perhitungan dalam suatu sistem tertentu yang berfungsi sebagai titik kontrol ataupun titik ikat untuk keperluan pengukuran dan rekonstruksi batas bidang tanah [BIG, 2002]. Titik dasar teknik tersebut direalisasikan di lapangan oleh BPN dalam bentuk

suatu jaringan titik-titik tetap yang dinamakan kerangka dasar kadastral nasional (KDKN). Sesuai dengan tingkat kerapatannya, tingkat ketelitian koordinat relatifnya, dan juga orderisasi secara nasional, titik-titik dasar teknik pendaftaran tanah tersebut diklasifikasikan atas titik-titik dasar teknik pendaftaran tanah tersebut diklasifikasikan atas titik dasar teknik orde 2, orde 3 dan orde 4.

Orde suatu titik kontrol horizontal ditentukan berdasarkan panjang sumbu panjang (*semi-major axis*) dari setiap elips kesalahan relatif (antar titik) dengan tingkat kepercayaan 95% yang dihitung berdasarkan statistik yang diberikan oleh hasil hitung perataan jaringan kuadrat terkecil. Dalam penentuan orde, hitung perataan jaringannya adalah hitung perataan berkendala penuh (*full constrained*).

Tabel 1. Orde Jaring Titik Kontrol Horizontal [JKHN, 2002]

Orde	c	Jaring kontrol	Jarak (km)	kelas
00	0,01	Jaring fidusial nasional	1000	3A
0	0,1	Jaring titik kontrol geodetik nasional	500	2A
1	1	Jaring kontrol geodetik regional	100	A
2	10	Jaring kontrol geodetik lokal	10	B
3	30	Jaring kontrol geodetik perapatan	2	C
4	50	Jaring titik kontrol pemetaan	0,5	D
Jarak tipikal antar titik yang berdampingan (km)				

2.5 Perhitungan Rerata, Simpangan Baku Data Dan

Jarak Antar Titik

Pada penelitian ini melakukan uji signifikansi perbedaan antara koordinat TDT yang diukur dengan metode RTK dengan TDT di peta dasar teknik BPN. Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *two tail test* yang berdasarkan jenis statistik parametris dengan asumsi bahwa sampel yang diambil berdistribusi normal atau mendekati normal dan dilakukan dengan sampel yang besar berdistribusi normal atau mendekati normal dan dilakukan dengan sampel yang besar ($n > 30$). Pertama mencari nilai dE dan dN , dengan rumus :

$$dE = X_1 - x_i \dots\dots\dots (2.1)$$

$$dN = Y_i - y_i \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :
 (X_i, Y_i) = Koordinat TDT di Peta Dasar Teknik BPN \ ke-i

(x_i, y_i) = Koordinat TDT hasil pengukuran GNSS CORS ke-i

Perhitungan jarak antar titik hasil pengamatan GPS dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$dL_i = \sqrt{(X_i - x_i)^2 + (Y_i - y_i)^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

dL_i = Besarnya pergeseran Lateral ke-i

Untuk mencari nilai posisi yang paling akurat dari beberapa nilai hasil pengamatan posisi yang dilakukan secara berulang dapat dilakukan dengan menggunakan metode rerata hitung (*arimetic mean*). Simpanan baku (*standard deviation*) merupakan akar nilai tengah kuadrat simpangan dari nilai tengah atau kadang disebut akar kuadrat simpangan.

Perhitungan rerata dan simpangan baku dapat dengan menggunakan persamaan [Sugiyono, 2009]:

$$dL = \frac{\sum_{i=1}^n dL_i}{n} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

dL = Besarnya pergeseran lateral ke-i

($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

dL_i = Nilai rerata selisih data koordinat

n = Jumlah sampel

Kemudian dicari nilai simpangan baku atau standar deviasi (s) untuk mengetahui batas kesalahan yang disyaratkan dengan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (dL_i - dL)^2}{(n-1)}} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

dL_i = Besarnya pergeseran Lateral ke-i

dL = Nilai rerata selisih koordinat

S = Dicari nilai simpangan baku atau standar deviasi

n = Jumlah sampel

2.6. Uji Fisher (Uji-F)

Uji Fisher adalah suatu analisis variansi yang memungkinkan untuk mengetahui apakah dua atau lebih rata-rata populasi akan bernilai sama menggunakan data dari sampel masing-masing populasi. Biasanya analisis variansi lebih efektif digunakan untuk menguji tiga atau lebih populasi.

