

**ANALISIS KETELITIAN PENGAMATAN GPS
MENGUNAKAN SINGLE FREKUENSI DAN DUAL FREKUENSI
UNTUK KERANGKA KONTROL HORIZONTAL**

Reisnu Iman Arjiansah, Bambang Darmo Yuwono, Fauzi Janu Amarrohman^{*)}

Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang Semarang Telp.(024) 76480785, 76480788
email : reisnuia@gmail.com

ABSTRAK

Kerangka kontrol Horizontal merupakan sebuah tugu/patok yang digunakan sebagai titik referensi atau acuan dalam bentuk koordinat (X,Y)yang berguna pengukuran dan pemetaan di lapangan. Untuk memperoleh koordinat titik kontrol tersebut salah satunya dengan menggunakan metode Survei GPS yaitu dengan menangkap informasi yang dikirimkan oleh satelit diluar angkasa ke *receiver* pengamatan di Bumi. *Receiver* GPS mempunyai beberapa jenis salah satunya ditinjau dari sinyal yang ditangkap yaitu *receiverSingle Frekuensi&Dual Frekuensi*. Kedua jenis *receiver* tersebut mempunyai perbedaan dalam menangkap gelombang pembawa L1 dan L2. Perbedaan tersebut tentunya mempengaruhi kualitas data dan hasil pengamatan.

Terkait dengan masalah tersebut, maka pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengukuran pada titik kontrol dengan menggunakan GPS *Single Frekuensi* dengan lama pengamatan ± 8 Jam dan GPS *Dual Frekuensi* dengan lama pengamatan ± 4 Jam. Pada proses pengolahan dilakukan dengan variasi *baseline* titik ikat yang masing-masing akan diikatkan pada stasiun CORS (*Continuosly Operating Reference Stations*) UDIP, CSEM, CMGL, dan BAKO yang diolah menggunakan *softwareTopcon Tools* dan GAMIT/GLOBK.

Nilai perbedaan koordinat antara hasil pengukuran GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* dengan variasi panjang *baseline* dengan jarak ± 3 Km mempunyai rentang nilai 0,003 m – 0,030 m; jarak *baseline* ± 9 Km pada rentang nilai 0,008 m – 0,070 m; jarak *baseline* ± 55 Km pada rentang nilai 0,030 m – 0,400 m dan jarak *baseline* ± 399 Km pada rentang nilai 0,100 m – 0,700 m. Ketelitian hasil pengamatan GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* pada jarak *baseline* titik ikat <10 Km seperti CORS UDIP dan CSEM mempunyai ketelitian yang relatif sama. Namun pada jarak *baseline* titik ikat > 50 Km masih belum cukup memenuhi ketelitian yang didapatkan.

Kata Kunci : Baseline, CORS , Dual Frekuensi, GPS, Single Frekuensi, Statik

ABSTRACT

Horizontal Control is a point that used as reference in the form of coordinate that useful for measuring and mapping in the field. GPS Survey is one of the methods to obtain the coordinate control point. It can seize the information that sent by the space satellite to the observing receiver in the Earth. There are several types of GPS receiver, one of them is based on the signal that can be acquired, that is Single Frequency and Dual Frequency Receiver. How to acquire the L1 and L2 carrier wave is different from single and dual frequency receiver. The difference can affect the data quality and the result of observation.

Based on that problem, so this study measured in the control point using Single Frequency GPS during ± 8 hours observation and Dual Frequency GPS during ± 4 hours observation. In GPS data processing, various bundle point baseline will be tied to CORS (Continuously Operating Reference Stations) UDIP, CSEM, CGML, and BAKO which will be processed using Topcon Tools and GAMIT/GLOBK Software.

The value of the difference between the measurement results of GPS coordinates Single and Dual Frequency with baseline length variations tied to the CORS UDIP point has a value range of 0.003 m – 0.030 m ; CORS CSEM in the value range of 0.008 m - 0.070 m ; CORS CMGL the value range 0.030 m – 0.400 m and CORS BAKO the value range 0.100 m – 0.700 m . Accuracy Single Frequency GPS observations and Dual Frequency at baseline distance fastening point < 10 Km such as CORS UDIP and CSEM has the same relative precision. But at a distance of baseline > 50 Km has different result..

Keyword : Baseline, CORS , Dual Frequency, GPS, Single Frequency, Static

^{*)} Penulis, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Kerangka kontrol horizontal merupakan sebuah tugu/patok yang digunakan sebagai titik referensi atau acuan dalam pengukuran dan pemetaan. Kerangka kontrol yang terdapat di lapangan berperan penting dalam suatu pekerjaan pemetaan karena titik kontrol tersebut memberikan data awal yang nantinya digunakan untuk pengukuran selanjutnya.

