

**ANALISIS PENGUKURAN BIDANG TANAH MENGGUNAKAN
METODE RTK NTRIP DENGAN BEBERAPA PROVIDER 4G**

(Skripsi)

Oleh

**M Ridho Nugroho Sampurna Jaya
1515013009**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

ANALISIS PENGUKURAN BIDANG TANAH MENGGUNAKAN METODE RTK – NTRIP DENGAN BEBERAPA PROVIDER 4G

Oleh

M RIDHO NUGROHO SAMPURNA JAYA

Perkembangan teknologi komunikasi GSM (*Global System For Mobile*) telah bergerak mengarah ke konvergensi berbagai layanan. GSM kini digunakan sebagai sarana pembantu dalam penggunaan GPS dalam pengukuran bidang tanah. Salah satu teknologi pemetaan yang di kembangkan di Indonesia yaitu CORS dapat digunakan dalam pemetaan situasi dengan metode RTK-NTRIP (*Real Time Kinematic*). Pada pengukuran bidang menggunakan metode RTK-NTRIP sering dihadapkan masalah koneksi internet dan sinyal pada provider. Berdasarkan permasalahan tersebut, dilakukan analisis pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK–NTRIP dengan beberapa provider untuk menguji perbedaan dan ketelitian pada posisi, jarak, luas serta mengetahui apakah metode RTK–NTRIP menggunakan provider 4G dapat memenuhi standar toleransi yang diberikan oleh BPN.

Hasil pengukuran RTK-NTRIP provider Telkomsel memiliki nilai rata-rata selisih terkecil terhadap metode *Rapid Static* diantara provider Indosat dan *Three* dengan nilai perbedaan posisi sebesar RMSE_x 0,028 m dan nilai RMSE_y 0,031 m, perbedaan jarak sebesar 0,024 m dan luas sebesar 0,16 m². Hasil ketelitian pergeseran linier koordinat metode RTK-NTRIP provider Telkomsel terhadap metode *Rapid Static* memiliki rata-rata terkecil diantara provider lainnya sebesar 0,038 m dengan nilai RMSE sebesar 0,011 m dan hasil ketelitian pergeseran linier jarak provider Telkomsel terhadap metode *Rapid Static* memiliki rata-rata sebesar 0,024 m dengan nilai RMSE sebesar 0,037 m.

Mengacu PMNA/KBPN NO 3 Tahun 1997, toleransi perbedaan jarak yaitu 25 cm toleransi yang ditetapkan oleh BPN, hasil pengukuran RTK–NTRIP provider Telkomsel, Indosat, dan *Three* memiliki rata-rata selisih jarak terhadap meteran ≤ 10 cm. Hasil toleransi ketelitian luas pada pengukuran metode RTK–NTRIP dengan provider Telkomsel, Indosat, dan *Three* rata-rata masuk dalam standar toleransi ketelitian luas BPN dengan catatan pengukuran ini dilakukan di bidang yang datar, terbuka, dan panjang base line ≤ 5 km.

Kata kunci: CORS, RTK - NTRIP, Rapid Static, Telkomsel, Indosat, 3, RTKLIB

ABSTRACT

ANALYSIS OF LAND MEASUREMENT USING RTK – NTRIP METHOD WITH SEVERAL 4G PROVIDER

By

M RIDHO NUGROHO SAMPURNA JAYA

The development of communication technology GSM (Global System For Mobile) has moved towards the convergence of various services. in 2014 GSM is now used as a means of assisting in the use of GPS in measuring land parcels.. The measurement results of the Telkomsel provider RTK - NTRIP method have the smallest average difference between the Rapid Static and meter comparison methods between Indosat and 3 (Three) providers with a position difference of σ_e 0.028 meters and a value of σ_n 0.031 meters, a distance difference of 0.024 meters while the difference in the distance on the meter is 0.066 meters and the area is 0.16 m². .The results of the calculation of the accuracy of the linear shift in the measurement of the RTK - NTRIP method of the Telkomsel provider against the Rapid Static method have the smallest average among Indosat providers, and 3 (Three) of 0.038 meters with a standard deviation of σ_{dS} value of 0.011 meters and the results of the accuracy of the linear shift in the distance of Telkomsel providers against the Rapid Static method has an average of 0.024 meters with a standard deviation value of σ_{dS} of 0.037 meters. Referring to the JUKNIS PMNA/KBPN NO 3 of 1997 which states that the tolerance for distance differences is 25 cm to meet the tolerance standard set by BPN where the results of the RTK - NTRIP method measurement with providers Telkomsel, Indosat, and 3 (Three) have an average distance difference against the meter 10 cm. The results of the wide tolerance tolerance for the RTK – NTRIP method with Telkomsel, Indosat, and 3 (Three) providers have on average meet the BPN wide accuracy tolerance standard. The results of statistical tests using the t test did not show any significant differences in all scenarios, which means that the measurement of the RTK - NTRIP method using Telkomsel, Indosat, and 3 (Three) providers in Sukoharjo 1 Dusun 1 did not have a major effect on the resulting coordinates.

Key word: RTK - NTRIP, Rapid Static, Telkomsel, Indosat, 3, RTKLIB

**ANALISIS PENGUKURAN BIDANG TANAH
MENGUNAKAN METODE RTK NTRIP DENGAN BEBERAPA
PROVIDER 4G**

Oleh

M RIDHO NUGROHO SAMPURNA JAYA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

Pada

**Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

Judul Skripsi

**: ANALISIS PENGUKURAN BIDANG
TANAH MENGGUNAKAN METODE
RTK-NTRIP DENGAN BEBERAPA
PROVIDER 4G**

Nama Mahasiswa

: M Ridho Nugroho Sampurna Jaya

Nomor Pokok Mahasiswa

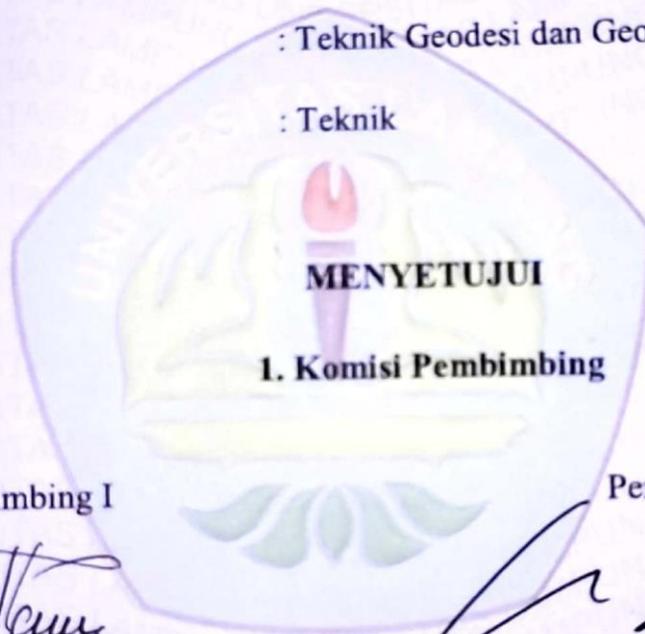
: 1515013009

Jurusan

: Teknik Geodesi dan Geomatika

Fakultas

: Teknik



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP. 196410121992031002

Pembimbing II

Eko Rahmadi, S.T., M.T.
NIP. 197102102005011002

2. Mengetahui

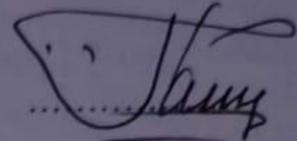
Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika

(Ir. Fauzan Murdapa, M.T., PM.)
NIP. 196410121992031002

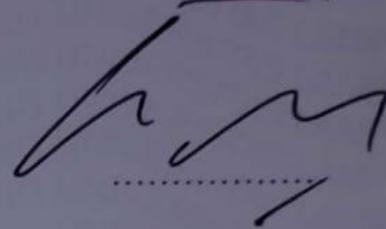
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

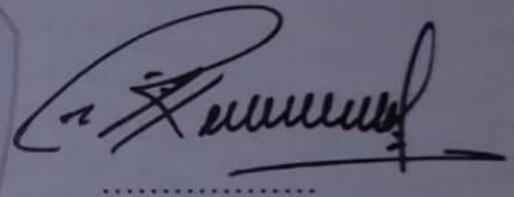
Ketua : Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM



Sekretaris : Eko Rahmadi, S.T., M.T.



Penguji
Bukan Pembimbing : Romi Fadly, S.T., M.Eng.



2. Dekan Fakultas Teknik



 Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIP. 19620717 198703 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 3 Desember 2021

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan skripsi berjudul “Analisis Pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK NTRIP dengan provider 4G” adalah karya penulis sendiri, dan penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulisan lain, kecuali yang secara tertulis dirujuk dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 03 Desember 2021




M Ridho Nugroho Sampurna Jaya ✓

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung pada tanggal 1 juli 1997, sebagai anak kedua dari dua bersaudara, dari Bapak Muhlisin dan Ibu Fatimah.

Penulis pernah bersekolah di Taman Kanak-Kanak Aisyah Pringsewu pada tahun 2002 - 2003, Sekolah Dasar Muhammadiyah Pringsewu pada tahun 2003 - 2009, Sekolah Menengah Pertama Xaverius Pringsewu pada tahun 2009 - 2012, Sekolah Menengah Atas Fransiskus Bandar Lampung pada tahun 2012 - 2015. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2015.

Selama menjadi mahasiswa program S1 di jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknik Geodesi (HIMAGES). Pada tahun 2018 penulis melakukan Kerja Praktik di PT. Citra Lahan Utama Jakarta Utara dengan konsentrasi pada pengukuran PTSL. Pada Bulan Januari - Februari 2019 penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Negeri baru, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Pada bulan Juli 2020 penulis melaksanakan skripsi (penelitian tugas akhir) dengan judul “Analisis Pengukuran Bidang Tanah menggunakan metode RTK-NTRIP dengan beberapa provider 4G.”

PERSEMBAHAN

Allhamdulillah Rabbil'Alamin

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan keberkahan tak terhingga kepada umat-Nya sehingga dapat merasakan indahnya islam dan tempat penulis mengabdikan sebagai hamba serta menggantungkan segala doa dan harapan. Shalawat dan salam semoga tercerahkan kepada karya ini untuk:

Ibu

yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada putranya tanpa henti

Bapak

yang selalu berkerja keras memberikan yang terbaik untuk keluarga

Saudara penulis, M Hendro Prawaka yang selalu mendoakan dan membantu dalam setiap kesulitan

Seluruh keluarga besar penulis yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan penulis.

Dosen-dosen penulis yang dengan sabar memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

Teruntuk seluruh sahabat yang selalu mendukung dan menyemangati penulis.

Teruntuk almamater tercinta Universitas Laampung.

SANWACANA

Puji syukur Penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi dengan judul “Analisis Pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK NTRIP dengan provider 4G” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung. Pada proses penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat dukungan, bantuan, bimbingan, doa dan pengarahan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tuaku Bapak Muhlisin dan Ibu Fatimah sebagai pemberi semangat yang paling utama serta tak lupa juga Do'a dukungan dan kasih sayang yang telah diberikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Drs. Ir. Suharno, Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T.,IPM .selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung sekaligus selaku pembimbing utama atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik dalam proses penulisan.
4. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku pembimbing kedua atas kesediaannya untuk membimbing, saran dan kritik dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku penguji utama pada ujian skripsi. Terimakasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar terdahulu.
6. Bapak dan ibu staf administratif Teknik Unila.
7. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang telah membimbing dan memberi ilmu yang bermanfaat.
8. Kakakku M. Hendro Prawaka yang selalu mendukung dan mendoakan kesuksesan penulis

9. Krise dwi Lestari yang selalu mendukung melalui waktu tenaga, dan doa demi kelancaran penyelesaian skripsi
10. Dimas, Desnal, Dina, Tika, yang telah mendukung penulis dalam penyelesaian laporan
11. Teman-teman Teknik Geodesi dan Geomatika Angkatan 2015 Bimo, Gita, Rifqi, Reza, Restiana, Yoda, Hayan, Dwi nanda, Nadya, Fauzan, Bayu, Nanda Fahreza, Reni, Adenia, Nanda Rendhyka, Irena, Febitri, Altias, Resti Elida, Faisal, fahmi terimakasih telah menjadi penyemangat dan juga keluarga selama melaksanakan perkuliahan di Universitas Lampung.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan, saran, dan dukungan dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Semoga semua kebaikan, doa, dan dukungan yang telah dicurahkan kepada penulis dapat dibalas dengan yang lebih besar oleh Allah SWT kepada bapak, ibu, keluarga, dan rekan-rekan semua. Hanya ucapan terimakasih dan doa yang dapat penulis berikan. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca khususnya rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

Bandar Lampung, 09 November 2021

Penulis

M Ridho Nugroho Sampurna Jaya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Global Navigation Satellite System (GNSS).....	9
2.3 <i>Global Positioning System (GPS)</i>	10
2.3.1 Segmen angkasa.....	11
2.3.2 Segmen sistem kontrol	12
2.3.3 Segmen pengguna	13
2.4 CORS (<i>Continuously Oprating Refrence Station</i>).....	14
2.5 Metode Penentuan Posisi	15
2.5.1 Metode absolut positioning	16
2.5.2 Metode diferensial <i>positioning</i>	18
2.6 Kesalahan dan Bias pada Satelit Navigasi.....	20
2.7 Metode RTK.....	22
2.7.1 Single Base RTK	23
2.7.2 Network RTK	23
2.8 NTRIP (<i>Networked Transport of RTCM Via Internet Protoko</i>)	24
2.9 Metode Rapid Statik.....	26
2.10 Jaringan Sinyal dan Provider	26

2.10.1	GPRS (Global Package Radio Service).....	27
2.10.2	EDGE.....	27
2.10.3	3G	27
2.10.4	HSDPA.....	28
2.10.5	HSUPA.....	28
2.10.6	HSPA	29
2.10.7	HSPA+	30
2.10.8	EVDO.....	30
2.10.9	4G LTE.....	30
2.11	<i>Open Signal</i>	32
2.12	RTKLIB.....	33
2.13	Uji Signifikansi	33

III. METODE PENELITIAN

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
3.2	Petunjuk Teknis	36
3.2.1	Persiapan Pengukuran	36
3.2.2	Pemasangan Tanda batas Bidang Tanah	36
3.2.3	Penunjukan Tanda Batas Bidang Tanah.....	37
3.2.4	Penetapan Batas bidang tanah	37
3.2.5	Pelaksanaan Pengukuran Bidang tanah.....	37
3.3	Tahapan Penelitian.....	38
3.4	Persiapan	39
3.4.1	Studi literature	39
3.4.2	Persiapan Administrasi.....	39
3.4.3	Persiapan Alat dan Bahan.....	39
3.5	Survei Lokasi	42
3.6	Pengumpulan Data	44
3.6.1	Pengumpulan Data Primer.....	44
3.6.2	Pengumpulan Data Sekunder.....	45
3.7	Pengolahan Data	45
3.7.1	Raw Data Pengamatan	47
3.7.2	Konversi Raw Data ke <i>RINEX</i>	47
3.7.3	Pengolahan Data dengan RTKLIB.....	47