Uji ini dilakukan dengan membandingkan variansi dari 2 (dua) set sampel, rumus yang digunakan yaitu:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2} \text{ atau } F = \frac{\text{Variansi lebih besar}}{\text{Variansi lebih kecil}} \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan

S_1^2 = Variansi Populasi 1

S_2^2 = Variansi Populasi 2

Selanjutnya untuk mencari pembanding berupa

F_{tabel} dipakai rumus

$$F_{tabel}(\alpha, dk_1, dk_2) = \frac{1}{F_{1-\alpha, (n_1-1), (n_2-1)}} \dots (2.7)$$

Hipotesis nol ditolak jika

One-Tailed Test *Two Tailed Test*

$F_{(hitung)} > F_{\alpha(tabel)}$ $F_{(hitung)} > F_{\alpha/2(tabel)}$

a. *One-tailed test* digunakan untuk menguji rata-rata *sampel* lebih besar atau kecil daripada rata-rata populasi.

b. *Two-tailed test* digunakan untuk menguji rata-rata *sampel* berbeda secara Statistik dengan rata-rata populasi [Sitohang, 2014].

Hasil Hipotesis dari hasil uji F adalah :

H_0 = Data variansi di asumsikan tidak homogen

H_1 = Data variansi di asumsikan homogen

2.7. Uji Hipotesis Komparatif

Pengujian hipotesis komparatif berarti menguji parameter populasi parameter populais yang berbentuk perbandingan. Pada dasarnya merupakan proses pengujian kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian) yang berupa perbandingan keadaan *variable* dari dua sampel atau lebih. Bila H_0 dalam pengujian diterima, berarti nilai perbandingan dua sampel atau lebih tersebut dapat digeneralisasikan untuk seluruh populasi dimana dengan taraf kesalahan tertentu [Sugiyono, 2009].

Untuk menguji suatu hipotesis bahwa rata-rata selisih dua populasi $\mu_1 - \mu_2$ sama dengan harga μ_0 . Dengan n_1 dan n_2 sembarang dapat disusun uji hipotesis sebagai berikut :

1. Hipotesis

a. H_0 ditolak bila $t > t_{k; \alpha/2}$ atau $t < -t_{k; \alpha/2}$

b. H_0 ditolak bila $t > t_{k; \alpha/2}$

c. H_0 ditolak bila $t < -t_{k; \alpha/2}$

t adalah nilai statistik penguji

$t_{k; \alpha}$ dan $-t_{k; \alpha/2}$ adalah nilai kuantil $\alpha/2$ pada tabel t

Kesimpulan dari uji t adalah

H_0 = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara *providerA* dan *providerB*

H_1 = Ada perbedaan yang signifikan antara *providerA* dan *providerB*

2. Ditentukan nilai tingkat kesalahan α , pada penelitian tingkat kepercayaan (CI) 95%. Berarti nilai $\alpha = 5\%$.

3. Statistik penguji, dengan menggunakan uji- t

a. Untuk varian yang homogen

$t =$

$$\frac{(dl_1 - dl_2)}{\sqrt{\left((n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right)}} \dots (2.8)$$

b. Untuk varian yang tidak homogen

$$t = \frac{(dl_1 - dl_2)}{\sqrt{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)}} \dots (2.9)$$

Keterangan :

t_{hit} = Nilai t yang dihitung yang disebut t hitung

dl_1 = Rata-rata sampel 1

dl_2 = Rata-rata sampel 2

μ = Nilai yang dihipotesiskan

S_1 = Simpangan baku sampel 1

S_2 = Simpangan baku sampel 2

n_1 = Jumlah sampel 1

n_2 = Jumlah sampel 2

Berdistribusi t dengan derajat kebebasan (dk).