Sebagai titik referensi dalam pengukuran di lapangan, Kerangka kontrol horizontal mempunyai beberapa tingkatan atau sering disebut orde. Tingkatan orde dilihat dari tingkat ketelitian data patok Titik kontrol. Tingkatan tersebut antara lain Orde 0, 1, 2, 3 dan 4 diurutkan dari ketelitian yang paling tinggi sampai rendah. Pemilihan orde titik kontrol tergantung pada kebutuhan akan pengukuran yang mana membutuhkan ketelitian tinggi atau tidak. Titik kontrol Orde 0 dan 1 dibuat oleh BIG dan untuk orde 2, 3, dan 4 dibuat oleh BPN.

Titik kontrol di lapangan mempunyai data koordinat masing-masing dalam sistem koordinat tertentu. Koordinat dari kerangka kontrol tersebut sangat penting bagi pengukuran dan pemetaan di lapangan. Sehingga untuk mendapatkan data koordinat pada suatu titik kontrol perlu dilakukan pengukuran dengan ketelitian yang baik. Salah satu metode penentuan koordinat yang cukup teliti menggunakan metode survei GNSS dengan memanfaatkan teknologi satelit. Metode survei GNSS terbagi dari beberapa jenis salah satu metode survei GNSS adalah survei *static*.

Metode *static* dalam survei GNSS yaitu survei GNSS dengan objek yang diam dan ditentukan lama pengamatannya. Metode *static* tepat untuk pengukuran titik kontrol yang memang harus mempunyai ketelitian yang tinggi. Pada prinsipnya *receiver* akan menangkap sinyal yang dikirimkan oleh satelit. Komponen sinyal yang dikirim antara lain : Penginformasi Jarak (*Code*), Penginformasi posisi satelite (*Navigation Message*) dan gelombang pembawa (*Carrier Wave*). Untuk menangkap sinyal tersebut perlu adanya alat yang sering disebut *receiver* GNSS.

Receiver GNSS tipe geodetik terdapat 2 jenis yaitu *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*. *Single Frekuensi* yang dimaksud adalah *receiver* GNSS yang merekam sinyal gelombang pembawa L1 dan data (*Code& Navigation Message*). Sedangkan untuk tipe *Dual Frekuensi* merekam sinyal gelombang pembawa L1, L2 dan data (*Code&Navigation Message*).

Perbedaan sinyal yang direkam oleh *receiver* tipe *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* dapat menyebabkan terjadinya perbedaan hasil nilai koordinat dan ketelitian yang diperoleh antara kedua tipe *receiver* tersebut. Secara teori dan konsep memang GPS *Dual Frekuensi* mempunyai ketelitian lebih baik dibandingkan dengan GPS *Single*

Frekuensi. Namun perlu dilakukan kajian seberapa jauh perbedaan antara GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*. Oleh karena itu perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apasaja yang dapat mempengaruhi perbedaan hasil yang diperoleh tersebut.

I.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan koordinat horizontal GPS *Single Frekuensi* dan GPS *Dual Frekuensi* untuk penentuan posisi ditinjau dari panjang *baseline*.
2. Bagaimana ketelitian horizontal GPS *Single Frekuensi* dan GPS *Dual Frekuensi* untuk penentuan posisi.

I.3 Batasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah, maka penelitian ini akan dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Daerah penelitian Tugas Akhir adalah Titik Kontrol TTG 447, GD 16, dan TTG 449 di Kota Semarang, Jawa Tengah.
2. Pengumpulan data dilakukan pengukuran GPS Sokkia Stratus *Single Frekuensi* & GPS Topcon Hiper Gb *Dual Frekuensi* secara *static*.
3. Sebagai data pendukung diperlukan data CORS UDIP, CSEM, BAKO, CMGL Stasiun IGS lainnya, *brdc* dan *Pricise Ephemeris*.
4. Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data hasil pengukuran GPS dengan format RINEX.
5. Pengolahan data pengamatan GPS menggunakan *Scientific Software* GAMIT/GLOBK 10.6 dan *Topcon Tools* untuk menghasilkan koordinat titik pengamatan

I.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun tujuan Penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini, adalah:

1. Mengetahui perbedaan koordinat horizontal GPS *Single Frekuensi* dan GPS *Dual Frekuensi* untuk penentuan posisi.
2. Mengetahui ketelitian horizontal GPS *Single Frekuensi* dan GPS *Dual Frekuensi* untuk penentuan posisi.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengevaluasi perbedaan GPS *Single Frekuensi* dan GPS *Dual Frekuensi* untuk pengolahan dengan variasi *baseline*.

I.5 Lokasi Penelitian

Lokasi Penelitian Analisis Pengukuran GPS *Single Frekuensi* & *Dual Frekuensi* ini dilakukan di titik kontrol yang berada di Kota Semarang dengan titik TTG 447, GD 16, dan TTG 449.

II. Tinjauan Pustaka

II.1. Titik Kontrol

Titik kontrol adalah sebuah patok/tugu yang dibuat sebagai titik kontrol/acuan dalam melakukan pengukuran dan pemetaan di lapangan. Titik kontrol sangat diperlukan untuk pengukuran di lapangan karena sebagai titik awal koordinat yang diketahui dilapangan sehingga untuk pengukuran detail lainnya sesuai dengan sistem koordinat yang sama.