3.8 Analisis <i>Root Mean Square Error</i> (RMSE).....	50
3.9 Uji Signifikansi	52
3.10 Toleransi Ketelitian Luas Bidang tanah Menurut BPN.....	54
3.11 Toleransi Jarak Sisi Bidang tanah Menurut Badan Pertanahan Nasional (BPN)55	

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran.....	89

LAMPIRAN.....	89
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Sistem Penentuan Posisi Global	11
2. Bentuk Fisik Satelit GPS	12
3. Stasiun Kontrol GPS	13
4. Penentuan Posisi dengan GPS	16
5. <i>Absolut Positioning</i>	18
6. Metode Penentuan Diferensial.....	19
7. Kesalahan dan Bias	21
8. Penentuan Posisi dengan Metode RTK.....	23
9. Sistem Kerja NTRIP	25
10. Lokasi Pengambilan Data.....	35
11. Diagram Alir Penelitian.....	38
12. Bentuk Fisik Peralatan GPS <i>HI – Target V60</i>	40
13. Tampilan Hasil Perbandingan Performa Latensi dan Sinyal	42
14. Tampilan Hasil Perbandingan Performa Unduh dan Unggah	43
15. Diagram Alir Tahap Pengolahan.....	47
16. Hasil Pemrosesan Output	50
17. Hasil Nilai Latensi Sinyal Provider.....	57
18. Hasil Kecepatan Unduh dan Unggah	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian terdahulu.....	7
2. Metode Penentuan Posisi dengan GPS	15
3. Efek dari Proses Pengurangan Data.....	20
4. Hasil Selisih Koordinat	63
5. Rata – Rata Selisih Koordinat dan Pergeseran Linier Koordinat	64
6. Hasil Nilai Perbedaan Jarak.....	65
7. Hasil Selisih Jarak Sisi Meteran dan RTK-NTRIP.....	68
8. Hasil Selisih Luas Bidang <i>Rapid Statik</i> dan RTK-NTRIP	70
9. Hasil Selisih Luas Bidang Terhadap Meteran	71
10. Rata-rata Selisih Koordinat dan Pergeseran Linier Koordinat	72
11. Pergeseran Linier Jarak	73
12. Hasil Perhitungan Rata-Rata Pergeseran Linier Jarak.....	74
13. Hasil Perhitungan Rata-Rata Selisih Luas dan Standar Deviasi Luas	93
14. Uji Standar Toleransi Jarak Sisi Bidang.....	76
15. Hasil Luas Bidang	78
16. Uji Standar Toleransi Ketelitian Luas Berdasarkan BPN	79
17. Hasil Uji Statistik	80

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi GSM (*Global System For Mobile*) telah bergerak mengarah ke konvergensi berbagai layanan. Pada tahun 2014, operator di Indonesia baik Telkomsel, Indosat, maupun *Three* menerapkan teknologi layanan *broadband*. Dimulai dari generasi pertama atau biasa disebut dengan istilah 1G, dimana pada generasi ini memiliki standar teknologi *Nordic Mobile Telephone* (NMT) yang digunakan berbasis analog, kemudian masuk ke generasi 2G teknologi sudah berbasis digital dilanjutkan ke generasi 2.5G dengan peningkatan kapasitas *bandwidth* dari generasi sebelumnya. Sampai pada tahun 2013 perkembangan teknologi telekomunikasi di Indonesia telah ada yang mencapai generasi 4G. Dibanding dengan teknologi 3.5G yang hanya memiliki kecepatan data 7.2 Mbps, maka 4G dapat memiliki kecepatan akses hingga 10 kalinya (Fadhli, 2014)

Secara teori teknologi ini dapat menghasilkan kecepatan *download* hingga 100 Mbps pada kondisi yang baik (Gunawan Wibisono dan Gunadi Dwi Hutomo, 2010). Kemajuan teknologi di saat ini, GSM kini digunakan sebagai sarana pembantu dalam penggunaan GPS untuk pengukuran bidang tanah. Salah satu teknologi pemetaan yang mulai dikembangkan di Indonesia yaitu GNSS CORS (*Global Navigation Sattelite System Continously Operating Refrenrece Station*). Banyak dari instansi pemerintah maupun swasta yang mengembangkan teknologi ini untuk kebutuhan rekayasa dan penelitian yang berkaitan dengan 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 berkelanjutan selama dua puluh empat jam (Yustia, 2008).

Sehingga fungsi dari CORS nanti nya dapat digunakan dalam pemetaan situasi menggunakan metode RTK (*Real Time Kinematic*). Sistem RTK merupakan prosedur DGPS (*Differential Global Positioning System*) menggunakan data pengamatan fase, yang mana koreksi fase dikirim secara seketika dari stasiun referensi ke *receiver* pengguna.

Adanya system NTRIP (*Network Transport of RTCM via Internet Protocol*) sehingga proses pengiriman koreksi fase dapat dilakukan secara seketika, membuat informasi posisi yang dihasilkan oleh sistem ini dapat diperoleh secara seketika. Pengukuran bidang tanah menggunakan GPS *Geodetic* ini menganalisis perbedaan posisi, perbedaan jarak antar titik dan luas bidang tanah yang diukur dengan menggunakan beberapa provider yakni, Telkomsel, Indosat, dan *Three*, perbedaan ketelitian dari pengukuran yang menggunakan metode RTK – NTRIP dengan metode *Rapid Static*, dan dapat memenuhi atau tidak nya toleransi jarak dan ketelitian luas yang ditetapkan oleh BPN (Badan Pertanahan Nasional).

Pengukuran ini menggunakan sinyal 4G sebagai koneksi internet untuk mengirimkan koreksi pengukuran GPS dalam penelitian tugas akhir ini. Alat yang digunakan adalah GPS *Geodetic HI – Target V60* dengan menggunakan metode RTK-NTRIP dan metode *Rapid Static* dengan menggunakan stasiun CORS CPRI Pringsewu sebagai titik ikat nya. Penentuan wilayah pengukuran dilakukan survei sinyal, latensi, kecepatan unduh dan unggah pada masing - masing provider. Survei sinyal, latensi, kecepatan internet pada masing - masing provider di wilayah penelitian menggunakan aplikasi *android Open signal*. Penelitian ini mengambil lokasi di Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 karena memiliki jarak *Baseline* antara rover dengan stasiun referensi CORS CPRI Pringsewu ≤ 10 km dan memiliki bidang tanah yang datar terbuka. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa ketelitian yang didapatkan dan apakah dapat masuk dalam standar toleransi jarak dan ketelitian luas yang ditetapkan oleh BPN jika pengukuran RTK-NTRIP dengan provider 4G dilakukan di lokasi yang memiliki jarak baseline kurang dari ≤ 10 km dan memiliki kriteria bidang tanah yang datar terbuka.

1.2 Rumusan Masalah

Pengukuran bidang menggunakan Metode RTK-NTRIP saat ini sangat sering digunakan pada instansi BPN untuk keperluan pengukuran bidang tanah, pada pengukuran bidang menggunakan metode RTK-NTRIP sering kali dihadapkan pada masalah percepatan koneksi internet dan sinyal pada provider untuk menggunakan koneksi internet tersebut. Dizaman modern saat ini kecepatan jaringan internet di Indonesia telah mencapai pada jaringan 4G. Namun masih ditemukan pada pengukuran bidang metode RTK-NTRIP menggunakan sinyal dengan jaringan 3G.

Pada kondisi sinyal yang lemah dan kecepatan koneksi yang kurang cepat dapat menghambat lajunya proses dalam pengukuran dan dapat mempengaruhi dalam mendapatkan ketelitian yang baik pada saat proses pengamatan GPS, sehingga diperlukannya analisis bidang menggunakan metode RTK-NTRIP dengan beberapa provider 4G untuk mengetahui seberapa besar ketelitian yang dihasilkan pada masing-masing provider yang digunakan.

Berdasarkan permasalahan yang dikaji untuk mendapatkan hasil pada penelitian, didapatkan beberapa rumusan masalah yang dapat diajukan pertanyaan sebagai berikut:

1. Berapa nilai perbedaan posisi, jarak antar titik, dan luas bidang yang dilakukan pengukuran pada masing – masing provider?
2. Berapa nilai perbedaan ketelitian dari pengukuran yang menggunakan metode RTK-NTRIP dan metode *Rapid Static*?
3. Apakah pengukuran metode RTK-NTRIP dengan menggunakan provider Telkomsel, Indosat, dan 3 (*Three*) dapat memenuhi toleransi yang ada di BPN?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan :

1. Melakukan pengolahan data pada pengukuran metode RTK-NTRIP untuk mengetahui seberapa besar perbedaan posisi, jarak antar titik, dan luas bidang pada masing – masing provider.
2. Melakukan perhitungan serta analisa untuk mengetahui perbedaan ketelitian antara pengukuran metode RTK-NTRIP dengan metode *Rapid Static*.
3. Dapat mengetahui memenuhi atau tidak nya standar toleransi ketelitian luas bidang tanah yang ditetapkan oleh Badan Pertanahan Nasional (BPN) pada hasil pengukuran bidang tanah metode RTK-NTRIP dengan menggunakan provider Telkomsel, Indosat, 3 (*Three*) di Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 Kabupaten Pringsewu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini yaitu :

1. Bagi Instansi BPN (Badan Pertanahan Nasional)

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan salah satu SOP untuk mempermudah kegiatan pengukuran bidang tanah metode RTK-NTRIP menggunakan provider 4G.

2. Bagi Keilmuan Teknik Geodesi dan Geomatika

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai sumber informasi dalam pengembangan ilmu pengukuran tanah dengan metode RTK-NTRIP menggunakan provider 4G dan metode pengukuran Rapid Statik bagi mahasiswa Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dari penelitian ini ialah:

1. Metode pengukuran yang digunakan dalam pengambilan data adalah metode RTK-NTRIP menggunakan kekuatan sinyal 4G.
2. Metode pembandingan yang dianggap benar menggunakan metode *Rapid Static* dan dalam pelaksanaan survey GPS menggunakan mode radial.
3. Pengukuran diikatkan pada stasiun referensi CORS Pringsewu
4. Pengolahan data menggunakan *software* RTKLIB.
5. Aplikasi yang digunakan untuk mengetahui besar kecil sinyal, kecepatan
6. unggah, dan unduh pada masing – masing provider yang digunakan untuk pengukuran metode RTK- NTRIP yaitu *Open Signal*.
7. Waktu pengamatan yang dilakukan dalam pengukuran metode rapid Rapid Statik yaitu selama 10 – 25 menit.
8. Provider yang digunakan pada metode RTK-NTRIP yaitu Telkomsel, Indosat, 3 (*Three*), pengukuran dilakukan dengan masing – masing provider terdapat 10 bidang tanah dengan kekuatan sinyal 4G.
9. Studi kasus dilakukan di Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1, Kabupaten Pringsewu.
10. Uji statistik menggunakan Uji t (*Distribusi student*)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menganalisis pengukuran bidang tanah metode RTK-NTRIP dengan menggunakan sinyal 4G pada beberapa provider dan metode *Rapid static* sebagai metode pembanding yang dianggap benar. Lokasi penelitian di Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1, Kabupaten Pringsewu. Data yang digunakan adalah data NTRIP dan data RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) hasil pengukuran metode *Rapid Static*, dengan durasi pengamatan selama 10 – 25 menit. Penelitian ini menggunakan stasiun CORS CPRI Pringsewu sebagai titik ikat nya.

Software pengolahan data yang digunakan adalah RTKLIB Perbedaan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat perbedaan dalam hal metode pembanding yang digunakan. Penelitian ini berfokus pada perhitungan jarak antar titik, perbandingan posisi, dan luas bidang tanah pengukuran pada masing – masing provider yang akan dianalisa.selengkapnya disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Penelitian Yang Dilakukan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Penulis	Lokasi	Metode Pengukuran	Metode Pembandingan	Hasil Penelitian
1.	Analisis Perbandingan Pengukuran bidang Tanah menggunakan RTK-NTRIP dengan Beberapa provider GSM berbasis EDGE dan 3G	Ludgar Sudiyanto Sitohang, Bambang Darmo Yuwono, dan Moehammad Awaluddin (2014)	Universitas Diponegoro	RTK-NTRIP	Terestris	1. Data hasil keakurasian berdasarkan pengukuran bidang tanah menggunakan RTK-NTRIP terhadap pengukuran terestrial dengan kekuatan sinyal 3G dan EDGE 2. Peta bidang tanah dari hasil pengukuran GNSS metode RTK-NTRIP 3. Data hasil uji F
2.	Analisis hasil Pengukuran bidang Tanah menggunakan GNSS metode RTK- NTRIP pada stasiun CORS BIG Kota Semarang, stasiun CORS Undip, dan Stasiun CORS BPN Kabupaten Semarang	Rizki Widya Rasyid, Bambang Dan Fauzi Janu Ammarohman (2016)	Universitas Diponegoro	RTK-NTRIP Dan Rapid Rapid Statik	Terestris	1. Data Hasil pengukuran perbedaan posisi horizontal (X,Y), jarak antar, luas bidang dengan Rapid static dan metode RTK-NTRIP. 2. Data ketelitian posisi horizontal (X,Y), jarak antar titik, luas bidang tanah dengan menggunakan metode RTK-NTRIP dengan menggunakan stasiun CORS BIG Kota Semarang, 3. stasiun CORS BPN Kabupaten Semarang, dan stasiun CORS Undip

Tabel 1. Lanjutan

3.	Analisis Perbandingan Ketelitian penentuan Posisi dengan GPS RTK-NTRIP dengan Base GPS CORS BIG Dari berbagai macam Provider didasarkan Pada pergeseran linier	Atika Sari dan Khomsin (2014)	Institut Teknologi Sepuluh	RTK-NTRIP	Rapid Statik Radial	1. Data hasil pengamatan pergeseran dari masing – masing provider dengan data static sebagai acuan nya 2. Data keakurasian hasil pengamatan dengan berbagai variasi jarak base line dan rover pada pengukuran GPS menggunakan gelombang radio
4.	Kajian kombinasi Optimal provider Seluler dan receiver GPS pada pengukuran GPS RTK-NTRIP Dengan variasi panjang Base line untuk Kerangka kontrol 3D	Herwinda Rosyid (2017)	Universitas Gadjah Mada	RTK-NTRIP	Rapid static	1. Data ketelitian vertical RTK yang dirujuk pada manual guide maupun datasheet. 2. Data hasil ketelitian pengukuran GPS RTK-NTRIP menggunakan provider Telkomsel untuk mereduksi menjadi tinggi otometrik dalam memenuhi ketelitian peta pendaftaran tanah. 3. Data perbandingan kualitas jaringan pada provider internet seluler terbaik untuk ketelitian pengukuran di area Yogyakarta
5.	Analisis Pengukuran Pengukuran bidang Tanah menggunakan Metode RTK-NTRIP Dengan beberapa Provider 4G	M Ridho Nugroho Sampurna Jaya (2020)	Universitas Lampung	RTK-NTRIP	Rapid Static Radial	

2.2 Global Navigation Satellite System (GNSS)

GNSS kependekan dari *Global Navigation Satellite System* merupakan suatu metode penentuan posisi/koordinat dengan menggunakan teknologi satelit navigasi dengan ketelitian tertentu. GNSS ialah suatu sistem satelit yang terdiri dari berbagai macam konstelasi satelit dari berbagai negara yang menyediakan informasi waktu dan lokasi, memancarkan berbagai macam sinyal dalam berbagai frekuensi secara terus menerus, yang terdapat di semua lokasi di atas permukaan bumi.