Rumus yang digunakan:

$$k = \frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{\frac{\left(\frac{S_1^2}{n_1} \right)^2}{m_1 - 1} + \frac{\left(\frac{S_2^2}{n_2} \right)^2}{m_2 - 2}} \dots (2.10)$$

Keterangan :

K = Derajat Kebebasan

S_1 = Simpangan baku sampel 1

S_2 = Simpangan baku sampel 2

n_1 = Jumlah sampel 1

n_2 = Jumlah sampel 2

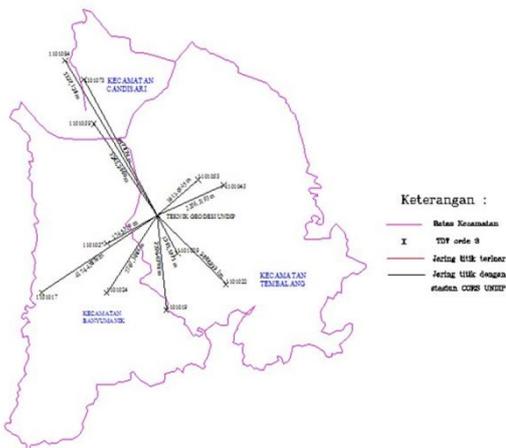
m_1 = Jumlah keseluruhan sampel 1

m_2 = Jumlah keseluruhan sampel 2

3. Pelaksanaan Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kota Semarang, Jawa Tengah dimana hanyamencakup 11 titik dasar teknik orde 3 yang berada di Kota Semarang.. Berikut adalah persebaran titik TDT Orde 3 yang ada pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Persebaran TDT Orde 3

Setelah mengetahui lokasi masing-masing titiknya berikut ini adalah daftar koordinat definitif tersebut yang diberikan oleh instansi Badan Pertanahan Nasional (BPN)

Tabel.2. Daftar Koordinat Definitif TDT Orde 3 yang diberikan oleh BPN

No	No. Titik	X	Y
1	11.01.017	434600,737	9218381,97
2	11.01.019	438419,353	9217885,767
3	11.01.022	440242,601	9218618,422
4	11.01.024	436587,99	9218378,572
5	11.01.027	436593,136	9219786,68
6	11.01.029	438764,043	9219497,793
7	11.01.045	440171,858	9221451,572
8	11.01.053	439392,539	9221609,239
9	11.01.059	436198,428	9223199,489
10	11.01.073	435893,405	9224473,359
11	11.01.084	435323,993	9225014,537

3.2. Data Penelitian

Data – data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Data koordinat titik dasar teknik orde 3 di Kec. Tembalang, Banyuwangi dan Candisari yang diperoleh dari Kantor Wilayah Badan Pertanahan Nasional Provinsi Jawa Tengah.
2. Data Ppengukuran GNSS metode RTK-NTRIP pada titik dasar teknik orde 3 pada tanggal 20 Maret 2014 sampai tanggal 22 Maret 2014.
3. Data pengukuran GNSS metode statik pada tanggal 24 Maret 2015.

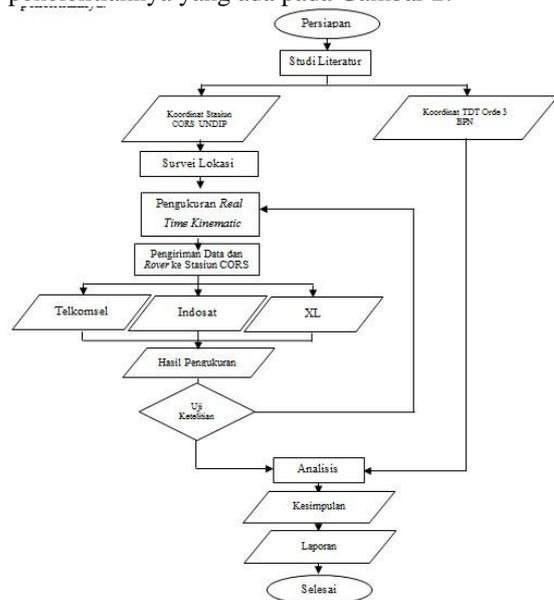
3.3. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dispesifikasikan menjadi *hardware* dan *software*, yaitu sebagai berikut:

1. Perangkat keras (*hardware*), yang terdiri dari:
 - a. ReceiverGPS Topcon HIPER II Dual Frekuensi
 - b. Controller Topcon FC-250 dan Satu set Bipod beserta Pole GPS
 - c. Seperangkat laptop ASUS dengan Spesifikasi : Processor Intel Core i7-3537U CPU@ 2.00GHz, RAM 4.00 GB, 32-bit Operating System Windows 7
 - d. Handphone ASUS Zenfon 4 ,*tethering* and *portable hotspot*
 - e. Printer PIXMA Canon IP 2770 untuk mencetak laporan dan gambar
2. Perangkat lunak (*software*), yang terdiri dari:
 - a. TopSURV V.8.2.3; digunakan untuk *management* data serta *setting* RTK pada GPS.
 - b. Topcon Link V.8.2.3: digunakan untuk membuka *job TopSURV*serta*export* data RTK ke dalam format yang diinginkan
 - c. Topcon Tools V.8 dengan *donggel*, : digunakan untuk mengolah data GPS dengan metode statik
 - d. Windows Moble Device Center, digunakan untuk membantu proses *download* data dari *controller* ke *laptop*
 - e. Microsoft Word 2010; digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir
 - f. Microsoft Excel 2010; digunakan untuk pengolahan data dan perhitungan data.

3.4. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang harus dilakukan, secara garis besar tahapan penelitian ini terdiri dari persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data dan kesimpulan. Berikut adalah diagram alir sesuai dengan metodologi penelitiannya yang ada pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil & Pembahasan

4.1 Hasil Pengukuran TDT-Orde 3 dengan Metode RTK-NTRIP

Pelaksanaan pengamatan GPS metode RTK-NTRIP untuk verifikasi TDT Orde 3 untuk 3 *provider* dilakukan selama 3 hari dari tanggal 20 sampai tanggal 22 Maret 2015 mulai pukul 08.00-16.00 pada Kec. Banyumanik, Tembalang dan Candisari, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah

Hal ini untuk mengetahui nilai rata-rata dari 3 *provider* (Telkomsel, Indosat, XL) setiap koordinat *Easting*, *Northing* TDT Orde 3 dalam sistem koordinat UTM, setelah itu mencari nilai *dE*, *dN* dan *dLi* dengan membandingkan nilai rata-rata koordinat TDT Orde 3 GNSS CORS RTK UNDIP dengan koordinat TDT Orde 3 dari BPN.

Berikut adalah hasil pengukuran GPS dengan metode RTK-NTRIP memakai *provider* Telkomsel, seperti pada Tabel 3.

Tabel.3 Hasil Pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP pada *Provider* Telkomsel

No	Point	Koordinat rata-rata RTK		HRMS (meter)
		X	Y	
1	1101017	434600,656	9218379,667	0,07441
2	1101019	438420,164	9217886,483	0,05293
3	1101022	440243,130	9218619,188	0,01827
4	1101024	436588,227	9218379,314	0,02215
5	1101027	436593,582	9219787,275	0,04586
6	1101029	438764,560	9219498,455	0,01967
7	1101045	440172,344	9221452,285	0,01461
8	1101053	439393,016	9221609,89	0,01188
9	1101059	436198,847	9223200,101	0,01838
10	1101073	435893,99	9224474,079	0,05922
11	1101084	435324,488	9225015,259	0,02925
Mean		437472,091	9220754,727	0,03333

Nilai koordinat rata-rata RTK didapatkan dari hasil rata-rata sampel sebanyak 300 (tiga ratus) sampel pada setiap titik (*point*) pengukuran GPS metode RTK-NTRIP selama 5 (lima) menit pengukuran yang memiliki hasil yang berbeda pada setiap sampelnya

TDT 1101017, 1101073 dan 1101019 yang memiliki solusi pengukuran *float* dengan nilai HRMS rata-rata = 0,0744167 m, 0,05922 m dan 0,05293 m, memiliki kualitas data yang rendah. Sedangkan titik TDT 1101053 yang memiliki solusi pengukuran *fixed*

dengan nilai HRMS rata-rata = 0,011883 m, memiliki kualitas data yang paling baik

Tabel.4 Hasil Pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP pada *Provider* Indosat

No	Point	Koordinat rata-rata RTK		HRMS (meter)
		X	Y	
1	1101017	434601,482	9218379,941	0,10010
2	1101019	438419,841	9217886,489	0,04822
3	1101022	440243,113	9218619,195	0,11200
4	1101024	436587,879	9218379,15	0,13737
5	1101027	436593,619	9219787,472	0,01376
6	1101029	438764,948	9219498,34	0,06041
7	1101045	440172,374	9221452,291	0,05150
8	1101053	439393,012	9221609,897	0,20491
9	1101059	436198,880	9223200,05	0,08557
10	1101073	435894,032	9224474,153	0,16083
11	1101084	435324,501	9225015,241	0,07560
Mean		437472,153	9220754,747	0,09548