Sebagai titik referensi dalam pengukuran di lapangan, titik kontrol mempunyai beberapa tingkatan atau sering disebut orde. Tingkatan orde dilihat dari tingkat ketelitian data patok Titik kontrol. Tingkatan tersebut antara lain Orde 0, 1, 2, 3, dan 4 diurutkan dari ketelitian yang paling tinggi sampai rendah (SNI-19-6724-2002). Penggunaan orde pada titik kontrol tergantung pada kebutuhan akan pengukuran yang mana membutuhkan ketelitian tinggi atau tidak. Untuk titik kontrol Orde 0 dibuat oleh BIG dan untuk orde 1, 2, 3 dibuat oleh BPN.

II.2.Sinyal dan Data GPS

Satelit GPS yang ada di luar angkasa memancarkan sinyal yang berisi data yang nantinya diterima oleh *receiver* yang ada di bumi. Pada prinsipnya satelit GPS memancarkan sinyal untuk memberitahu si pengamat sinyal tersebut tentang posisi satelit GPS yang bersangkutan serta jaraknya dari pengamat lengkap dengan informasi waktunya (Abidin, H. Z, 2007). Data pengamatan dasar GPS adalah waktu tempuh (Δt) dari kode-kode P dan C/A serta fase (*carrier-phase*), penginformasi satelit (*Navigation Message*) dan gelombang pembawa L1 dan L2. Seseorang dapat mengamati sebagian atau seluruh jenis pengamatan tersebut tergantung pada jenis dan tipe alat penerima sinyal GPS (*GPS receiver*) yang digunakan. Hasil pengamatan tersebut terkait dengan posisi pengamat (x,y,z) (Abidin, H. Z,2007).

II.3.Prinsip Penentuan Posisi

Metode penentuan posisi dengan GPS terbagi dua, yaitu metode absolut, dan metode diferensial. Masing-masing metode kemudian dapat dilakukan dengan cara *real-time* dan *post-processing*. Apabila objek yang ditentukan posisinya diam maka metodenya disebut *Static*. Sebaliknya apabila obyek yang ditentukan posisinya bergerak maka metodenya disebut kinematik.

Prinsip penentuan posisi dengan GPS yaitu menggunakan metode reseksi jarak, dimana pengukuran jarak dilakukan secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya. Pada pengukuran GPS, setiap epoknya memiliki empat parameter yang harus ditentukan yaitu 3 (tiga)

parameter koordinat X, Y, Z atau L,B,h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di *receiver* GPS. Oleh karena diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit (Abidin, H. Z, 2007).

II.4.Metode Penentuan Posisi dan Lama Waktu Pengamatan GPS

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

Sementara itu dalam pengukuran GPS ada beberapa faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah lama waktu pengamatan. Salah satu faktor yang mempengaruhi lama waktu pengamatan adalah panjang *baseline*, dapat dilihat pada Tabel II.1

Tabel II.1 Metode dan Lama Waktu Pengamatan Terhadap Panjang *Baseline*(Abidin, H. Z, 2007)

Panjang <i>Baseline</i>	Metode	Hanya L1	L1 dan L2
0 – 5 km	<i>Stop and Go</i>	2 menit	2 menit
0 – 5 km	<i>Rapid Static</i>	30 menit	15 menit
5 – 10 km	<i>Rapid Static</i>	50 menit	25 menit
10 – 30 km	<i>Static</i>	90 menit	60 menit
30 – 50 km	<i>Static</i>	180 menit	120 menit

II.5.Sistem CORS (*Continuously Operating Reference Station*)

CORS (*Continuously Operating Reference Stations*) adalah suatu 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 kontinyu 24 jam per hari, 7 hari per minggu dengan mengumpulkan, merekam, mengirim data, dan memungkinkan para pengguna memanfaatkan data untuk penentuan posisi, baik secara *post-processing* maupun *real-time*.

CORS di Indonesia sendiri pertama kali dioperasikan oleh Badan Informasi Geospasial pada tahun 1996 dan disebut IPGSN (*Indonesia Permanen GNSS Station Network*) pada bulan April 2012, jaringan CORS IPGSN telah memiliki 117 Stasiun yang tersebar diseluruh Indonesia. Selain IPGSN, jaringan CORS di Indonesia juga diembankan oleh BPN pada bulan April 2012 dan telah memiliki 93 stasiun, 70 diantaranya berada di Pulau Jawa (Madena, 2013).

III. Metodologi Penelitian

III.1. Alat Yang Digunakan

- 1) Receiver GNSS Topcon Hiper GbDual Frekuensi
- 2) Receiver GNSS Sokkia StratusSingle Frekuensi
- 3) Tripod, Tribach, Meteran
- 4) Dan Alat Pendukung Survei Lainnya

III.2 Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini terdiri dari :

- 1) Data CORS UDIP, CSEM, CMGL, BAKO.
- 2) Datahasil pengukuran GPS StatikSingle Frekuensi
- 3) Datahasil pengukuran GPS StatikDual Frekuensi
- 4) Data Pendukung Stasiun IGS lainnya, *brdc* dan *Pricise Ephemeris*.