GNSS berperan penting dalam bidang navigasi, sehingga banyak negara yang sudah mengembangkan teknologi ini antara lain: (i) GPS milik Amerika Serikat, dimana secara efektif telah menyediakan layanan global, (ii) Sistem GLONASS, juga telah efektif menyediakan layanan global. Tidak hanya Amerika dan Rusia, ada beberapa negara lain yang ikut mengembangkan sistem GNSS ini seperti (iii) Sistem Galileo milik Eropa yang dikembangkan Union Europe (UE) bekerja sama dengan ESA,

Sistem navigasi regional Beidou dikembangkan negara Cina, (v) Sistem navigasi IRNSS dikembangkan oleh India, dan (vi) QZSS dikembangkan oleh Jepang (Bakara, 2011). GNSS yang paling dikenal saat ini adalah *Global Positioning System* (GPS). Semua sistem GNSS dalam hal ini GPS, GLONASS, Galileo dan juga Compass memiliki cara kerja yang hampir sama sehingga deskripsi cara kerja GPS (Prasetyaningsih, 2012). GPS dapat dibagi menjadi tiga segmen, yaitu segmen angkasa (*space segment*), segmen sistem kontrol (*control system segmen*), dan segmen pemakai (*user segmen*)

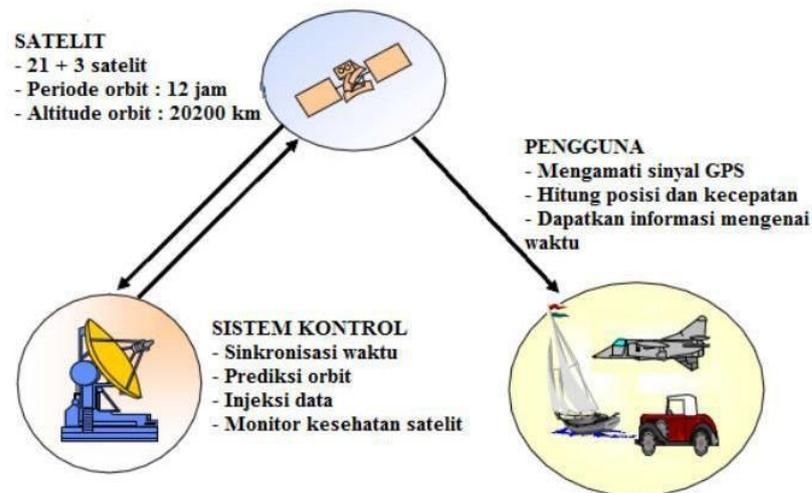
2.3 Global Positioning System (GPS)

Global Positioning System atau yang lebih dikenal dengan sebutan GPS merupakan sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit (Abidin, 2006). Sistem satelit navigasi ini mempunyai nama formal NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing dan Ranging Global Positioning System*).

Satelit GPS yang pertama telah diluncurkan pada tahun 1978. Pada awalnya, penggunaan sistem ini ditujukan bagi pihak militer Amerika Serikat saja. Namun setelah dilakukan pembahasan pada Kongres Amerika Serikat, penggunaan sistem penentuan posisi ini terbuka untuk umum.

Menurut IAC (*Information and Analysis Center for Positioning*) pada tahun 2019 sistem satelit GPS memiliki konstelasi terdiri dari 32 satelit, terdiri dari 31 satelit yang beroperasi dan satu satelit sedang dalam perbaikan, pada enam bidang orbit digunakan untuk menentukan setiap lokasi obyek dan penentuan waktu di Bumi secara akurat.

Satelit GPS pada dasarnya terdiri dari atas tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari satelit-satelit GPS, segmen sistem kontrol (*control system segmen*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pengamatan dan pengendali satelit, dan segmen pemakai (*user segmen*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolahan sinyal dan data GPS (Abidin, 2006).



Gambar 1. Sistem penentuan posisi global.
Sumber: Abidin, 2006.

2.3.1 Segmen angkasa

Satelit GPS bisa dianalogikan sebagai stasiun radio angkasa, yang dilengkapi dengan antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal gelombang (Abidin, 2006). Gelombang tersebut selanjutnya dipancarkan ke bumi dan diterima oleh *receiver* GPS yang ada di bumi dan dapat digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, dan waktu.

Setiap satelit GPS mempunyai dua sayap yang dilengkapi dengan sel-sel pembangkit tenaga matahari (*solar panel*), yang merupakan Sumber energi untuk satelit. Satelit juga memiliki komponen internal seperti jam atom dan pembangkit satelit. Setiap satelit GPS akan membawa empat (4) jam atom berketelitian tinggi dan satelit GPS juga dilengkapi dengan peralatan untuk mengontrol tingkah laku (*attitude*) satelit, serta sensor-sensor untuk mendeteksi peledakan nuklir dan juga lokasinya. Komponen eksternal satelit GPS adalah beberapa antena yang digunakan untuk menerima dan memancarkan sinyal-sinyal ke dan dari satelit.



Gambar 2. Bentuk fisik satelit GPS.
Sumber: Kaplan, 2017

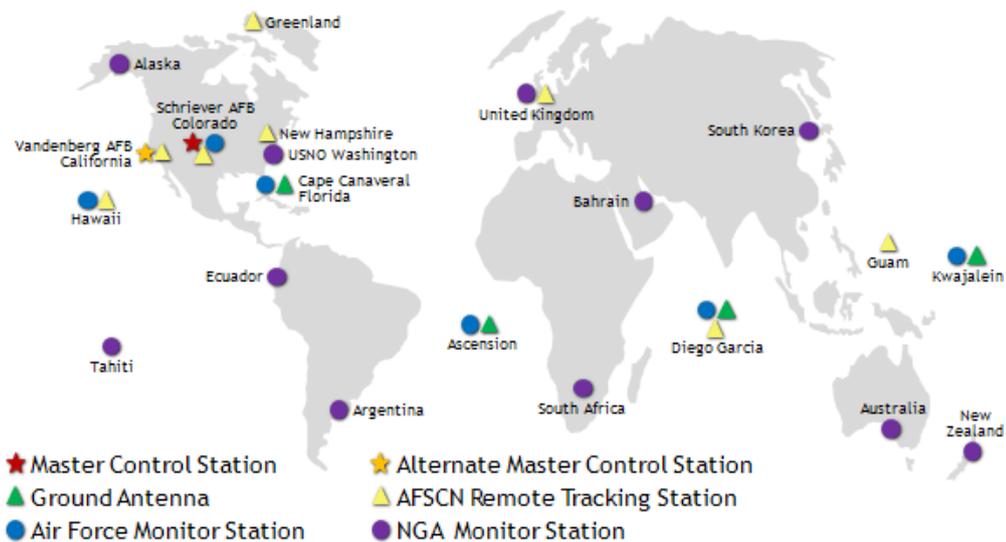
2.3.2 Segmen sistem kontrol

Segmen sistem kontrol GPS berfungsi mengontrol dan memantau operasional semua satelit GPS dan memastikan bahwa semua satelit berfungsi sebagaimana mestinya. Fungsi ini mencakup beberapa tugas dan kewajiban antara lain (Abidin, 2006):

1. Secara kontinu memantau dan mengontrol sistem satelit,
2. Menentukan dan menjaga waktu sistem GPS,
3. Memprediksi Ephemeris satelit serta karakteristik jam satelit,
4. Secara periodik meremajakan (*update*) *navigation message* dari setiap satelit,
5. Melakukan manuver satelit agar tetap berada dalam orbitnya, atau melakukan relokasi untuk menggantikan satelit satelit yang tidak sehat, seandainya diperlukan.

Kelayakan dan kegunaan satelit-satelit GPS tersebut dimonitor dan dikontrol oleh segmen sistem kontrol yang terdiri dari beberapa stasiun pemonitor dan pengontrol yang tersebar diseluruh dunia, yaitu di Pulau Ascension (Samudera Atlantik bagian selatan), Diego Garcia (Samudera Hindia), Kwajalein (Samudera Pasifik bagian Utara), Hawaii, dan Colorado Springs. Selain melakukan

monitoring serta mengontrol kesehatan seluruh satelit beserta seluruh komponennya, segmen kontrol ini juga berfungsi menentukan orbit dari seluruh satelit GPS yang merupakan informasi vital untuk penentuan posisi dengan GPS.



Gambar 3. Stasiun kontrol GPS.
Sumber: Abidin, 2006

2.3.3 Segmen pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit GPS, baik di darat, laut, udara, dan di angkasa. Alat penerima sinyal GPS (*GPS receiver*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal dari satelit GPS untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, waktu maupun parameter turunan lainnya. Secara umum *receiver* GPS komponen utama (Abidin, 2006): antena dengan *pre-amplifier*, pemroses sinyal, pemroses data (solusi navigasi), osilator presisi, unit pengontrol *receiver* dan pemrosesan (*user and external communication*), catu daya, memori serta perekam data.

2.4 CORS (*Continuously Operating Reference Station*)

CORS (*Continuously Operating Reference Station*) adalah teknologi berbasis GNSS yang berwujud sebagai suatu jaring kerangka geodetik yang pada setiap titiknya dilengkapi dengan *receiver* yang mampu menangkap sinyal dari satelit-satelit GNSS yang beroperasi secara penuh dan kontinyu selama 24 jam perhari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna memanfaatkan data dalam penentuan posisi, baik secara *post-processing* maupun secara *real time* (sumber: *Guidelines for New and Existing CORS*).

Tiap – tiap jaringan CORS terdiri dari beberapa stasiun CORS yang saling terhubung dengan komunikasi yang memungkinkan perhitungan secara *real time*. Tiap stasiun, paling tidak terdiri dari satu *receiver* geodetik, satu antena, saluran komunikasi data dan *power supply*. Jaringan CORS yang baik dan dilengkapi dengan sistem komunikasi data yang lancar akan memungkinkan stasiun – stasiun CORS tersebut untuk mengirimkan *raw data* ke server pusat. Layanan penggunaan CORS secara umum terbagi menjadi yaitu untuk pengolahan data *post-processing* dan untuk *real time processing*.

Pada jaringan *offline* yang menyediakan informasi data – data pada *user* untuk *post-processing data*, file data disimpan menggunakan format data RINEX (*receiver independent exchange format*). RINEX sendiri merupakan format data yang menjadi standar internasional untuk mengubah raw data yang diterima dari *receiver* stasiun – stasiun CORS untuk kemudian diolah menggunakan *software post-processing* GNSS. Sementara untuk kepentingan *online network*, aplikasi yang digunakan adalah RTK (*real time kinematic*) dengan format RTCM (*Radio Technical Commission for Maritime Services*) yang biasa digunakan untuk transmisi data.

Format RTCM adalah format data standar internasional yang digunakan dalam transmisi *real time* data untuk koreksi diferensial GPS dari stasiun – stasiun CORS ke *rover* yang digunakan oleh *user*. Perkembangan jaringan CORS secara global terus berlanjut sehingga perlu adanya sebuah pengklasifikasian hirarki jaringan CORS. Teori mengenai hal ini sudah dikembangkan oleh *Rizos* (2008), dimana teori ini menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam pengembangan jaringan CORS atau pembangunan infrastruktur penentuan posisi. *Rizos* menjelaskan hirarki infrastruktur CORS menjadi beberapa tingkat.

2.5 Metode Penentuan Posisi

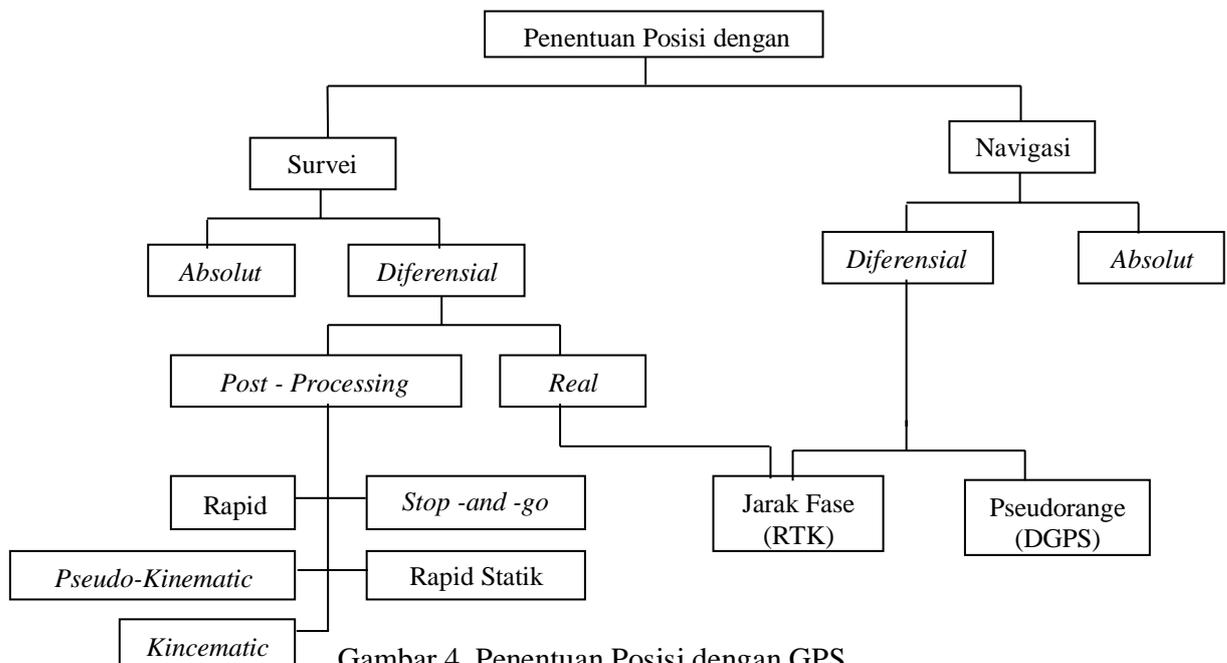
Metode penentuan posisi menggunakan GPS dapat dikelompokkan atas beberapa metode, yaitu absolut, diferensial, Rapid Statik, *Rapid static*, *pseudo-kinematic*, dan *stop and go* seperti yang ditunjukkan secara skematik pada tabel 2.