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa titik TDT 1101017, 1101024, 1101053 dan 1101073 yang memiliki solusi pengukuran *float* dengan nilai HRMS rata-rata = 0,1001 m, 0,13737 m, 0,204906 m dan 0,160833 m, memiliki kualitas data yang rendah. TDT 1101027 yang memiliki solusi pengukuran *fixed* dengan nilai HRMS rata-rata = 0,014 m, memiliki kualitas data yang paling baik. Selanjutnya adalah hasil pengukuran GPS dengan metode RTK-NTRIP memakai *provider* XL, seperti pada Tabel 5 dibawah ini :

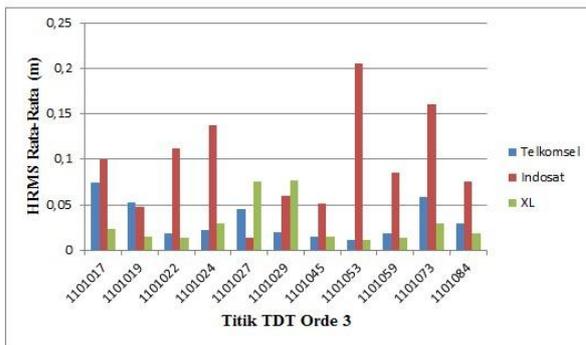
Tabel.5 Hasil Pengukuran GPS Metode RTK-NTRIP pada *Provider* XL

No	Point	Koordinat rata-rata RTK		HRMS (meter)
		X	Y	
1	1101017	434601,321	9218380,181	0,02394
2	1101019	438419,837	9217886,497	0,01463
3	1101022	440243,110	9218619,177	0,01413
4	1101024	436588,508	9218379,344	0,02938
5	1101027	436593,667	9219787,371	0,07556
6	1101029	438764,349	9219498,381	0,07685
7	1101045	440172,359	9221452,293	0,01473
8	1101053	439393,025	9221609,9	0,01141
9	1101059	436198,85	9223200,107	0,01391
10	1101073	435894,032	9224474,115	0,02906

11	1101084	435324,510	9225015,243	0,01848
Mean		437472,143	9220754,783	0,02928

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa TDT 1101027 dan 1101029 yang memiliki solusi pengukuran *float* dengan nilai HRMS rata-rata = 0,075563 m dan 0,076853 m, memiliki kualitas data yang rendah. Sedangkan TDT 1101053 yang memiliki solusi pengukuran *fixed* dengan nilai HRMS rata-rata = 0,011413 m, memiliki kualitas data yang paling baik.

Setelah hasil pengukuran GPS metode RTK-NTRIP di jabarkan pada tabel diatas dapat diketahui masing-masing nilai HRMS pada setiap titik. Untuk ketelitian posisi TDT Orde 3, ketelitian yang tertinggi pada titik 1101053 *provider* XL dengan nilai HRMSnya sebesar 0,01141 m Sedangkan ketelitian terendah pada titik 1101053 *provider* Indosat dengan nilai HRMSnya sebesar 0,20490667 m. Berikut adalah perbandingan bisa dilihat pada Gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Hubungan *provider* dengan ketelitian titik

Pada gambar 3, menunjukkan ketelitian posisi pengamatan GPS metode RTK-NTRIP per-*provider*. Grafik tersebut diperoleh dari rata-rata ketelitian titik per-*provider*, sehingga diperoleh 33 titik yang dirata-rata. Oleh karena faktor tersebut, ketelitian *provider* Indosat berada pada tingkat yang rendah pada titik 1101053, 1101073, sedangkan ketelitian *provider* Telkomsel pada tingkat yang bagus. Hal ini terjadi karena pada saat pengamatan, kecepatan akses internet Indosat lebih rendah dari Telkomsel sehingga mempengaruhi ketelitian titik TDT Orde 3, sedangkan kecepatan akses internet XL merupakan *provider* dengan kecepatan akses internet paling bagus karena nilai HRMS yang di hasilkan maksimal sebesar 0,076853 m.