III.3 Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode statik dengan menggunakan GPS *Single Frekuensi* dengan lama pengamatan ±4 jam dan GPS *Dual Frekuensi* dengan lama pengamatan ±8 jam.

III.3 Pengolahan Data

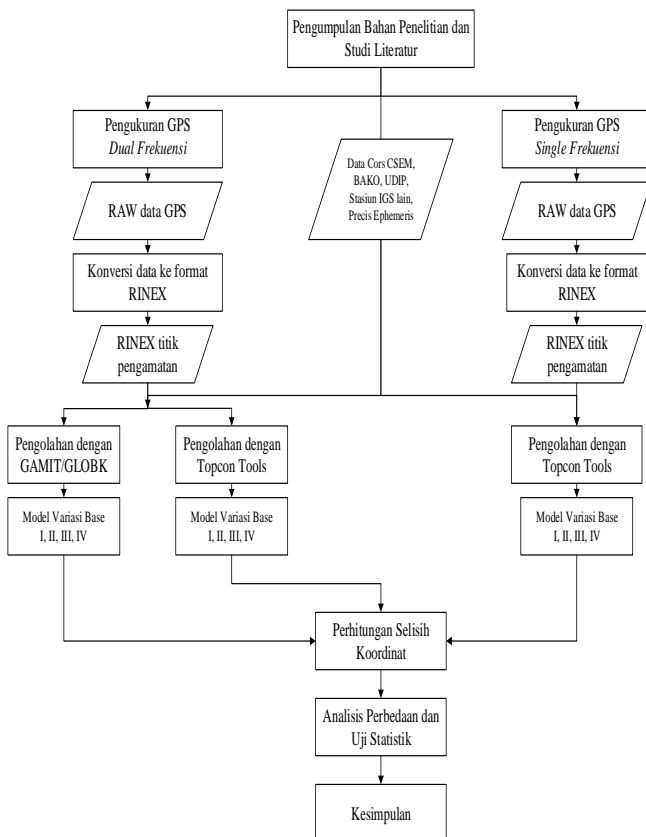
Pada penelitian ini dilakukan proses pengolahan data berikut :

1. Pengolahan Data *GPSSingle Frekuensi*
Pengolahan data hasil pengamatan GPS *Single Frekuensi* diolah dengan menggunakan *SoftwareTopcon Tools v.8* yang masing-masing akan diikat dengan Stasiun CORS UDIP, CSEM, CMGL, dan BAKO.
2. Pengolahan Data *GPSDual Frekuensi*
Pengolahan data hasil pengamatan GPS *Dual Frekuensi* diolah dengan menggunakan *SoftwareTopcon Tools v.8* dan *GAMIT/GLOBK* yang masing-masing akan diikat dengan Stasiun CORS UDIP, CSEM, CMGL, dan BAKO.

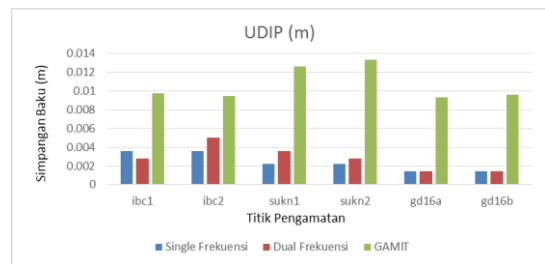
IV. Hasil Dan Analisis

IV.1 Hasil dan Analisis Simpangan Baku Pengolahan GPS

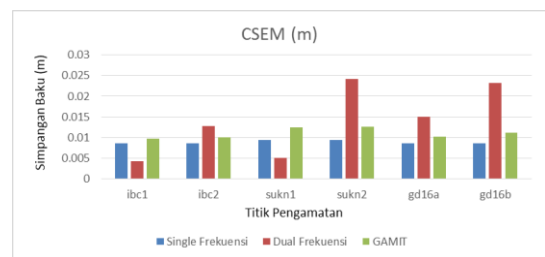
Pada proses pengolahan yang telah dilakukan maka diperoleh hasil simpangan baku pengolahan GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* yang dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



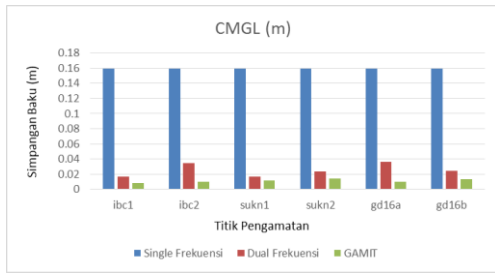
Gambar III.1. Diagram Alir Penelitian



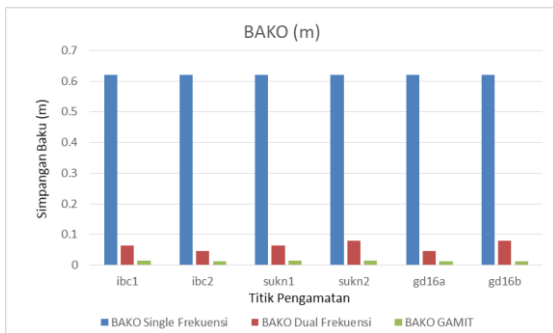
Gambar IV.1. Grafik Simpangan Baku pada Titik Ikat CORS UDIP