Tabel 2. Metode penentuan posisi dengan GPS

Metode	Absolut (1 receiver)	Diferensial (2 receiver)	Titik	Receiver
Rapid Statik	√	√	Diam	Diam
Kinematik	√	√	Bergerak	Bergerak
<i>Rapid static</i>		√	Diam	Diam (singkat)
<i>Pseudo-Kinematic</i>		√	Diam	Diam dan bergerak
<i>Stop-and-Go</i>		√	Diam	Diam dan bergerak

Sumber: Abidin, 2006

Berdasarkan aplikasinya, metode-metode penentuan posisi dengan GPS juga dapat dibagi atas dua kategori utama, yaitu survei dan navigasi, seperti yang diilustrasikan pada gambar 4 berikut (Abidin, 2006):



Gambar 4. Penentuan Posisi dengan GPS
Sumber: Langley, 1998

Secara garis besar penentuan posisi dengan GPS dapat dibagi menjadi dua, yaitu absolut *positioning* dan diferensial *positioning*. Metode-metode ini yang menentukan ketelitian posisi yang diinginkan. Ketelitian GPS bervariasi mulai dari fraksi meter sampai dengan milimeter, tergantung pada metode apa yang digunakan”. Metode – metode tersebut adalah (Abidin, 2006):

2.5.1 Metode absolut positioning

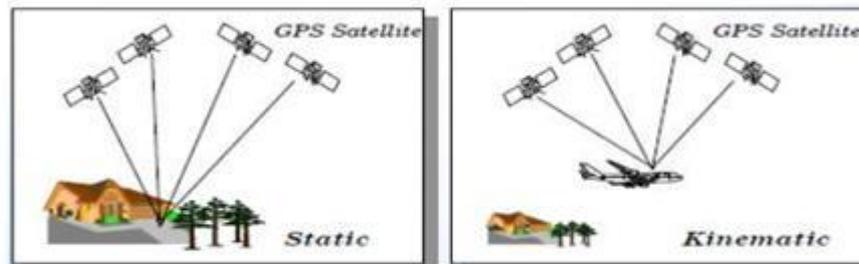
Hanya memerlukan satu *receiver* saja bila menggunakan metode ini. Ketelitian yang didapat dalam menentukan posisi memiliki rentang 3-6 meter sehingga untuk keperluan yang membutuhkan ketelitian yang lebih presisi dari 3 meter

metode ini tidak dapat dipakai. Bahkan untuk data kode + SA *on*, ketelitian yang didapat 30 – 100 meter. Ketelitian yang didapat dengan metode ini adalah

1. Metode Absolut + data kode + SA *on* = 30-100 meter.
2. Metode Absolut + data kode + SA *off* = 3-6 meter.

Berkaitan dengan penentuan posisi secara absolut ada beberapa catatan yang perlu diperhatikan (Abidin, 2006), yaitu:

1. Metode ini dinamakan juga metode *point positioning*, karena penentuan posisi dapat dilakukan pada setiap titik tanpa bergantung pada titik lainnya.
2. Posisi ditentukan dalam sistem WGS-84 terhadap pusat masa bumi.
3. Prinsip penentuan posisi adalah reseksi dengan jarak ke beberapa satelit secara simultan.
4. Untuk penentuan posisi hanya memerlukan satu *receiver*, dan tipe *receiver* yang umum digunakan untuk keperluan ini adalah tipe navigasi atau kadang dinamakan tipe genggam (*Handheld*). Titik yang ditentukan posisinya bisa dalam keadaan diam (metode Rapid Statik) maupun dalam keadaan bergerak (metode kinematik).
5. Biasanya menggunakan data *pseudorange*.
6. Ketelitian posisi yang diperoleh sangat bergantung pada tingkat ketelitian data serta geometri dari satelit.
7. Metode ini tidak dimaksudkan untuk penentuan posisi yang teliti
8. Aplikasi dari metode ini ialah untuk keperluan navigasi ataupun aplikasi-aplikasi lain yang memerlukan informasi posisi yang tidak terlalu teliti akan tetapi tersedia secara instan (*real-time*), seperti untuk keperluan *reconnaissance* dan *ground trothing*.



Gambar 5. Absolut *positioning*.

Sumber: Abidin, 2006

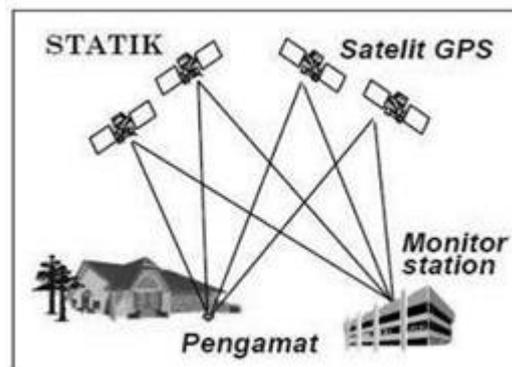
2.5.2 Metode diferensial *positioning*

Pada penentuan posisi diferensial, posisi suatu titik ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*monitor station*). Karakteristik dari penentuan posisi dengan metode relatif ini adalah sebagai berikut (Abidin, 2006):

1. Membutuhkan minimal 2 *receiver*, satu ditempatkan pada titik yang diketahui koordinatnya (*reference station*) dan satu lagi pada titik yang akan diketahui koordinatnya.
2. Konsep dasar: *differencing process*, dapat mengeleminir atau mereduksi efek-efek dari beberapa kesalahan dan bias.
3. Bias menggunakan *pseudorange* atau *carrier phase*.
4. Ketelitian posisi yang diperoleh dari orde millimeter (mm) sampai orde meter (m)
5. Aplikasi utama: survei dan pemetaan, geodinamika dan navigasi.
6. Pada metode diferensial ini, dengan mengurangkan data yang diamati oleh dua *receiver* GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dan bias dari data dapat dieliminir atau direduksi. Pengeliminasian serta pereduksian ini akan meningkatkan akurasi dan juga presisi data, selain itu akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi dari posisi yang diperoleh.

Ketelitian yang didapat dengan metode ini adalah:

1. Metode DGPS – data kode = 1-2 meter (m).
2. Metode diferensial (*baseline*) + data fase dan kode = mm.



Gambar 6. Metode Penentuan Diferensial
Sumber: Abidin, 2006

Metode ini kadangkala dinamakan metode penentuan posisi relatif. Dengan mengurangkan data yang diamati oleh dua *receiver* pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan serta efek bias dari data dapat dieliminasi atau direduksi. Pengeliminasian dan pereduksian ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data, dan selanjutnya akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi yang diperoleh. Pada penentuan posisi diferensial, jenis-jenis kesalahan dan bias yang dapat serta tidak dapat dieliminasi atau direduksi dengan proses pengurangan data ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Efek dari proses pengurangan data

Kesalahan dan Bias	Dapat dieliminasi	Dapat direduksi	Tidak dapat dieliminasi & reduksi
Jam satelit	✓		
Jam Receiver	✓		
Orbit (Ephemeris)		✓	
Troposfer		✓	
Multipath		✓	
Noise (Derau)			✓
Ionosfer			✓
Selective availability	✓	✓	

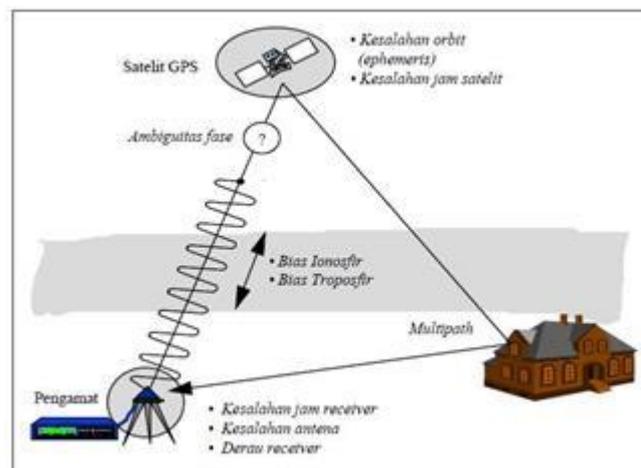
Sumber: Abidin, 2006

2.6 Kesalahan dan Bias pada Satelit Navigasi

Dalam perjalanannya dari satelit hingga mencapai antena dipermukaan bumi, sinyal GPS akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias. Kesalahan dan bias pada dasarnya dapat dikelompokkan menjadi (Abidin,2006):

1. Kesalahan ephemeris (orbit) adalah dimana posisi satelit tidak sama dengan posisi satelit yang sebenarnya yang disebabkan oleh tiga faktor, yaitu kurang teliti pada proses perhitungan orbit satelit, kesalahan dalam prediksi orbit periode waktu *uploading* dan penerapan *Selective Availability (SA)*.
2. Bias ionosfer adalah ion-ion bebas (elektron) dalam lapisan ionosfer mempengaruhi propagasi (kecepatan, arah, polarisasi) sinyal. Efek ionosfer terbesar adalah pada kecepatan sinyal dimana akan mempengaruhi jarak ukuran.
3. Bias troposfer adalah memperlambat datangnya data fase dan pseudorange ke *receiver* GPS.

4. *Cycle slips* adalah terputusnya sinyal GPS pada saat pengamatan yang menyebabkan ketidak kontinuan sinyal GPS.
5. Ambiguitas fase adalah jumlah gelombang yang tidak penuh yang terekam oleh *receiver*.
6. *Multipath* adalah fenomena dimana sinyal dari satelit tiba diantena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda.
7. Kesalahan jam satelit GPS adalah tidak sinkronnya antara jam satelit dan jam *receiver* mengakibatkan pada perhitungan waktu tempuh sinyal dari satelit ke antena GPS.



Gambar 7. Kesalahan dan bias.

Sumber: Abidin, 2006

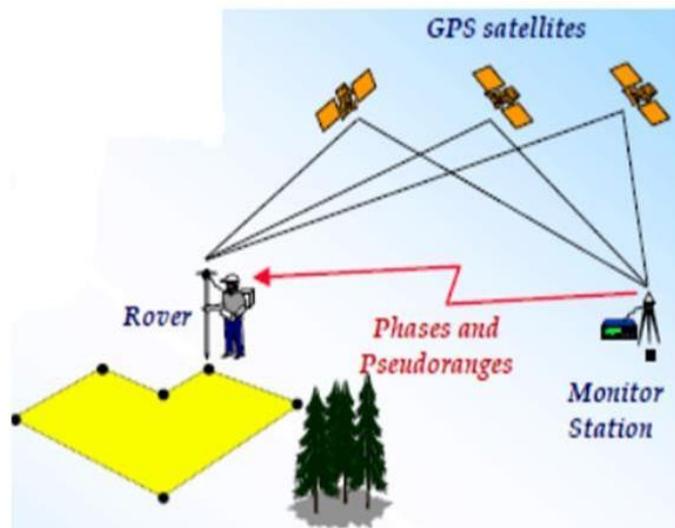
Kesalahan dan bias harus diperhitungkan secara benar dan baik, karena besar dan karakteristik dari kesalahan dan bias tersebut akan mempengaruhi ketelitian informasi (posisi, kecepatan, percepatan, waktu) yang diperoleh, serta proses penentuan ambiguitas fase dan sinyal satelit. Strategi pengamatan yang diaplikasikan juga akan mempengaruhi efek dari kesalahan dan bias pada data pengamatan.

2.7 Metode RTK

Sistem RTK (*Real-Time-Kinematic*) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk system 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 system komunikasi data tertentu.

Stasiun referensi dan pengguna harus dilengkapi dengan perangkat pemancar dan penerima data. Ketelitian posisi yang diberikan oleh system RTK sekitar 1-5 cm, dengan syarat bahwa ambiguitas fase dapat ditentukan secara benar. Salah satu hal yang harus diisi adalah penentuan ambiguitas fase dengan menggunakan jumlah data yang terbatas dan juga dengan receiver yang bergerak merupakan hal yang cukup salah.

Mekanisme penentuan ambiguitas fase pada metode RTK dinamakan *on fly ambiguity*. Sistem RTK dapat digunakan untuk penentuan posisi objek – objek yang diam ataupun objek yang bergerak, sehingga system RTK tidak hanya dapat melaksanakan survey GPS *real time* tetapi juga dapat melakukan navigasi dengan ketelitian yang tinggi. Cakupan aplikasi dari system RTK ini cukup beragam, antara lain *staking out*, penentuan dan rekonstruksi batas persil tanah, survei pertambangan, survey rekayasa dan utilitas dan juga berbagai macam aplikasi yang lain yang memerlukan ketelitian dalam orde cm.



Gambar 8. Penentuan Posisi dengan Metode RTK
Sumber: Abidin, 2006

Metode penentuan posisi secara *real time kinematic* dibagi dalam dua bagian yaitu :

2.7.1 Single Base RTK

Pengamatan yang dilakukan pada metode single base RTK adalah pengamatan secara *differential* dengan menggunakan minimal dua *receiver* GNSS yang bekerja secara simultan dengan menggunakan data *phase*. Koreksi data dikirimkan secara satu arah dari base *station* kepada rover melalui transmisi radio.

2.7.2 Network RTK

Metode Metode Network *Real Time Kinematic* (NRTK) merupakan sebuah metode penentuan posisi secara relative dari pengamatan GNSS. NRTK merupakan pengembangan dari metode *single base* RTK (Martin & Herring, 2009).

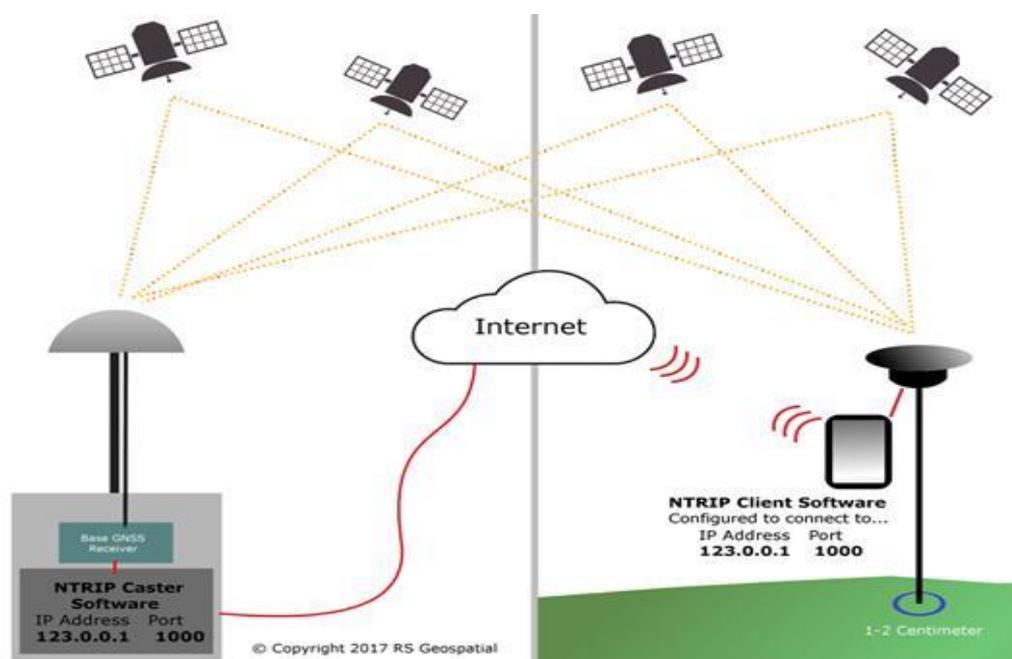
2.8 NTRIP (*Networked Transport of RTCM Via Internet Protoko*)

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)”. Pengembangan teknik baru ini dikeluarkan oleh agen federal untuk penggambaran peta dan geodesi (BKG) bersama dengan Universitas Dortmund dan Trimble Terrasat GmbH.