4.2. Hasil Pengukuran Metode Statik

Pelaksanaan pengamatan validasi metode statik untuk verifikasi TDT Orde 3 dilakukan selama 1 hari dari tanggal 24 Maret 2015 mulai pukul 08.00-14.00 pada titik 1101017, 1101022, 1101053, 1101084 selama 1 jam per titik dengan stasiun CORS UNDIP sebagai titik ikatnya yang diambil data pengamatan selama 1 hari tanggal 24 Maret 2015 dengan

mengidentifikasi *doy* (*date of year*) pada kalender GPS tahun 2015 yaitu hari ke-84 pada tahun 2015.

Data pengamatan titik ikat Stasiun CORS UNDIP selama 1 hari pertama diubah dulu dalam bentuk *RINEX* (*Receiver Independent Exchange format*) setelah itu data diolah dengan *software Topcon Tools v.8* menggunakan *donggel* untuk membuka *license* dari *software* tersebut.

Berikut adalah data hasil pengukuran validasi tersebut dalam sistem koordinat UTM pada zona 49 S yang ada di Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Data Pengamatan Validasi Metode Statik

No	Name	X	Y	Solusi
1	Stasiun Cors UNDIP	438136,405	9220591,994	
2	BM 11.0.17	434601,348	9218380,227	Fixed
3	BM 11.0.22	440243,109	9218619,218	Fixed
4	BM 11.0.53	439393,038	9221609,903	Fixed
5	BM 11.0.84	435324,515	9225015,248	Fixed

4.3. Analisis Data TDT Orde 3 Metode RTK-NTRIP dengan Koordinat Definitif BPN

Dari hasil pengolahan data dan penghitungan *mean* (rata-rata) dari koordinat pada setiap titik TDT orde 3 masing-masing *provider* akan dibandingkan dengan koordinat definitif TDT orde 3 yang didapat dari Badan Pertanahan Nasional (BPN), setelah itu akan di dapat nilai selisih x (dE), nilai selisih y (dN) serta pergeseran lateral (dLi) dari setiap titik dan standar deviasi pada masing-masing *provider* (Telkomsel, Indosat, XL). Berikut adalah hasil perbandingan antara *provider* dengan koordinat definitif dari Badan Pertanahan Nasional (BPN) yang meliputi nilai dE, dN, dLi, serta Standar deviasi yang diperoleh.

Tabel 7. Hasil Olah Data 3 *provider* (Telkomsel, Indosat, XL)

Provider	dE (m)	dN (m)	dL (m)	Standar Deviasi
Telkomsel (Simpati)	-0,44785	-0,59957	0,80962	0,1915906
Indosat (IM3)	-0,50920	-0,62003	0,8560	0,1343677
XL	-0,49914	-0,6553	0,834429	0,112341

Pada tabel 5 dapat diketahui bahwa *provider* Telkomsel (Simpati) dengan nilai dL rata-rata = 0,80962m dan standar deviasi (S) = 0,1915906m mempunyai ketelitian posisi yang paling rendah dibandingkan dengan *provider* XL dengan nilai dL rata-rata = 0,834429m dan Standar deviasi (S) = 0,112341m memiliki ketelitian posisi yang paling tinggi.

4.4. Analisis Data Validasi TDT Orde 3

Dari hasil pengolahan data dan penghitungan *mean* (rata-rata) dari koordinat (*easting, northing*) pada titik validasi TDT orde 3 yang diolah menggunakan stasiun CORS UNDIP sebagai titik ikatnya didapatkan hasil seperti Tabel 8 sampai Tabel 10.

Tabel8. Selisih Antara Koordinat Statik CORS UNDIP TDT Orde 3 dengan Koordinat RTK pada *Provider* Telkomsel

Point	dE (m)	dN (m)	dL _i (m)
1101017	-0,6918	-0,5600	0,8900
1101022	0,0211	-0,0301	0,0368
1101053	-0,0214	-0,0130	0,0250
1101084	-0,0369	0,0110	0,0385

Tabel9. Selisih Antara Koordinat Statik CORS UNDIP TDT Orde 3 dengan Koordinat RTK pada *Provider* Indosat

Point	dE (m)	dN (m)	dL _i (m)
1101017	0,1340	-0,2859	0,3158
1101022	0,0044	-0,0228	0,0232
1101053	-0,0257	-0,0058	0,0263
1101084	-0,0237	-0,0066	0,0246