Gambar IV.2. Grafik Simpangan Baku pada Titik Ikat CORS CSEM



Gambar IV.3. Grafik Simpangan Baku pada Titik Ikat CORS CMGL



Gambar IV.3. Grafik Simpangan Baku pada Titik Ikat CORS BAKO

Dapat dilihat pada grafik perbandingan antara *Topcon Tools Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* terhadap *GAMIT* pada titik ikat menggunakan CORS UDIP pengolahan *GAMIT* cenderung mempunyai ketelitian yang lebih jelek. Sedangkan pada titik ikat CORS CSEM lebih bervariasi, pada pengolahan *GAMIT* dan *Topcon tool Single Frekuensi* relatif stabil namun pada pengolahan *Topcon Tools Dual Frekuensi* simpangan bakunya tidak stabil terutama pada titik *sukn2* mempunyai ketelitian yang kurang bagus. Kemudian pada titik ikat yang lebih jauh yaitu *CMGL* dan *CSEM* ketelitian *GAMIT* lebih baik dari pengolahan lainnya.

IV.2 Analisis Perbedaan Koordinat Single Frekuensi dan Dual Frekuensi Menggunakan Topcon Tools

Setelah diperoleh hasil koordinat masing-masing maka dilakukan perhitungan selisih koordinat dan mencari simpangan baku dari hasil tersebut yang dapat dilihat pada *Tabel IV.1*.

Tabel IV.1. Hasil perhitungan simpangan baku selisih Koordinat Single Frekuensi dan Dual Frekuensi Menggunakan Topcon Tools

CORS	Jarak (Km)	Simpangan Baku SF-DF		
		N (m)	E (m)	Koordinat (m)
UDIP	± 3	0.017	0.018	0.025
CSEM	± 9	0.042	0.078	0.088
CMGL	± 55	0.442	0.058	0.446
BAKO	± 399	0.645	0.157	0.663

Hasil pengolahan *Topcon Tools* yang dikatkan pada CORS UDIP diperoleh hasil rata-rata dari

perhitungan nilai pergeseran jarak atau lateral (*dL*) yaitu 0.022 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu ± 0.017 m dan pada sumbu *easting* ± 0.018 serta simpangan baku koordinat horizontal ± 0,025 m.

Selain itu pada hasil perhitungan dari *Single Frekuensi* terhadap *Dual Frekuensi* dengan titik ikat CORS CSEM diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (*dL*) yaitu 0,080 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu ± 0,042 m dan pada sumbu *easting* + 0,078 serta simpangan baku koordinat horizontal ± 0,088 m.

Kemudian pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS CMGL diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (*dL*) yaitu 0,445 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu ± 0,442 m dan pada sumbu *easting* ± 0,058 serta simpangan baku koordinat horizontal ± 0.446 m.

Pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS BAKO diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (*dL*) yaitu 0,663 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu ± 0,645 m dan pada sumbu *easting* ± 0,157 serta simpangan baku koordinat horizontal ± 0,663 m.

Dari hasil di tersebut dapat dilihat bahwa CORS UDIP sebagai titik ikat (*base*) mempunyai nilai pergeseran yang relatif rendah baik untuk pengukuran dengan menggunakan *Single Frekuensi* maupun *Dual Frekuensi*. kemudian untuk hasil simpangan baku antara *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* pada titik CORS UNDIP mempunyai nilai yang baik. Hal tersebut bisa terjadi karena jarak *baseline* CORS UNDIP ke titik pengamatan relatif pendek

IV.3 Analisis Perhitungan Selisih Koordinat Hasil dari Topcon Tools terhadap GAMIT/GLOBK.

IV.3.1 Analisis Perhitungan Selisih Koordinat GPS Single Frekuensi dengan menggunakan Topcon Tools terhadap GAMIT/GLOBK

Setelah diperoleh hasil koordinat masing-masing maka dilakukan perhitungan selisih koordinat dan mencari simpangan baku dari hasil tersebut yang dapat dilihat pada *Tabel IV.2*.

Tabel IV.2. Hasil perhitungan simpangan baku selisih Koordinat Single Frekuensi Topcon Tool terhadap GAMIT/GLOBK

CORS	Jarak (Km)	Simpangan Baku GMT-SF		
		N (m)	E (m)	Koordinat (m)
UDIP	± 3	0.024	0.088	0.092
CSEM	± 9	0.12	0.19	0.225
CMGL	± 55	0.38	0.186	0.423
BAKO	± 399	0.675	0.312	0.744

Dapat dilihat pada hasil yang dikatkan pada CORS UDIP yang dihitung terhadap *GAMIT*

diperoleh hasil rata-rata dari perhitungan nilai pergeseran jarak atau lateral (dL) yaitu 0,080 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,024$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,088$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,092$ m.