NTRIP adalah sebuah metode untuk mengirim koreksi data GPS/GLONAS (dalam format RTCM) melalui internet. RTCM sendiri adalah kependekan dari *Radio Technical Commission for Maritime Services*, yang merupakan komite khusus yang menentukan standar radio navigasi dan radio komunikasi maritim internasional. Data format RINEX disediakan untuk pengolahan data secara *post-processing*, sedangkan data NTRIP untuk pengamatan posisi secara *real-time*.

Intensitas utama menggunakan “Internet” antara lain adalah alternatif dari pelayanan-pelayanan koneksi *real-time* saat ini melalui radio transmisi (LF, MF, HF, UHF) atau jaringan komunikasi *mobile* seperti GSM, GPRS, EDGE, atau UMTS. NTRIP bersifat umum, protokol tidak beralamat pasti berdasarkan *Hypertext Transfer Protokol* HTTP/1.1 dan peningkatan ke GNSS data *stream*. Tidak ada kerugian secara eksplisit dengan menggunakan NTRIP sebagai suatu alternative dari banyak cara metode tradisional yang dapat digunakan dalam memperoleh koreksi *real-time* DGPS.

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)



Gambar 9. Sistem Kerja NTRIP
Sumber: Rangga, 2011

Kini pemilihan metode dapat disesuaikan dengan tingkat ketelitian yang diharapkan. Salah satu metode baru yang semakin populer yaitu metode RTK NTRIP (*Real time Kinematic-Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*). Secara teori dari hasil penelitian sebelumnya, metode ini paling efektif dilakukan pada kasus *short baseline*.

2.9 Metode Rapid Statik

Penentuan posisi secara Rapid Statik adalah survei statik dengan waktu pengamatan yang lebih singkat, yaitu 5 – 20 menit. Prosedur operasional lapangan survei statik singkat adalah sama seperti pada survei statik, hanya selang waktu pengamatannya yang lebih singkat.

Metode static sangat bertumpu pada proses penentuan ambiguitas fase secara cepat. Oleh sebab itu disamping memerlukan perangkat lunak yang andal dan canggih, metode statik singkat juga memerlukan geometri pengamatan yang baik, tingkat residu kesalahan dan bias yang relatif rendah serta lingkungan pengamatan yang relative tidak menimbulkan *multipath*.

Dalam hal ini, penggunaan data dua frekuensi juga akan lebih diharapkan. Metode survei statik singkat umumnya hanya diaplikasikan untuk *baseline* yang relatif pendek (<5km). Jika Ambiguitas fase dapat ditentukan dengan benar, maka ketelitian (relatif) posisi titik yang diperoleh adalah dalam orde orde cm sampai dengan mm (Abidin,2007).

2.10 Jaringan Sinyal dan Provider

Global System for Mobile Communication (GSM mulanya singkatan dari *Groupe Spécial Mobile*) adalah sebuah teknologi komunikasi selular yang bersifat digital. Beberapa macam sinyal jaringan internet dan pengertiannya

2.10.1 GPRS (Global Package Radio Service)

GPRS adalah teknologi yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data dalam bentuk paket data yang berkaitan dengan *e-mail*, data gambar, dan *surfing* internet. GPRS juga disebut teknologi 2.5G yang merupakan evolusi dari 1G dan teknologi 2G sebelumnya. Idealnya jaringan GPRS memiliki kecepatan mulai dari 56 kbps sampai 115 kbps

2.10.2 EDGE

Jaringan ini adalah evolusi dari GSM serta IS-136 yang bertujuan untuk pengembangan teknologi dalam rangka meningkatkan kecepatan transmisi data dan memungkinkan penggunaan aplikasi baru dan peningkatan kapasitas. Jaringan EDGE ini dapat kita sebut sebagai teknologi 2.75G. Teknologi EDGE ini diperkenalkan pertama kalinya oleh Cingular (sekarang AT & T) di Amerika Serikat di tahun 2003. Jaringan EDGE mempunyai kecepatan hingga 236 kbps.

2.10.3 3G

3G (*Third-Generation Technology*) merupakan suatu evolusi dari teknologi sebelumnya yang memiliki kapasitas pengiriman dan penerimaan paket data lebih besar dan juga lebih cepat. Teknologi 3G ini sering disebut dengan *mobile broadband* dikarenakan keunggulannya sebagai modem untuk internet yang bersifat *portable* atau tanpa membutuhkan lagi kabel. Teknologi 3G ini memiliki kecepatan transfer data dari tingkat minimum yaitu 2 Mbps di mana pengguna sedang beristirahat (diam) atau berjalan kaki, dan 384 kbps pada pengguna yang berada dalam kendaraan yang sedang dijalankan.

2.10.4 HSDPA

Macam – macam sinyal internet yang keempat adalah HSDPA atau singkatan dari *High-Speed Downlink Packet Access*. Teknologi ini ditingkatkan dari teknologi sebelumnya yang juga dapat disebut 3.5G, jaringan berbasis 3G++ atau turbo ini memungkinkan Universal Telekomunikasi *Mobile System* memiliki kecepatan dan kapasitas transfer data yang lebih tinggi. Teknologi HSDPA mendukung penggunaan kecepatan HSDPA saat browsing dari 1,8, 3,6, 7,2 hingga 14 Mbps. Karena itu jaringan HSDPA sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai modem internet atau notebook. Pemasaran dalam bentuk HSDPA modem yang digunakan sebagai koneksi *mobile broadband* baru diperkenalkan pada tahun 2007 lalu.

2.10.5 HSUPA

Teknologi HSDPA mendukung penggunaan kecepatan HSDPA saat browsing dari 1,8, 3,6, 7,2 hingga 14 Mbps. Karena itu jaringan HSDPA sangat memungkinkan untuk digunakan sebagai modem internet atau notebook. Pemasaran dalam bentuk HSDPA modem yang digunakan sebagai koneksi *mobile broadband* baru diperkenalkan pada tahun 2007 lalu. Dengan kecepatan yang tergolong cepat ini, pengguna dapat lebih mudah dalam mengupload *file* berupa teks, gambar, maupun video ke dalam *blog* atau *website* seperti *YouTube* hanya dalam beberapa detik saja. HSUPA juga dapat membuat lebih mudah untuk melakukan *streaming* video dengan kualitas seperti DVD, video konferensi, *game real-time*, *e-mail*, dan juga MMS. Apabila terjadi kegagalan dalam pengiriman data, HSUPA dapat melakukan pengiriman ulang. Tingkat kecepatan pengiriman juga dapat disesuaikan dengan keadaan jika terjadi gangguan jaringan transmisi.

2.10.6 HSPA

HSPA atau singkatan dari *High Speed Packet Access* ialah suatu koleksi protokol telepon genggam dalam ranah 3,5G yang memperluas serta meningkatkan kinerja protokol Universal Telekomunikasi *Mobile System*. HSDPA, HSUPA dan HSPA + merupakan bagian dari keluarga kecil *High Speed Packet Access* (HSPA). HSPA merupakan hasil dari gelombang ke-I pengembangan teknologi 3G, *Release 99* (R99). HSPA mampu bekerja jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan koneksi R99.

Terkait dengan jaringan CDMA, HSPA bisa disamakan dengan *Evolution Data Optimized* (EV-DO), yang merupakan pengembangan dari CDMA2000. Jaringan HSPA ini sebagian besar tersebar di *spektrum* 1900 MHz dan 2100 MHz, tetapi beberapa berjalan pada spektrum 850 MHz. *Spektrum* yang lebih besar digunakan karena operator dapat menjangkau area yang lebih luas dan kemampuannya untuk refarming dan realokasi spektrum UHF.

HSPA menyediakan kecepatan transmisi data yang berbeda dalam *down stream data* (downlink) dan kenaikan saat ini (*uplink*), terkait standar pengembangan oleh *Generasi Partnership Project Ketiga* (3GPP). Pengembangan lanjutan HSPA menjadi akses mudah ke dunia maya penuh dengan fitur rapi dan canggih sehingga dapat mengurangi biaya transfer data per megabit.

Sekitar tahun 2008 ada lebih dari 32 juta koneksi HSPA di dunia ini. Hal ini kontras dengan akhir kuartal pertama tahun 2007 yang hanya berjumlah 3 juta saja. Kemudian pada tahun yang sama, sekitar 80 negara memiliki layanan HSPA dengan lebih dari 467 ribu jenis perangkat HSPA yang tersedia di seluruh pelosok dunia, seperti perangkat *mobile*, *notebook*, *data card*, *wireless router* dan juga *USB Modem*.

2.10.7 HSPA+

Macam - macam jenis sinyal internet yang ke-7 adalah HSPA + atau singkatan dari High speed packet access + ialah standar broadband nirkabel yang datang dengan kemampuan pengiriman data pada 42 Mbitps untuk downlink menggunakan 64QAM modulasi dan 11 Mbitps untuk uplink dengan modulasi 16 QAM. Perkembangan lain pada HSPA + ialah ditandai dengan adanya penggunaan tambahan antena Multiple Input Multiple Output yang berfungsi untuk membantu peningkatan kecepatan data. HSPA + menyediakan pilihan arsitektur all-IP / internet protocol jaringan serta untuk mempercepat penyebaran serta kontrol yang kurang.

2.10.8 EVDO

EVDO adalah singkatan dari *Evolution Data Opyimized* atau *evolution data only* adalah standar pada wireless broadband yang berkecepatan tinggi. EVDO adalah satu dari dua jenis utama generasi ke-3 standar nirkabel atau 3G. Adapun yang lainnya adalah W-CDMA standar. Keunggulannya bila dibandingkan CDMA, EVDO tentunya lebih mengirit spektrum frekuensi dari regulator dan juga sangat mahal, biaya pembangunan yang lebih rendah dan memanfaatkan jaringan baru. EVDO di Amerika digunakan oleh *Verizon* dan juga *Sprint* juga digunakan di Negara bagian Korea.

2.10.9 4G LTE

4G LTE atau istilah lainnya Long Term Evolution merupakan standar baru sebuah nirkabel tingkat tinggi yang berbasis jaringan GSM/EDGE serta UMTS/HSDPA. Teknologi ini dapat membuat kita mengakses data lewat perangkat mobile lebih cepat dibanding menggunakan 3G maupun jaringan 3,5G. 4G LTE sendiri diadopsi pertama kali oleh sebuah perusahaan di Stockholm dan Oslo

Selain dapat mengirimkan data berkecepatan tinggi, LTE sendiri dapat melakukan multimedia unicast dan servis penyiaran multimedia. Pengukuran dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan beberapa *provider* GSM saja, antara lain :

1. Telkomsel

Telkomsel adalah operator telekomunikasi seluler GSM pertama di Indonesia dengan layanan pascabayar kartu HALO yang diluncurkan pada tanggal 26 Mei 1995. Saat itu, saham Telkomsel dimiliki oleh Telkom Indonesia sebesar 65% dan sisanya oleh Indosat. Pada tanggal 1 November 1997, Telkomsel menjadi operator seluler pertama di Asia yang menawarkan layanan GSM prabayar. Telkomsel memiliki tiga produk GSM, yaitu simPATI (prabayar), Kartu AS (prabayar), dan kartuHALO (pascabayar).

2. Indosat

Indosat adalah suatu perusahaan penyedia jasa telekomunikasi dan jaringan telekomunikasi di Indonesia. Perusahaan ini menawarkan saluran komunikasi untuk pengguna telepon genggam dengan pilihan prabayar maupun pascabayar dengan merek jual Matrix, Mentari dan IM3. seluler di Indonesia. XL memiliki dua lini produk GSM, yaitu XL Prabayar dan XL Pascabayar.

3. *Three*

Provider 3 merupakan salah satu penyedia layanan telekomunikasi selular terkemuka di Indonesia yang dikelola oleh PT Hutchison 3 Indonesia (H3I) bagian dari Hutchison Asia Telecom Group. Indonesia di bawah merek '3' mengoperasikan jaringan nasional berlisensi 2G, 3G/WCDMA dan 4G LTE GSM. 3 (Three) menghadirkan pengalaman gaya hidup mobile yang didukung oleh teknologi 4G LTE di 7.900 desa dan kelurahan, 4.5G di 7.400 desa dan kelurahan di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Jawa, Bali dan Lombok, serta *fiber optic* yang membentang sepanjang 16.000 Km.

2.11 Open Signal

Open Signal adalah suatu aplikasi yang dapat membantu pengguna mengetahui jaringan sinyal kuat atau lemah, dengan kata lain aplikasi ini sama seperti *speed test* namun memiliki pengukur yang lebih akurat. Aplikasi ini memberi informasi terkait jaringan yang sedang digunakan, seperti *Latency*, Kecepatan unduh, Kecepatan unggah. Aplikasi *Open Signal* ini memiliki *Maps* untuk melacak jaringan *wifi* atau *GSM* yang terdekat. Sehingga jika sedang berada di suatu daerah yang tidak dikenal, maka aplikasi ini bisa di andalkan untuk mengetahui jaringan GSM mana yang memiliki sinyal yang baik di daerah tersebut dan juga dapat mendeteksi menara terdekat dari provider yang digunakan.

Berikut fitur – fitur yang dimiliki oleh *Open Signal 3G / 4G / WiFi Maps & Speed Test* :

1. Kompas sinyal untuk menunjukkan jaringan wifi terdekat
2. Maps radar untuk mendeteksi tower seluler / router wifi
3. lihat menara seluler terdekat
4. tes kecepatan GSM
5. Tes jaringan wifi

Aplikasi besutan *Opensignal.com* ini telah digunakan oleh lebih dari 5.000.0000 pemilik perangkat android melalui *google market play store*.

2.12 RTKLIB

RTKLIB adalah paket program open source untuk pemosisian standard dan tepat dengan GNSS (*Global Navigation Satellite System*). RTKLIB terdiri dari program perpustakaan portable dan beberapa AP (Aplikasi Program) memanfaatkan perpustakaan (Takasu, 2011). RTKLIB merupakan salah satu perangkat lunak yang digunakan dalam pengolahan data GPS.

Di dalam nya terdapat berbagai macam metode penentuan posisi dengan GPS yang dapat dimanfaatkan sesuai dengan keperluan pengamatan GPS itu sendiri. Salah satu keunggulan yang dimiliki perangkat lunak ini adalah bahwa perangkat lunak ini dapat digunakan dan di *download* secara bebas oleh siapapun tanpa syarat apapun.

Tentunya dengan realita bahwa kebanyakan perangkat lunak pengolah data GPS adalah perangkat lunak yang cukup mahal, maka perangkat lunak ini cukup menjajikan solusi yang lebih baik dari segi efisiensi biaya penelitian. Tidak hanya dapat melakukan pengolahan data pengamatan GPS secara *post-processing*, perangkat lunak RTKLIB ini juga dapat melakukan pengolahan data pengamatan secara *real time* yang dikombinasikan dengan system komunikasi data yang terpadu (Kuncoro, 2012).