Tabel10. Selisih Antara Koordinat Statik CORS UNDIP TDT Orde 3 dengan Koordinat RTK pada *Provider* XL

Point	dE (m)	dN (m)	dL _i (m)
1101017	-0,0267	-0,0450	0,0523
1101022	0,0018	-0,0410	0,0410
1101053	-0,0125	-0,0030	0,0129
1101084	-0,0144	-0,0050	0,0152

Hasil diatas dapat dilihat bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara pengukuran titik metode RTK-NTRIP dengan pengukuran validasi dengan metode statik selama 1 jam dengan menggunakan stasiun CORS UNDIP. Dapat disimpulkan bahwa pengukuran metode RTK-NTRIP masih bisa di toleransi karena selisihnya masih dalam fraksi cm per titik.

4.5. Uji Statistik (Dua Sampel)

4.5.1. Uji F (Fisher)

Uji statistik ini digunakan untuk mengetahui adanya persamaan atau perbedaan variansi *provider* dari hasil pengukuran yang didapat dengan menggunakan nilai Standar deviasi dari masing-masing *provider*. Diketahui nilai $F_{tabel} (α/2, dk_1, dk_2)$ diketahui adalah ± 3,716

Hipotesis:

Ho ditolak apabila:

Ho diterima apabila:

$$F_{(hitung)} > F_{α/2(tabel)}$$

$$F_{(hitung)} < F_{α/2(tabel)}$$

Kesimpulan dari hasil uji F adalah :

H₀ = Data variansi di asumsikan tidak homogen

H₁ = Data variansi di asumsikan homogen

Tabel11. Hasil Uji F

N o	Provider	F _{hitung}	F _{tabel}	Kesimpulan
1	Telkomse l dan XL	2,908507123	3,716	Ho Diterima
2	Indosat dan XL	1,430577728		Ho Diterima
3	Telkomse l dan Indosat	2,033099681		Ho Diterima

Hasil uji Fisher pada pengamatan 3 *provider* dapat disimpulkan bahwa *provider* Telkomsel dan XL, *provider* Indosat dan XL dan *provider* Telkomsel dan Indosat, semuanya memiliki varian yang berbeda karena memiliki $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga Ho diterima.

4.5.2. Uji t

Setelah diketahui nilai pergeseran lateral (dL) dan standar deviasi (S) setiap *provider*. Proses uji hipotesis komparatif untuk parameter populasi yang berbentuk perbandingan melalui ukuran sampel dengan menggunakan nilai-nilai distribusi t, untuk melakukan uji statistik ini dengan melakukan perbandingan masing-masing *provider* dan untuk mengetahui perbedaan antara tiap *provider*, data yang diujikan di asumsikan berdistribusi normal . Nilai t_{tabel} diketahui ± 1,96 dari rumus (2.10)

1. Hipotesis:

a. **H₀ ditolak** apabila

$$t_{hitung} > t_{tabel} \text{ atau } -t_{hitung} < -t_{tabel}$$

b. **H₀ diterima** apabila

$$t_{hitung} < t_{tabel} \text{ atau } -t_{hitung} > -t_{tabel}$$

Kesimpulan dari Uji t adalah:

H₀ = Tidak ada perbedaan yang signifikan antara *provider* A dan *provider* B

H₁ = Ada perbedaan yang signifikan antara *provider* A dan *provider* B

Berikut nilai dL, banyaknya sampel, standar deviasi dan variansi masing-masing *provider* yang digunakan untuk uji-t ini

Tabel10. Nilai yang digunakan pada uji-t

Provider	Standar Deviasi	Variansi	dL	n
Telkomsel (Simpati)	0,191590617	0,036706965	0,809617078	11
Indosat (IM3)	0,134367705	0,01805468	0,85603630	11
XL	0,112341229	0,012620552	0,834429868	11

2. Diketahui nilai kesalahan nilai α = 5%, Selang Kepercayaan CI = 95%

3. Statistik pengujian dengan menggunakan rumus (2.8) untuk varian yang homogen atau rumus (2.9) untuk varian yang tidak homogen.
4. Hasil uji-t adalah Sebagai Berikut

Tabel 11. Hasil uji-t

No	Provider	t_{hitung}	t_{tabel}	Kesimpulan
1	Telkomsel dan XL	-0,37053336	±1,96	Ho Diterima
2	Indosat dan XL	0,657894023		Ho Diterima
3	Telkomsel dan Indosat	-0,40915270		Ho Diterima