Selain itu pada hasil perhitungan dari *Single Frekuensi* terhadap *GAMIT* dengan titik ikat CORS CSEM diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (dL) yaitu 0,223 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,120$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,190$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,225$ m.

Kemudian pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS CMGL diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (dL) yaitu 0,423 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,380$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,186$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,423$ m.

Pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS BAKO diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (dL) yaitu 0,743 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,675$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,312$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,744$ m.

Pada titik ikat CORS UNDIP mempunyai nilai yang cukup bagus dibandingkan dengan titik ikat lainnya.

IV.3.2 Analisis Perhitungan Selisih Koordinat GPS Dual Frekuensi dengan menggunakan Topcon Tools terhadap GAMIT/GLOBK

Setelah diperoleh hasil koordinat masing-masing maka dilakukan perhitungan selisih koordinat dan mencari simpangan baku dari hasil tersebut yang dapat dilihat pada *Tabel IV.3*.

Tabel IV.3. Hasil perhitungan simpangan baku selisih Koordinat *Dual Frekuensi Topcon Tool* terhadap GAMIT/GLOBK

CORS	Jarak (Km)	Simpangan Baku GMT-DF		
		N (m)	E (m)	Koordinat (m)
UDIP	± 3	0.029	0.088	0.093
CSEM	± 9	0.106	0.127	0.166
CMGL	± 55	0.066	0.132	0.147
BAKO	± 399	0.037	0.15	0.155

Dapat dilihat padahasilyang dikatkan pada CORS UDIP yang dihitung terhadap *GAMIT* diperoleh hasil rata-rata dari perhitungan nilai pergeseran jarak atau lateral (dL) yaitu 0,075 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,029$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,088$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,093$ m.

Selain itu pada hasil perhitungan dari *Single Frekuensi* terhadap *GAMIT* dengan titik ikat CORS CSEM diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak

lateral (dL) yaitu 0,162 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,102$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,127$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,166$ m.

Kemudian pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS CMGL diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (dL) yaitu 0,145 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,066$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,132$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,147$ m.

Pada hasil perhitungan dengan titik ikat CORS BAKO diperoleh hasil rata-rata nilai pergeseran jarak lateral (dL) yaitu 0,141 m dengan nilai simpangan baku pada sumbu *northing* yaitu $\pm 0,037$ m dan pada sumbu *easting* $\pm 0,150$ serta simpangan baku koordinat horizontal $\pm 0,155$ m.

IV.4. Analisis Kualitas Geometri Satelit dengan RTKLIB

Data pengamatan yang telah diperoleh kemudian dicek terlebih dahulu untuk mengetahui kualitas geometri satelit data. Pengecekan dilakukan dengan menggunakan program *RTKPLoT* yang sudah tersedia di dalam *Software RTKLIB* dapat dilihat pada *Tabel IV.4* dan *Tabel IV.5*.

Tabel IV.4. Nilai DOP pada titik pengamatan GPSSingle Frekuensi

Titik	GDOP	PDOP	HDOP	VDOP
TTG447	2.6	2.2	1.0	2.0
TTG449	3.3	2.8	1.4	2.4
GD16	2.7	2.3	1.1	2.0
Rata-rata	2.9	2.4	1.2	2.1

Tabel IV.5. Nilai DOP pada titik pengamatan GPSDual Frekuensi

Titik	Kode	GDOP	PDOP	HDOP	VDOP
TTG 447	Ibc1	2.7	2.3	1.1	2.1
	Ibc2	2.3	2.0	1.0	1.8
TTG 449	Sukn1	3.5	2.9	1.4	2.6
	Sukn2	3.3	2.8	1.3	2.4
GD 16	GD16a	2.4	2.1	1.1	1.8
	GD16b	2.5	2.2	1.0	1.9
Rata-rata		2.8	2.4	1.2	2.1

Pada *Tabel IV.4*. Menunjukkan kualitas geometri satelit pada pengamatan GPS *Single Frekuensi*. Dimana nilai GDOP paling besar adalah pada titik TTG449 yaitu 3,3 sedangkan GDOP terkecil ada pada titik TTG447 yaitu 2,6. Kemudian pada nilai PDOP terbesar ada pada titik TTG449 yaitu sebesar 2,8. Sedangkan nilai PDOP terkecil ada pada titik TTG447 yaitu sebesar 2,2. Nilai HDOP yang paling besar ada pada titik TTG449,4. Sedangkan nilai HDOP terkecil ada pada TTG447 yaitu sebesar 1,0. Nilai VDOP yang paling besar ada pada titik TTG449

yaitu sebesar 2,4. Sedangkan nilai VDOP terkecil ada pada titik TTG447 dan GD16 yaitu sebesar 2,0. Rata-rata nilai GDOP adalah sebesar 2,9. Rata-rata nilai PDOP sebesar 2,4. Rata-rata nilai HDOP sebesar 1,2. Rata-rata nilai VDOP sebesar 2,1. Secara keseluruhan nilai DOP pada GPS *Single Frekuensi* menunjukkan nilai yang kecil artinya geometri satelit pada titik pengamatan cukup baik. Namun hasil DOP paling besar terjadi pada titik TTG449 dikarenakan lokasi pengamatan terjadi banyak gangguan benda-benda sekitar atau *multipath*.