2.13 Uji Signifikansi

Uji signifikansi dilakukan untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua parameter. Uji beda dalam hal ini digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan parameter koordinat yang dihasilkan dari masing-masing skenario pengolahan. Uji signifikansi perbedaan ini menggunakan uji-t *student*.

Uji-t adalah jenis pengujian statistik untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan dari nilai yang diperkirakan dengan nilai hasil perhitungan statistik. Uji-t pada dasarnya menunjukkan seberapa jauh pengaruh suatu variabel bebas secara individual dalam menerangkan variasi variabel terikat.

Uji ini dapat dilakukan dengan membandingkan t hitung dengan tabel distribusi t. Adapun persamaan dalam penyusunan uji-t dapat dilihat pada persamaan 12 dan 13 (Widjajanti, 2010).

$$t = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{\frac{\sigma^2_{x1} + \sigma^2_{x2}}{2}}} \dots\dots\dots(12)$$

Dengan penerimaan untuk hipotesis nol (H_0)

$$t \leq t_{\alpha/2, df} \dots\dots\dots(13)$$

Dalam Hal ini:

- t : Nilai t-hitung
- X1 : Nilai koordinat kelompok 1
- X2 : Nilai koordinat kelompok 2
- x1 : Varian koordinat kelompok 1
- x2 : Varian koordinat kelompok 2
- tdf, $\alpha/2$: Distribusi t pada table t dengan tingkat kepercayaan sebesar α
- Hipotesis nol : $H_0: \mathbf{DH}_{i-j} = 0$
- Hipotesis tandingan : $H_1: \mathbf{DH}_{i-j} \neq 0$

Dengan nilai $\alpha/2$ dan df maka dicari nilai t-tabel dalam tabel distribusi t, selanjutnya nilai t-hitung dengan nilai t-tabel diuji:

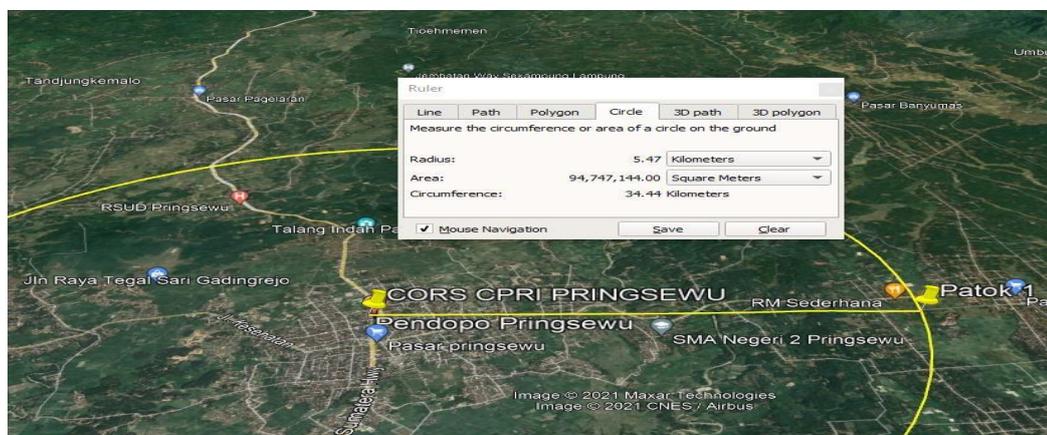
$t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak yang bearti ada perbedaan secara signifikan.

$t_{hitung} < t_{tabel}$, H_0 tidak ditolak yang bearti tidak ada perbedaan secara signifikan

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berada dilokasi Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1, Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung yang memiliki letak geografis $5^{\circ}18'27''$ Lintang Selatan dan $104^{\circ}58'54''$ Bujur Timur. Waktu pelaksanaan pengambilan data pada penelitian ini dimulai pada tanggal 4 September sampai dengan 5 September 2020, lalu dilanjutkan pengolahan data di jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Universitas Lampung. Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 memiliki memiliki jarak *Baseline* antara rover dengan stasiun referensi CORS CPRI Pringsewu ≤ 10 km dan memiliki bidang tanah yang datar terbuka. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui berapa ketelitian yang didapatkan dan apakah dapat masuk dalam standar toleransi jarak dan ketelitian luas yang ditetapkan oleh BPN jika pengukuran RTK-NTRIP dengan provider 4G dilakukan di lokasi yang memiliki jarak baseline kurang dari ≤ 10 km dan memiliki kriteria bidang tanah yang datar terbuka



Gambar 10. Jarak *Baseline* CORS CPRI Pringsewu.

Sumber: *Google Earth*

3.2 Petunjuk Teknis

Prinsip dasar pengukuran bidang tanah harus memenuhi kaidah-kaidah teknis pengukuran sehingga bidang tanah yang diukur dapat diketahui posisi, jarak dan luas suatu bidang tanah. Adapun petunjuk teknis dalam pelaksanaan pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK-NTRIP dilakukan dengan cara sebagai berikut:

3.2.1 Persiapan Pengukuran

Pengukuran bidang tanah dapat dilakukan lebih optimal dengan persiapan yang baik. Persiapan pengukuran bidang tanah menggunakan metode RTK-NTRIP meliputi :

- a. Survei jaringan sinyal dan kecepatan internet menggunakan aplikasi *Open signal*
- b. Koordinasi dan sosialisasi dengan perangkat desa, masyarakat, dan instansi yang terkait
- c. Penyiapan peralatan pengukuran bidang tanah
- d. Penyediaan peta kerja atau sket bidang

3.2.2 Pemasangan Tanda batas Bidang Tanah

- a. Tanda batas berupa titik/patok batas sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional (PMNA/KaBPN) Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah atau dapat berupa pematang sawah, pematang tambak atau tanda batas lainnya yang dapat diidentifikasi dilapangan dan di peta.

- b. Pemasangan tanda batas dilakukan oleh pemilik tanah atau kuasanya. Pemilik tanah wajib bertanggung jawab atas kebenaran pemasangan tanda batas dan penunjukan batas bidang tanahnya

3.2.3 Penunjukan Tanda Batas Bidang Tanah

- a. Penunjukan tanda batas bidang tanah dilakukan oleh pemilik tanah/kuasanya
- b. Penunjukan batas dapat diwakili oleh perangkat desa/kelurahan/kampung atau ketua RT, RW, Kepala Dusun atau nama lainnya

3.2.4 Penetapan Batas bidang tanah

Penetapan batas bidang tanah dalam rangka pengukuran bidang tanah dilaksanakan bersamaan pada saat penunjukan batas oleh pemilik tanah/kuasanya

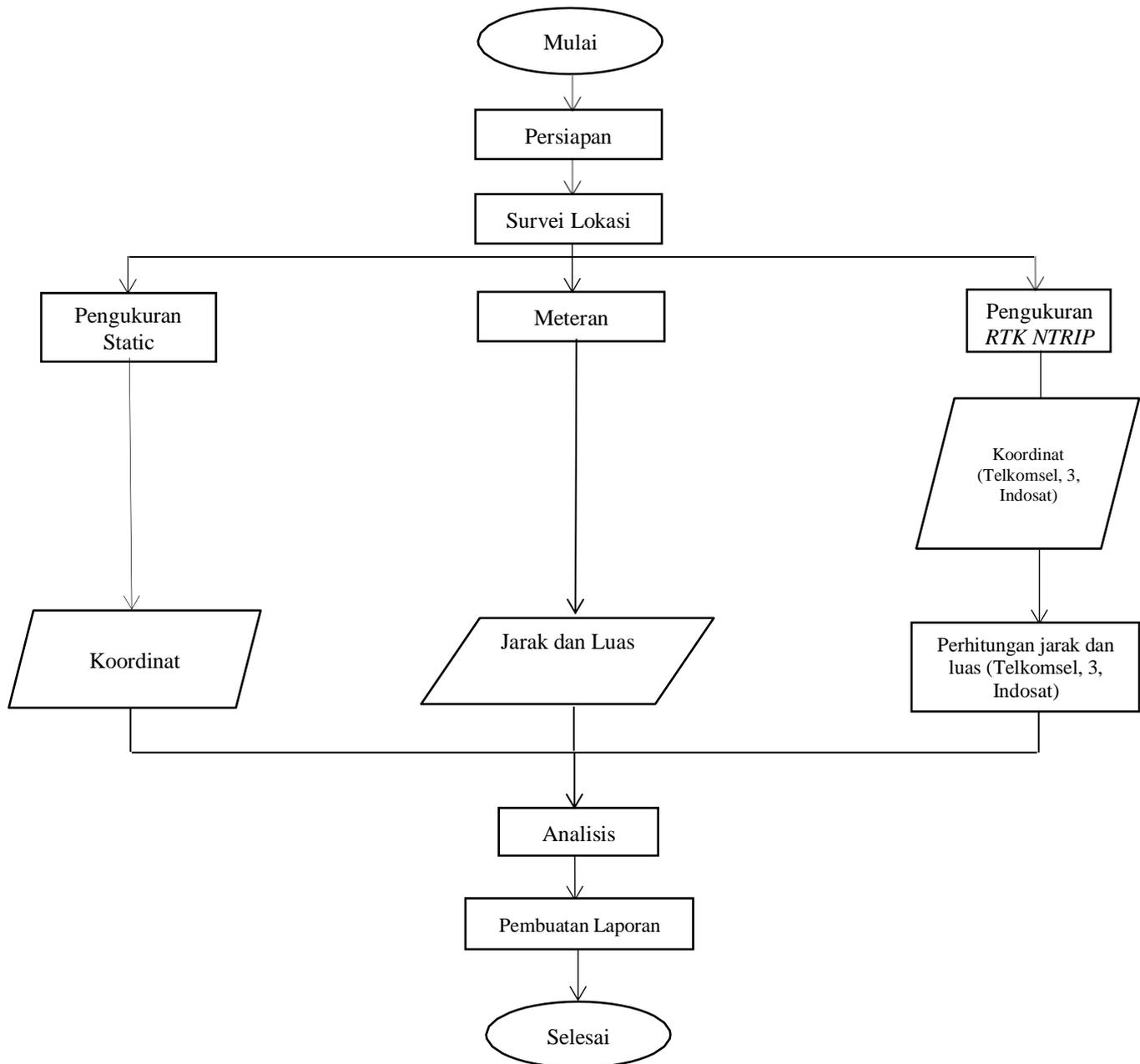
3.2.5 Pelaksanaan Pengukuran Bidang tanah

Metode pelaksanaan kegiatan pengukuran bidang tanah menggunakan metode pengamatan satelit, yaitu pengukuran dengan menggunakan sinyal-sinyal gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari minimal 4 satelit menggunakan alat GPS *Geodetic*. Pengukuran bidang tanah dengan GPS ini dilakukan dengan metode RTK-NTRIP yang mengandalkan jaringan sinyal internet provider 4G

Demikian petunjuk teknis ini disusun untuk menjadi pedoman dalam pelaksanaan pengukuran bidang tanah. Dengan disusunnya petunjuk teknis ini diharapkan para petugas pelaksana dapat menggunakannya sebagai standar untuk mengoptimalkannya penyelesaian target pengukuran bidang tanah.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian meliputi persiapan, pengumpulan data, pengolahan data, analisis, dan kesimpulan (dapat dilihat pada gambar 11)



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian

3.4 Persiapan

Tahapan persiapan ini terdiri dari studi *literature*, persiapan administrasi, persiapan alat dan bahan.

3.4.1 Studi literature

Studi literatur merupakan tahapan yang dilakukan untuk memperoleh teori-teori yang mendukung penelitian terkait masalah yang diangkat. Tahapan ini dilakukan dengan membaca buku, jurnal, penelitian terdahulu dan internet yang bertujuan untuk memahami materi yang akan diteliti.

3.4.2 Persiapan Administrasi

Melakukan perizinan dengan pihak kampus untuk melakukan pengukuran bidang menggunakan GNSS metode RTK-NTRIP yang dilakukan di Dusun 1 Kecamatan Sukoharjo 1 Kabupaten Pringsewu dan pengurusan perizinan peminjaman alat survei. Perizinan tersebut dilakukan untuk memudahkan dalam proses pengambilan data.

3.4.3 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

3.4.1.1 Perangkat Keras

- a. GPS *Geodetic HI- Target V60* terdiri *base* dan *rover*



Gambar 12. Bentuk Fisik Peralatan GPS *HI-Target V60*

- b. Controller HI-Target V60
- c. Meteran (10 meter)
- d. Akumulator (aki)
- e. Statif
- f. Tribah (prisma poligon)
- g. Smartphone
- h. Kartu provider Telkomse, Indosat, 3 (Three)
- i. Patok
- j. Printer
- k. Laptop

3.4.1.2 Perangkat lunak

Adapun *software* yang di gunakan ialah:

- a. *AutoCad Map 3D 2016*
- b. RTKLIB.
- c. *Microsoft word 2010* .
- d. *Microsoft Excel 2010*

Pada penelitian ini memerlukan bahan yang terdiri dari data primer dan data skunder, seperti:

3.4.1.2.1 Data Primer.

Raw data merupakan data pengamatan GNSS pada pengukuran persil bidang yang akan di konversi menjadi data RINEX agar dapat dilakukan proses pengolahan data Rapid Statik dan data GNSS Metode RTK NTRIP yang telah didownload berupa raw data koordinat (X, Y, dan Z) dalam format (*.csv) dan berupa raw data persil bidang dalam format (dxf. dwg).

3.4.1.2.2 Data Skunder

- a. *File* RINEX stasiun CORS CPRI Pringsewu yang berfungsi sebagai titik ikat.
- b. *File* ephemeris final orbit (*.sp3) merupakan data informasi posisi satelit yang dihitung berdasarkan posisi *tracking* satelit yang sebenarnya. Data ini digunakan untuk pengolahan data GNSS agar mendapatkan hasil koordinat pengolahan yang lebih teliti.

3.5 Survei Lokasi

Penentuan lokasi pengukuran dilakukan survey sinyal jaringan internet 4G pada masing – masing provider untuk mengetahui besar kecil nya sinyal di lokasi pengukuran. Untuk melihat kecepatan internet pada masing – masing provider digunakan aplikasi *Open signal* . Peforma Latensi, sinyal, unduh, dan unggah pada masing – masing provider dapat dilihat pada gambar 13. dan gambar 14.



Gambar 13. Tampilan hasil Perbandingan Peforma Latensi & Sinyal



Gambar 14. Tampilan Hasil Perbandingan Performa Unduh & Unggah

Survei lokasi ini bertujuan agar mengoptimalkan pada saat pengukuran Metode RTK-NTRIP menggunakan jaringan sinyal 4G pada masing – masing provider yang memiliki sinyal seimbang di lokasi penelitian tersebut. Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 memiliki banyak lahan terbuka dengan kekuatan sinyal internet 4G pada masing masing provider memiliki kecepatan internet yang hampir sama. Maka dari itu pada survey lokasi penelitian memilih lokasi di Kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 untuk pengumpulan data pengukuran bidang tanah.