Melalui uji t diatas disimpulkan, tidak ada perbedaan yang signifikan antara ke-3 provider, apabila dilihat dari nilai standar deviasinya seperti pada tabel 10, provider XL paling baik dibandingkan provider lainnya

Berdasarkan hasil hipotesis yang dilakukan pada hasil pengamatan dari 33 sampel terdapat perbedaan antara masing-masing provider, seperti yang ditunjukkan dari tabel 11. pada saat uji hipotesis hasil t_{hitung} dari masing-masing provider, bahwa provider XL paling baik dibandingkan provider Indosat dan Telkomsel, jadi provider XL lebih baik digunakan untuk pengamatan GPS metode RTK-NTRIP untuk Kec. Candisari, Kec Banyumanik dan Kec. Tembalang.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data serta analisis pada penelitian ini, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Melalui uji-t pada penelitian ini, hipotesis nol dari semua pengukuran GPS dengan menggunakan Telkomsel, Indosat dan XL ini dapat diterima dengan selang kepercayaan 95 %, jadi tidak ada perbedaan yang signifikan koordinat hasil pengamatan antara provider Telkomsel, Indosat dan XL dalam pengukuran GPS menggunakan metode RTK-NTRIP.
2. Pengukuran TDT orde 3 dengan menggunakan metode RTK-NTRIP dibandingkan dengan koordinat definitif TDT orde 3 dari BPN, provider Telkomsel memiliki nilai dL yang paling kecil sebesar 0,809617078 m, sedangkan provider Indosat memiliki nilai dL yang paling besar sebesar 0,85603630 m.
3. Pengukuran TDT orde 3 dengan menggunakan metode RTK-NTRIP dibandingkan dengan pengukuran metode statik yang diikatkan ke stasiun CORS UNDIP, dapat diketahui bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara pengukuran validasi dengan metode statik selama 1 jam dengan menggunakan stasiun CORS UNDIP dan titik definitif BPN.

4. Provider XL menjadi provider yang paling baik dipakai pada pengukuran ini karena memiliki nilai standar deviasi (S) yang paling kecil yaitu sebesar 0,112341229 m sedangkan provider Telkomsel yang paling rendah karena memiliki Standar deviasi (S) sebesar 0,191590617 m.
5. Tidak ada perbedaan yang jauh koordinat hasil pengukuran GPS metode RTK-NTRIP dengan koordinat validasi yang menggunakan metode statik selama 1 jam memiliki selisih dalam fraksi cm per titik, sehingga pengukuran GPS metode RTK-NTRIP kesalahannya masih bisa ditoleransi sehingga masuk kedalam kelas C pada jaring kontrol nasional (JKN).

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan dari hasil pengolahan data serta analisis pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Stasiun CORS UNDIP perlu di *maintance* setiap tahunnya dengan cara mengikat ulang stasiun CORS UNDIP dengan stasiun IGS yang bereferensi pada ITRF 2000.
2. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji lebih lanjut terhadap perbedaan koordinat hasil pengukuran terhadap penggunaan interval *sample rate* yang dipakai, penggunaan interval yang digunakan sebesar 1 detik, 5 detik, 10 detik, 15 detik dan 20 detik, dalam selang waktu 5 menit.
3. Dan perlu adanya pemahaman lebih lanjut mengenai metode RTK yang berbasis NTRIP maupun berbasis gelombang radio sehingga perlu adanya mata kuliah pilihan untuk Survei Satelit.

Daftar Pustaka

- Andriyani, G.2012. *Kajian Regangan Selat Bali Berdasarkan Data Gnsr Kontinu Tahun 2009 – 2011*. Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- BIG.2002. *Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Horizontal*. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional
- Sari, A.2010, *Penggunaan Provider Mobile IP Telkomsel , XL dan Indosat dalam Rekonstruksi TDT Orde-4 dengan Metode RTK NTRIP*, Skripsi .Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Sitohang, L.S. 2014. *Analisis Pengukuran Bidang Tanah Menggunakan Metode RTK NTRIP dengan Beberapa Provider GSM*. Program Studi Teknik Geodesi Skripsi. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Sugiyono. 2014. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: Penerbit CV. Alfabeta.