Pada Tabel IV.5. Menunjukkan kualitas geometri satelit pada pengamatan GPS *Dual Frekuensi*. Dimana nilai GDOP paling besar adalah pada titik sukn1 yaitu 3,5 sedangkan GDOP terkecil ada pada titik ibc1 yaitu 2,3. Kemudian pada nilai PDOP terbesar ada pada titik sukn1 yaitu sebesar 2,9. Sedangkan nilai PDOP terkecil ada pada titik ibc2 yaitu sebesar 2,0. Nilai HDOP yang paling besar ada pada titik sukn1,4. Sedangkan nilai HDOP terkecil ada pada Ibc2 dan GD16a yaitu sebesar 1,0. Nilai VDOP yang paling besar ada pada titik TTG449a yaitu sebesar 2,9. Sedangkan nilai VDOP terkecil ada pada titik Ibc2 dan GD16a yaitu sebesar 1,8. Rata-rata nilai GDOP adalah sebesar 2,8. Rata-rata nilai PDOP sebesar 2,4. Rata-rata nilai HDOP sebesar 1,2. Rata-rata nilai VDOP sebesar 2,1. Secara keseluruhan nilai DOP pada GPS *Dual Frekuensi* menunjukkan nilai yang kecil artinya geometri satelit pada titik pengamatan cukup baik. Namun hasil DOP paling besar terjadi pada titik TTG449 dikarenakan lokasi pengamatan terjadi banyak gangguan benda-benda sekitar atau *multipath*.

Dari hasil DOP antara pengamatan menggunakan GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* jika dikaitkan dengan DOP Ratings pada Tabel IV.5 hasil pengamatan tersebut masuk dalam kategori *Excellent* dengan rentang nilai DOP 2,0-4,0 dan sudah dapat dikatakan baik

IV.4. Uji Statistik

IV.4.1 Uji Statistik F (Distribusi Fisher) Single Frekuensi dan Dual Frekuensi

Pada Uji F (Distribusi Fisher) ini digunakan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan atau tidak dari hasil pengamatan dengan menggunakan *Receiver Single Frekuensi* dengan *Dual Frekuensi*. Perhitungan ini dilakukan dengan membandingkan varian secara global dimasing-masing titik ikat pada *receiver Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*.

Tabel IV.6. Simpangan Baku pengamatan *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* menggunakan *Topcon Tools*

Nama Base	Jarak (Km)	Simpangan Baku Horizontal (m)		ppm	
		Single Frekuensi	Dual Frekuensi	Single Frekuensi	Dual Frekuensi
UDIP	3	0.003	0.003	1.0	1.0
CSEM	9	0.009	0.016	1.0	1.8
CMGL	55	0.16	0.026	2.9	0.5
BAKO	399	0.62	0.065	1.6	0.2

Perhitungan uji F untuk mengetahui hasil dari hipotesa nol diterima atau ditolak dengan menggunakan Rumus berikut :

Single Frekuensi : $\sigma_x = 1.0 \ v = 6$

Dual Frekuensi : $\sigma_x = 1.0 \ v = 6$

Tingkat Kepercayaan : 95 %

Hipotesa 0 : F hitungan < F tabel diterima, tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara single frekuensi dan dual frekuensi.

$$F_{hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{1.0^2}{1.0^2} = 1.000$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0.95, 6, 6} = 1 / F_{0.025, 6, 6} = 5.820$$

Jadi

F Hitung < F Tabel

0.690 < 9,605 Hipotesa 0 diterima

Untuk hasil pada uji F lainnya antara Single Frekuensi dan Dual Frekuensi dapat dilihat pada Tabel IV.55 dibawah ini,

Tabel IV.7. Hasil Uji F antara *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*

Nama Base	ppm		F Hitung	n	F Tabel	Hipotesa 0
	Single Frekuensi	Dual Frekuensi				
UDIP	1	1	1	6	5.82	Diterima
CSEM	1	1.8	0.316	6		Diterima
CMGL	2.9	0.5	37.87	6		Ditolak
BAKO	1.6	0.2	90.982	6		Ditolak

Dilihat uji statistik data pengukuran menggunakan distribusi *fisher* dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol dengan selang kepercayaan 95% pada titik ikat CORS UDIP dan CSEM diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan

antara hasil Pengamatan *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*. Kemudian pada titik ikat CORS CMGL dan BAKO hipotesis nol ditolak, yang yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil Pengamatan *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*.

IV.4.1 Uji Statistik F (Distribusi Fisher) *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* terhadap GAMIT/GLOBK

Pada Uji F (Distribusi *Fisher*) ini digunakan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan atau tidak dari selisih hasil pengamatan dengan menggunakan *ReceiverSingle Frekuensi* dengan *Dual Frekuensi* terhadap GAMIT/GLOBK. Perhitungan ini dilakukan dengan membandingkan varian secara global pada *receiverSingle Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* yang diperoleh dari hasil perhitungan selisih terhadap GAMIT.