3.6 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data kunder.

3.6.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer ialah data yang didapatkan dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Pengukuran dilakukan menggunakan *receiver HI – Target V60* dengan 2 metode yaitu :

3.6.1.1 Metode RTK-NTRIP

Dilakukan untuk pengukuran situasi, pengukuran di lakukan pada 10 bidang persil tanah yang menghasilkan 34 titik pada masing – masing provider secara bergiliran dengan menyambungkan jaringan koneksi internet menggunakan *hotspot portable* yang ada di *smartphone* ke alat *controller GPS Geodetic HI-TARGET*. Pada hasil data pengukuran RTK-NTRIP akan dilakukan analisa koordinat pada masing – masing provider yang di pakai . Data yang didapatkan dari pengukuran menggunakan metode RTK – NTRIP ialah berupa RAW data koordinat (X, Y, dan Z) dalam format (*.csv) dan berupa RAW data persil bidang dalam format (dxf.dwg).

3.6.1.2 Metode Rapid Statik

Dilakukan untuk membuat titik kontrol yang digunakan dalam pengukuran situasi dengan GPS geodetik. Pada pengukuran ini menggunakan teknik metode radial dengan menggunakan dua receiver dual frekuensi, dan satu Base CORS Pringsewu. Pemilihan titik kontrol ini berada di tempat lahan yang terbuka, agar pada pengukuran situasi yang menggunakan GPS geodetik lebih optimal dalam pengukuran di setiap titik. Tiap Titik dibutuhkan waktu pengamatan 10 – 20 menit. Hasil data pada pengamatan yaitu berupa raw data dengan doy 248 dan 249 yang akan dikonversi menjadi data *RINEX* agar dapat dilakukan proses pengolahan.

3.6.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data skunder merupakan data pendukung yang dibutuhkan saat pengolahan data menggunakan *software RTKLIB*. Data sekunder pada penelitian ini terdiri dari:

3.6.2.1 File *RINEX* stasiun CORS CPRI Pringsewu

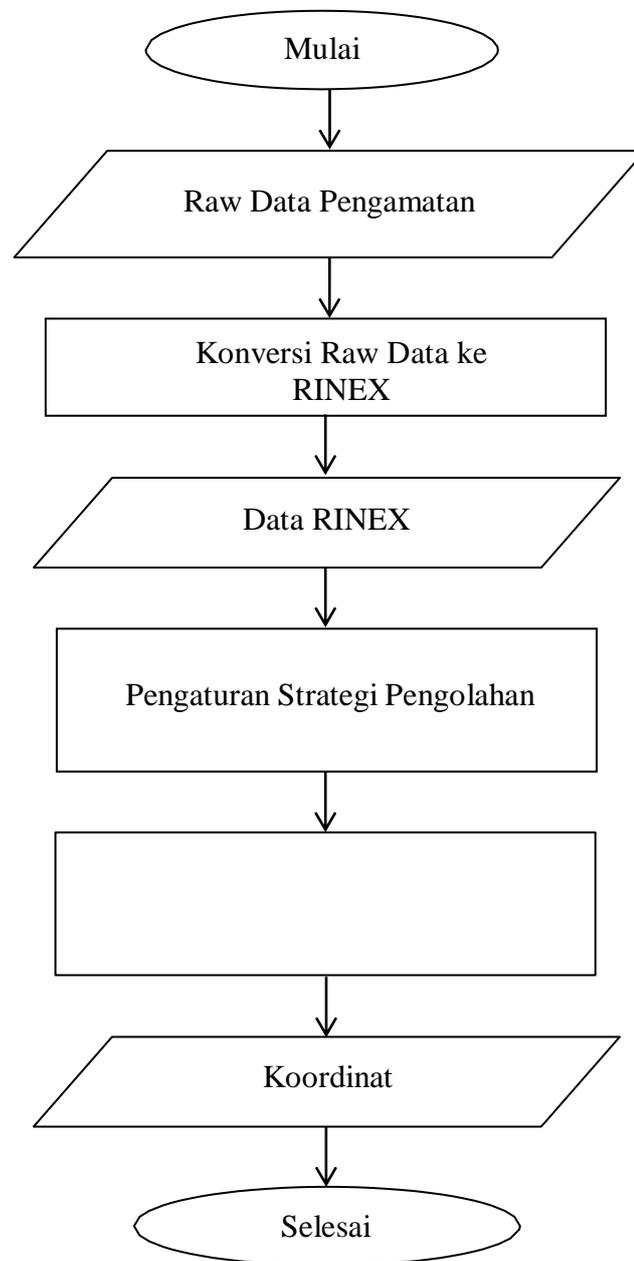
Pada penelitian ini titik ikat BM diikatkan dengan stasiun CORS Pringsewu, file ini berbentuk data *RINEX* dengan format obsevasi (*.o) dan (*.n). Data rinex Ina-cors didapatkan dengan mengunduh di <https://srgi.big.goid/> .

3.6.2.2 Data Orbit

File ephemeris final orbit (*.sp3), *File* ini dapat diunduh secara manual di situs <ftp://cdis.nasa.gov/gnss/products>. *File* ini disimpan dalam *folder* igs.

3.7 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan tahap dimana seluruh data yang telah ada akan diolah. Pada proses ini terdapat beberapa langkah untuk mengetahui nilai koordinat pengukuran metode rapid Rapid Statik dusun 1 kecamatan sukoharjo 1 yaitu konversi RAW data ke *RINEX*, pemisahan data *RINEX*, pengecekan kualitas data *RINEX*, *editing control files*, pengolahan data menggunakan *RTKLIB*.



Gambar 15. Diagram alir Tahap Pengolahan Data Rapid Static

Proses pengolahan yang telah dikerjakan dalam penelitian ini akan dijelaskan seperti berikut:

3.7.1 Raw Data Pengamatan

Hasil data pada pengamatan yaitu berupa raw data dengan doy 248 dan 249 yang akan dikonversi menjadi data *RINEX* agar dapat dilakukan proses pengolahan.

3.7.2 Konversi Raw Data ke *RINEX*

Pada tahapan ini raw data perlu dilakukan konversi ke *RINEX* menggunakan RTKCONV, perangkat lunak ini . secara khusus diperuntukan untuk pengolahan data GPS kontinyu dengan metode penentuan posisi secara kinematik. Data pengamatan GPS kontinyu diolah secara *post processing* dengan penambahan informasi pengukung lainnya sebagai input data dalam optimalisasi penggunaan perangkat lunak RTKLIB. *Output solution* dari RTKLIB ini adalah koordinat titik pantau setiap epok pengamatan GPS dan plot grafik vector pergeseran titik pantau.

3.7.3 Pengolahan Data dengan RTKLIB

Secara umum, data pengamatan GPS biasanya akan dipengaruhi oleh kesalahan dan bias yang terkait dengan satelit (kesalahan orbit dan kesalahan jam satelit), receiver (kesalahan jam receiver, kesalahan pusat antenna dan noise) dan data pengamatan (ambiguitas fase serta kesalahan dan bias lingkungan sekitar pengamatan GPS).

Pengolahan data pengamatan GPS dengan RTKLIB dilaksanakan melalui 3 tahapan, yaitu tahap input data, tahap pengaturan strategi pengolahan data, dan tahap pemrosesan output. Hasil akhir dari pengolahan data pengamatan GPS dengan RTKLIB berupa koordinat hasil titik rover beserta nilai standar deviasi titik dan jarak *base line* dari titik base terhadap koordinat rover.

3.7.2.1 Input Data

Adapun data yang dibutuhkan dalam proses input data yaitu:

3.7.2.1.1 Data RINEX OBS Rover

Data yang didapat dari pengamatan GNSS receiver rover dalam pengukuran bidang tanah yang sudah di convert menjadi data (*.o). data di input satu persatu sampai 34 titik yang mencakup 10 bidang tanah.

3.7.2.1.2 Data RINEX OBS Base Station

data didapatkan dengan cara mendownload data RINEX CORS CPRI Pringsewu (*.o) di <https://srgi.big.go.id/> sesuai dengan *doy* 248 – 249 data ini berfungsi sebagai titik ikat.

3.7.2.1.3 RINEX SP3

yaitu data *ephemeris final orbit* (*.sp3) merupakan data informasi posisi satelit yang dihitung berdasarkan posisi *tracking* satelit yang sebenarnya. Data ini digunakan untuk pengolahan data GNSS agar mendapatkan hasil koordinat yang lebih teliti.

3.7.2.1.4 Data broadcast ephemeris

data yang dikenal dengan *brdc* (*.n) merupakan data informasi prediksi posisi satelit yang dikirimkan secara realtime dari satelit.

3.7.2.2 Pengaturan Strategi Pengolahan

Setelah data komponen yang di perlukan untuk di input telah terpenuhi maka selanjutnya adalah proses pengaturan strategi pengolahan data, adapun proses yang dilakukan pada pengaturan strategi pengolahan adalah :

3.7.2.2.1 Setting 1

Ubah positioning mode menjadi *Static*, *Frequencies/Filter Type* menjadi *L1+L2 backward* (untuk semakin teliti), *Ionosphere Correction* menjadi *Broadcast*, *Troposphere Correction* menjadi *Estimate ZTD*, *Satellite Ephemeris/Clock* menjadi *Precise* dan juga pada *Excluded Satellite* beri centang pada GPS dan GLO.

3.7.2.2.2 Setting 2

Memastikan *Integer Ambiguity Res* (GPS/GLO/BDS) menjadi *fix and Hold and on*. Kolom *Min ration to fix ambiguity* isi dengan angka 3.

3.7.2.2.3 SettingPositions

Ubah type base station dengan *Lat/lon/height(deg/m)* guna untuk memasukan koordinat CORS CPRI dengan doy 2248-249.

3.7.2.3 Pemrosesan Output

Pemrosesan output dilakukan untuk mendapatkan data koordinat, standar deviasi. Hasil pemrosesan output dapat dilihat pada Gambar. 16

```

% program : RINPOST ver.2.4.3 b33
% inp file : D:\tugas kuliah\Semester 11 final\SKRIPSI\data skripsi\Olah data statik\rinex statik\rinex rover\data o\ 791248a.200
% inp file : D:\tugas kuliah\Semester 11 final\SKRIPSI\data skripsi\cors CPRI PRINSEWU DOY\DOY 248\rinex\cpri2480.200
% inp file : D:\tugas kuliah\Semester 11 final\SKRIPSI\data skripsi\SP3 GNSS CALENDAR\IGS 04092020\igs21215.sp3
% inp file : D:\tugas kuliah\Semester 11 final\SKRIPSI\data skripsi\SP3 GNSS CALENDAR\BRDC\brdc248 (04092020)\brdc2480.20n_3
% obs start : 2020/09/04 06:29:55.0 GPST (week2121 455395.0s)
% obs end : 2020/09/04 06:47:10.0 GPST (week2121 456430.0s)
% pos mode : static
% freqs : L1+L2
% solution : backward
% elev mask : 15.0 deg
% dynamics : off
% tidecorr : off
% ionos opt : broadcast
% tropo opt : est ztd
% ephemeris : precise
% navi sys : gps glonass
% amb res : fix and hold
% amb glo : on
% val thres : 3.0
% antennal : ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% antenna2 : ( 0.0000 0.0000 0.0000)
% ref pos : -5.355209860 104.970838140 129.9490
%
% (lat/lon/height=WGS84/ellipsoidal,Q=1:fix,2:float,3:sbas,4:dgps,5:single,6:ppp,ns=# of satellites)
% GPST latitude(deg) longitude(deg) height(m) Q ns sdn(m) sde(m) sdu(m) sdne(m) sdeu(m) sdun(m) age(s) ratio
2020/09/04 06:29:55.000 -5.307170267 104.983256856 143.2827 1 7 0.0007 0.0008 0.0117 0.0003 0.0021 -0.0006 -5.00 5.3

```

Gambar 16. Hasil Pemrosesan *Output*

3.8 Analisis *Root Mean Square Error (RMSE)*

Analisa *Root Mean Square Error* ini dilakukan untuk mengetahui ketelitian koordinat yang dihasilkan dari pengolahan yang telah dilakukan. Ketelitian suatu koordinat dapat dilihat dari RMSE yang dihasilkan pada saat perhitungan nilai koordinat. RMSE sendiri adalah *Root Mean Square Error* adalah akar kuadrat dari kuadrat selisih antara nilai koordinat data dan nilai koordinat dari sumber *independent* yang akurasi lebih tinggi. Dalam melakukan analisa ini nilai RMSE didapatkan dari selisih koordinat dari RTK-NRIP dengan koordinat *Rapid static* .

koreksi dari tiap – tiap pengukuran GPS dengan menggunakan provider – provider 4G, dimana data acuan yang dianggap benar adalah data dari pengukuran metode Rapid Statik. Perhitungan tersebut dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RMSE_x = \sqrt{\frac{\sum (X_{rapidstatik} - X_{RTK})^2}{n}} \quad RMSE_y = \sqrt{\frac{\sum (Y_{rapidstatik} - y_{RTK})^2}{n}}$$

$$D^2 = \sqrt{RMSE_x^2 + RMSE_y^2} = \sqrt{\frac{\sum (X_{rapidstatik} - x_{rtk})^2 + (Y_{rapidstatik} - y_{rtk})^2}{n}}$$

$$RMSE_{horizontal} = \sqrt{\frac{D^2}{n}}$$

Keterangan :

$(X_{Rapid\ Statik} - Y_{Rapid\ Statik})$	= Koordinat hasil pengukuran Rapid static
$(x_{rtk} - y_{rtk})$	= Koordinat hasil pengukuran RTK
n	= Jumlah data
RMSE _x	= Besar nya selisih koordinat sumbu X yang dihasilkan oleh RTK-NTRIP terhadap <i>Rapid static</i>
RMSE _y	= Besar nya selisih koordinat sumbu Y yang dihasilkan oleh RTK-NTRIP terhadap <i>Rapid static</i>
D^2	= Selisih antara koordinat RTK-NTRIP dengan koordinat <i>Rapid Static</i>
RMSE _{horizontal}	= Nilai RMSE Horisontal

Rumus RMSE jarak:

$$dS_1 = \sqrt{(X_{\text{rapidstatik}} - X_{\text{RTK}})^2 + (Y_{\text{rapidstatik}} - Y_{\text{RTK}})^2}$$

$$RMSE_{\text{Jarak}} = \sqrt{\frac{\sum(dS_1)^2}{n}}$$

Keterangan :

dS_1 = Besar pergeseran nilai jarak

n = Jumlah data

Rumus stanRMSE luas:

$$dL_1 = ZdL_{\text{rapidstatik}} - ZdL_{\text{RTK}}$$

$$RMSE_{\text{Luas}} = \sqrt{\frac{\sum(dL_1)^2}{n}}$$

Keterangan:

$ZdL_{\text{rapidstatik}}$ = Luas hasil pengukuran *Rapid static*

ZdL_{RTK} = Luas hasil pengukuran RTK-NTRIP

dL_1 = Selisih Luas

3.9 Uji Signifikansi

Uji signifikansi ini digunakan untuk mengetahui perbedaan hasil koordinat dari masing-masing skenario pengolahan yang dilakukan. Untuk melakukan uji-t diperlukan selisih nilai antar dua kelompok dimana selisih kedua nilai ini akan dibagi dengan hasil akar dari penjumlahan RMSE kuadrat antara kedua kelompok. Pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan t hitung terhadap tabel distribusi t.

Peneliti menggunakan uji-t dengan tingkat kepercayaan 95% serta derajat kebebasan (*degree of freedom*; df) diasumsikan ∞ . Pengujian dalam peneliti ini menggunakan koordinat pengamatan metode Rapid static dan koordinat pengamatan metode RTK-NTRIP (koordinat UTM), berikut ini skenario pengujian yang akan dilakukan:

1. Pengujian skenario I, menguji kesesuaian antara Metode rapid Rapid Statik dengan Metode RTK-NTTRIP provider Telkomsel
2. Pengujian skenario II, menguji kesesuaian antara Metode rapid Rapid Statik dengan Metode RTK-NTTRIP provider Indosat
3. Pengujian III, menguji kesesuaian antara antara Metode rapid Rapid Statik dengan Metode RTK-NTTRIP provider

Dengan hasil pengujian menggunakan uji-t dapat diketahui apakah perbedaannya signifikan atau tidak. Jika perbedaan tidak signifikan maka sistem satelit yang diteliti menggunakan skenario pengolahan dapat dikatakan sudah beroperasi dengan baik pada durasi pengamatan dan titik ikat yang sama, tetapi jika perbedaannya signifikan maka perlu dilakukan pengecekan kembali pada durasi pengamatan, jarak serta jumlah titik ikat, skenario pengolahan, ataupun penyebab lainnya yang dapat menyebabkan terjadinya kesalahan.

Jika hasil hitungan lebih besar dari t-tabel ($t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$) maka terdapat perbedaan signifikan. Nilai t-tabel dapat diperoleh dengan rumus $(\alpha/2)$ yang berarti $0,05/2$ hasilnya 0,025 dan nilai df (*degree of freedom*) adalah tidak terhingga. Sehingga menghasilkan nilai t-tabel sebesar 1,96. Jika hitungan lebih kecil dari t-tabel ($t\text{-hitung} < t\text{-tabel}$) maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Pengujian dilakukan ke skenario I, II, III. Persamaan perhitungan uji t adalah :

$$T = \frac{|x_i - x_{ii}|}{\sqrt{\sigma_{xi}^2 + \sigma_{xii}^2}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 3.2}$$

Keterangan:

T	=	Nilai t-hitung
x_i	=	Koordinat Koordinat metode Rapid Statik
x_{ii}	=	Koordinat koordinat metode RTK - NTRIP
σ_{xi}^2	=	varian parameter koordinat metode Rapid Statik
σ_{xii}^2	=	varian parameter koordinat metode RTK - NTRIP

3.10 Toleransi Ketelitian Luas Bidang tanah Menurut Badan Pertanahan Nasional (BPN)

Hasil pengukuran sampel bidang tanah di Kabupaten Pringsewu Kecamatan Sukoharjo I Dusun I diolah dan digambar sehingga menghasilkan data berupa luas bidang tanah. Analisis ini dilakukan dengan mencari perbedaaan luas bidang tanah yang dihasilkan pada masing – masing provider untuk mengetahui hasil dari provider mana yang paling mendekati toleransi luas yang mengacu pada peraturan BPN, yaitu PP No. 24 Tahun 1997 tentang pendaftaran tanah, PMNA/KBPN No. 3 tahun 1997 yaitu tentang ketentuan pelaksanaan PP No. 24 Tahun 1997 beserta petunjuk teknis PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997.

Badan Pertanahan Nasional (BPN) telah memberikan spesifikasi teknis pekerjaan yang dibuat tentu saja dengan memperhatikan perkembangan kemajuan metodologi dan teknologi pengukuran dan pemetaan kadastral beserta peraturan atau standar teknis pengukuran dan pemetaan kadastral yang berlaku pada BPN, yaitu PP No. 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah, PMNA/KBPN No. 3 tahun 1997 yaitu tentang ketentuan pelaksanaan PP No. 24 Tahun 1997 beserta petunjuk teknis PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997.

Ketelitian selisih luas bidang tanah yang di perkenankan adalah $KL \leq 0.5\sqrt{L}$, dimana KL adalah Ketelitian Luas dan L adalah luas bidang tanah yang diukur. Untuk mengetahui perbedaan hasil luas ukuran pada masing – masing provider apakah sesuai dengan toleransi perhitungan luas atau tidak dapat dicari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\Delta Ai = ai_{Telkomsel} - ai_{Indosat} - ai_{Three}$$

Keterangan

ΔAi = Perbedaan luas bidang tanah i

$ai_{Telkomsel}$ = Luas bidang tanah hasil pengukuran provider Telkomsel

$ai_{Indosat}$ = Luas bidang tanah hasil pengukuran provider Indosat

ai_{Three} = Luas bidang tanah hasil pengukuran provider *Three*

Kemudian perbedaan luas hasil pengukuran tersebut dibandingkan dengan toleransi pengukuran sesuai ketentuan JUKNIS PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 dengan rumus sebagai berikut: $T = \frac{1}{2} \sqrt{A}$.

3.11 Toleransi Jarak Sisi Bidang tanah Menurut Badan Pertanahan Nasional (BPN)

Hasil pengukuran sampel bidang tanah dilakukan dengan cara mengolah dan menggambar sampel bidang tanah sehingga menghasilkan data berupa jarak sisi bidang tanah.

Analisis ini dilakukan dengan mencari perbedaan jarak sisi hasil pengukuran sampel bidang tanah yang telah diukur menggunakan metode RTK-NTRIP pada masing – masing provider untuk mengetahui jarak sisi mana paling mendekati toleransi pada peraturan BPN yang mengacu pada JUKNIS PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 yang menyebutkan toleransi perbedaan jarak adalah 10 cm untuk non pertanian dan 25 cm untuk pertanian. Perbedaan jarak sisi bidang tanah di cari dengan menggunakan rumus:

$$\Delta Di = Di_{\text{meteran}} - di_{\text{rtkntrip}}$$

Keterangan :

ΔDi = Perbedaan jarak sisi

Di_{meteran} = Jarak sisi bidang tanah hasil pengukuran meteran

di_{rtkntrip} = Jarak sisi bidang tanah hasil pengukuran RTK-NTRIP
masing – masing provider 4g

IV. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Perbedaan Nilai

Hasil pengolahan data pada pengukuran metode RTK – NTRIP provider Telkomsel terhadap pengukuran metode *Rapid static* memiliki rata – rata selisih terkecil diantara provider Indosat dan 3 yaitu perbedaan posisi sebesar σ_e 0,028 meter dan σ_n 0,031 meter. Hasil selisih perbedaan jarak sisi terhadap meteran memiliki rata – rata sebesar 0,066 meter, sedangkan hasil perbedaan jarak sisi terhadap metode *Rapid Static* memiliki rata – rata sebesar 0,024 meter. Hasil luas pada meteran memiliki rata – rata sebesar 3,79 m².

2. Uji ketelitian

Pengukuran metode RTK – NTRIP terhadap metode *Rapid Static* provider telkomsel memiliki rata – rata sebesar 0,038 meter dengan nilai standar deviasi σ_{dS} sebesar 0,011 meter dan hasil ketelitian pergeseran linier jarak provider Telkomsel terhadap metode *Rapid Static* memiliki rata – rata sebesar 0,024 meter dengan nilai standar deviasi σ_{dS} sebesar 0,037 meter hasil tersebut merupakan hasil rata-rata terkecil diantara provider Indosat dan *Three*

3. Uji F

Nilai T-hitung menggunakan skenario I yaitu metode *Rapid static* dengan metode RTK – NTRIP dengan provider Telkomsel pada sumbu koordinat *easting* didapatkan berkisar 0,033 hingga 0,099 dan pada sumbu koordinat *northing* didapatkan berkisar 0,022 hingga 0,133. Pada skenario II dengan provider Indosat menghasilkan nilai T – hitung pada koordinat *Easting* sebesar 0,031 hingga 0,133 dan pada T – hitung pada koordinat *Northing* sebesar 0,031 hingga 0,111. Hasil hitung skenario III dengan provider 3 menghasilkan T – hitung pada koordinat *Easting* sebesar 0,025 hingga 0,135. Pada koordinat *Northing* 0,027 hingga 0,127. Berdasarkan perhitungan uji t pada skenario I, II, III tersebut menunjukkan bahwa nilai t – hitung $< 1,96$. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan tiga macam provider berbeda pada metode RTK – NTRIP, yaitu provider Telkomsel, Indosat, dan 3 tidak memiliki pengaruh yang besar terhadap koordinat definitif metode *Rapid static* yang dihasilkan.

4. Standar Toleransi Jarak dan Ketelitian Luas BPN

Pada hasil pengukuran menggunakan metode RTK – NTRIP dengan provider Telkomsel, Indosat, dan *Three* memiliki rata-rata selisih jarak terhadap meteran ≤ 10 cm. Mengacu pada JUKNIS PMNA/KBPN No. 3 Tahun 1997 yang menyebutkan toleransi perbedaan jarak adalah 25 cm membuktikan bahwa pengukuran menggunakan metode RTK – NTRIP memenuhi standar toleransi yang ditetapkan oleh BPN. Hasil toleransi ketelitian luas pada penelitian ini memiliki nilai rata-rata sebesar 13,23 m². Selisih luas bidang pada pengukuran metode RTK – NTRIP dengan provider Telkomsel memiliki rata-rata sebesar 6,14 m², Indosat sebesar 7,61 m², dan *Three* sebesar 8,01 m². Hasil selisih luas bidang metode RTK – NTRIP terhadap meteran membuktikan bahwa, pengukuran metode RTK – NTRIP dengan menggunakan provider 4G dapat memenuhi standar pengukuran ketelitian luas yang di perkenankan oleh BPN dengan catatan pengukuran dilakukan pada bidang datar terbuka dan panjang baseline ≤ 5 km.

5. Pengaruh Sinyal 4G Terhadap Pengukuran RTK-NTRIP

Hasil Survei lokasi menggunakan aplikasi *Open Signal* menunjukkan bahwa pada lokasi pengukuran di kecamatan Sukoharjo 1 Dusun 1 provider Telkomsel memiliki sinyal yang paling baik diantara provider Indosat, 3 (*Three*) dengan latensi sebesar 58 Mbps hal itu dapat dibuktikan dalam pengukuran metode RTK-NTRIP provider Telkomsel terhadap pengukuran metode *Rapid static* memiliki rata-rata selisih perbedaan posisi terkecil diantara provider Indosat dan 3 yaitu sebesar σ_e 0,028 meter dan σ_n 0,031 meter. Hasil perbedaan jarak sisi terhadap meteran memiliki rata-rata sebesar 0,066 meter, sedangkan hasil perbedaan jarak sisi terhadap metode *Rapid static* memiliki rata-rata sebesar 0,024 meter. Hasil perbedaan luas pada meteran memiliki rata-rata sebesar 6,14 m² dan hasil perbedaan luas pada *Rapid static* sebesar 3,79 m².

Melihat hasil selisih perbedaan pada pengukuran metode RTK-NTRIP terhadap metode *Rapid static* dapat diambil kesimpulan bahwa dalam pengukuran metode RTK-NTRIP perlu dilakukan nya survei sinyal pada lokasi pengukuran menggunakan aplikasi seperti *Open Signal* terlebih dahulu agar dalam pengerjaan pengukuran bidang menggunakan metode RTK-NTRIP dapat dilakukan lebih efektif.

5.2 Saran

Pada penelitian ini terdapat saran yang dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan penelitian dengan pengukuran metode RTK-NTRIP terhadap metode *Rapid Static* dilakukan dilahan yang tertutup seperti perkebunan agar dapat diketahui apakah metode RTK – NTRIP mampu menghasilkan data yang baik dan memenuhi standar toleransi yang ditetapkan oleh BPN.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2018. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Bandar Lampung.
- _____, 2018. *Inacors BIG satu referensi pemetaan indonesia*. Badan Informasi Geospasial.
- _____, 2019. *Hi-Target V30*. Hi-Target.
- Abidin, H. Z. 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T Pradnya Paramita: Jakarta. 270 hlm.
- Abidin, H. Z. 2006. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T Pradnya Paramita: Jakarta.
- Abidin, H. Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T Pradnya Paramita: Jakarta.
- Abidin, H. Z. dan Jones, A., Kahar, J. 2016. *Survei dengan GPS*. ITB Press: Bandung. 1-261.
- Abidin, H.Z., Jones, A., Kahar, J. 2011. *Survei dengan GPS*. PT. Pradnya Paramita: Jakarta.
- Achmad Kuncoro, Engkos dan Ridwan. 2012. *Analisis Jalur (Path Analysis), Edisi kedua*, Alfabeta: Bandung.
- Kaplan, E.D., dan Hegarty, C. J. 2017. *Understanding GPS/GNSS Principles and Applications (third edition)*. Artech House: London.
- Langley, R.B. 1998. *RTK GPS, GPS World. Vol.9, No.9*, September, pp.70-76.
- Martin dan Hearing. 2009. Dalam Hafiz E.G et al. Analisis Pengaruh Panjang Baseline terhadap Ketelitian Pengukuran Situasi Dengan Menggunakan GNSS RTK-NTRIP. *Jurnal Geodesi UNDIP*. 3(1) : 315-331.

- Prasetya, Rangga B. 2011. *Analisis Ketelitian Koreksi Geometrik Citra QuickBird Menggunakan Titik CORS GNSS Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Rasyid, R. W. dan Ammarohman, F. J. 2016. *Analisis Hasil Pengukuran bidang tanah menggunakan GNSS metode RTK-NTRIP Pada stasiun CORS Undip, dan Stasiun CORS BPN*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Rosyid, Herwinda. 2017. *Kajian Kombinasi Optimal provider seluler dan receiver GPS RTK-NTRIP dengan variasi panjang base line untuk kerangka kontrol 3D*. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Sari, Atika. dan Khomsin. 2014. *Analisis Perbandingan ketelitian penentuan posisi dengan GPS RTK-NTRIP dengan Base GPS CORS BIG dari berbagai macam Provider didasarkan pada pergeseran linier*. Institut Teknologi Sepuluh: Surabaya
- Sudiyanto, Ludgar., Darmo B. Wahyono., Awaluddin, M. 2014. *Analisis Pebandingan Pengukuran bidang tanah menggunakan RTK-NTRIP dengan beberapa provider GSM Berbasis EDGE dan 3G*. Universitas Diponegoro: Semarang.
- Takasu, T. 2011. *RTKLIB Ver. 2.4.1 Manual*: Tokyo
- Wibisono Gunawan, Gunadi Dwi Hutomo. 2010. *Mobile Broadband*. Informatika: Bandung.
- Yustia, W. 2008. *Studi Pemanfaatan Sistem GPS CORS dalam Rangka Pemetaan Pengukuran Bidang Tanah, Skripsi*. Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumihan. Institut Teknologi Bandung: Bandung.