Tabel IV.8. Simpangan Baku pengamatan *Selisih Single Frekuensi Topcon tools* dengan GAMIT dan *Selisih Dual Frekuensi Topcon Tools* dengan GAMIT

Nama Base	Jarak (Km)	Simpangan Baku Horizontal (m)		ppm	
		<i>Single Frekuensi</i>	<i>Dual Frekuensi</i>	<i>Single Frekuensi</i>	<i>Dual Frekuensi</i>
UDIP	3	0.092	0.093	30.7	31.0
CSEM	9	0.225	0.166	25.0	18.4
CMGL	55	0.423	0.147	7.7	2.7
BAKO	399	0.744	0.155	1.9	0.4

Perhitungan uji F untuk mengetahui hasil dari hipotesa nol diterima atau ditolak dengan menggunakan Rumus berikut :

Single Frekuensi : $\sigma_x = 0.092$ $v = 6$

Dual Frekuensi : $\sigma_x = 0.093$ $v = 6$

Tingkat Kepercayaan : 95 %

Hipotesa 0 : F hitungan < F tabel diterima, tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara single frekuensi dan dual frekuensi

$$F \text{ hitung} = \frac{S_1^2}{S_2^2} = \frac{30.7^2}{31.0^2} = 0.979$$

$$F_{\alpha/2, v_1, v_2} = F_{0.95, 6, 6} = 1 / F_{0.025, 6, 6} = 5.820$$

Jadi

$F \text{ Hitung} < F \text{ Tabel}$

$0.979 < 9.605$ Hipotesa 0 diterima

Untuk hasil pada uji F lainnya antara *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* terhadap GAMIT dapat dilihat pada Tabel IV.9 dibawah ini,

Tabel IV.9. Hasil uji F antara *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* terhadap GAMIT

Nama Base	ppm		F Hitung	n	F Tabel	Hipotesa 0
	<i>Single Frekuensi</i>	<i>Dual Frekuensi</i>				
UDIP	30.7	31	0.979	6	5.82	Diterima
CSEM	25	18.4	1.837	6		Diterima
CMGL	7.7	2.7	8.28	6		Ditolak
BAKO	1.9	0.4	23.04	6		Ditolak

Dilihat uji statistik data pengukuran menggunakan distribusi *fisher* dapat disimpulkan bahwa hipotesis nol dengan selang kepercayaan 95% pada titik ikat UDIP dan CSEM terhadap GAMIT diterima, yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil Pengamatan *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi*. Dapat dikatakan bahwa pegamatan *Single Frekuensi* selama 8 jam hampir mendekati *Dual Frekuensi* yang lama pengamatannya 4 jam terhadap GAMIT.

Kemudian untuk titik ikat CORS BAKO dan CMGL hipotesa 0 ditolak yang berarti bahwa ada perbedaan yang signifikan antara *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* yang dihitung terhadap GAMIT.

V. Penutup

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari data penelitian survei GPS menggunakan *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* , dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai perbedaan koordinat antara hasil pengukuran GPS *Single Frekuensi* dan *Dual Frekuensi* dengan variasi panjang *baseline* titik ikat CORS UDIP mempunyai rentang nilai 0,003 m – 0,030 m; CORS CSEM pada rentang nilai 0,008 m – 0,070 m; CORS CMGL pada rentang nilai 0,030 m – 0,400 m dan CORS BAKO pada rentang nilai 0,100 m – 0,700 m.
2. Ketelitian hasil pengamatan GPS *Single Frekuensi* dengan lama waktu pengamatan ± 8 jam dan *Dual Frekuensi* dengan lama waktu pengamatan ± 4 jam pada jarak *baseline* titik ikat <10 Km seperti CORS UDIP dan CSEM mempunyai ketelitian yang relatif sama. Namun pada jarak *baseline* titik ikat > 50 Km masih belum cukup memenuhi ketelitian yang didapatkan.

V.2. Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan penulis ingin memberikan saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Sebaiknya dilakukan pengukuran GPS dilakukan ditempat yang terbuka dan minim dari gangguan benda disekitar.

2. Sebaiknya perlu mencari alat GPS *Single Frekuensi* yang hasilnya dapat diolah dengan menggunakan GAMIT/GLOBK
3. Sebaiknya perlu dilakukan variasi waktu pengamatan yang lebih beragam pada saat melakukan pengamatan GPS.

VI. Daftar Pustaka

- Abidin, H. Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. PT Pradnya Paramita: Jakarta.
- Badan Standar Nasional. 2002. *Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Horizontal (SNI-19-6724-2002)*. BIG: Bogor.
- Badan Standar Nasional. 2004. *Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Vertikal (SNI 19-6988-2004)*. BIG: Bogor.
- Madena. 2013. *Verifikasi Koordinat TDT Orde 3 dengan Pengukuran GNSS RTK Menggunakan Stasiun CORS Geodesi UNDIP*. Skripsi Teknik Geodesi Program Sarjana Universitas Diponegoro: Semarang.