

SKRIPSI

KAJIAN PENGARUH PANJANG *BASELINE* TERHADAP KETELITIAN PENGAMATAN STATIK DAN *DIFERENTIAL* *GLOBAL POSITIONING SYSTEM (DGPS)*

(Studi Kasus : Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta)



Disusun Oleh :

BANU INDRA SETYAWAN
1225941

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2014**

CONTENTS

1. INTRODUCTION
2. SYSTEM ARCHITECTURE
3. HARDWARE DESCRIPTION
4. SOFTWARE DESCRIPTION
5. TEST RESULTS
6. CONCLUSION

Page 1-10, 2-15, 3-20, 4-25, 5-30, 6-35

Page 1-10

2-15
3-20
4-25

5-30
6-35
7-40
8-45
9-50
10-55

LEMBAR PERSETUJUAN

**KAJIAN PENGARUH PANJANG BASELINE TERHADAP KETELITIAN
POSISI HASIL PENGAMATAN STATIK DAN *DIFERENTIAL GLOBAL
POSITIONING SYSTEM* (DGPS)
(Studi Kasus : Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta)**

SKRIPSI


**Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam mencapai
Gelara Sarjana Teknik (ST) Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi S-1
Institut Teknologi Nasional Malang**

Oleh:

**BANU INDRA SETYAWAN
12.25.941**

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Agus Darpono, MT)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., PhD)



LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

KAJIAN PENGARUH PANJANG *BASELINE* TERHADAP KETELITIAN POSISI HASIL PENGAMATAN STATIK DAN *DIFERENTIAL GLOBAL* *POSITIONING SYSTEM (DGPS)*

(Studi Kasus: Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta)

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Sidang Skripsi Jenjang Strata Satu
(S-1)

Pada Hari : Selasa

Tanggal : 19 Agustus 2014

Dan diterima untuk memenuhi salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Teknik (ST).

Oleh:

BANU INDRA SETYAWAN

1225941

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

(Ir. Agus Darpono, MT)

Sekretaris

(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Anggota Penguji

Penguji I

(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Penguji II

(D.K. Sunaryo, ST., MT)

Penguji III

(Ir. Pradono Joanes. D. MSi)

**KAJIAN PENGARUH PANJANG BASELINE TERHADAP KETELITIAN
POSISI HASIL PENGAMATAN STATIK DAN DIFFERENTIAL GLOBAL
POSITIONING SYSTEM (DGPS)**

Banu Indra Setyawan 12.25.941

Dosen Pembimbing I : Silvester Sari Sai, ST., MT.

Dosen Pembimbing II : Ir. Agus Darpono, MT.

Abstraksi

Salah satu sistem penentuan posisi yang yaitu survei dengan GPS. Pengukuran posisi dengan teknologi GPS, diantaranya dilakukan dengan metode Real-Time DGPS dan metode statik namun berapakah ketelitian koordinat yang dihasilkan dari kedua metode tersebut dan apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil koordinat dari kedua metode tersebut menggunakan receiver Navcom Land-Pak dengan panjang baseline yang bervariasi perlu dikaji terlebih dahulu.

Penelitian dilakukan di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta menggunakan Titik Kontrol Geodesi orde 3 Badan Pertanahan Nasional sebagai titik pembanding yang dianggap benar dengan lama pengamatan 45 menit dan variasi panjang baseline untuk range pertama 1-5 km, range kedua 6-10 km dan range ketiga 11-15 km. Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Trimble Business Centre 2.0. Dari hasil olahan akan diketahui seberapa besar perbedaan hasil antara kedua metode tersebut dengan Titik Kontrol Geodesi orde 3 dan seberapa besar signifikan perbedaan hasil koordinat jika dilihat dari variasi panjang baseline yang berbeda.

Hasil pengamatan statik untuk range pertama terdapat perbedaan sebesar 0.2 m terhadap titik orde 3, sementara untuk range kedua dan ketiga masing masing sebesar 1.58 m dan 2.35 m. Untuk pengamatan DGPS range pertama terdapat perbedaan sebesar 1.08 m, sementara untuk range kedua dan ketiga masing masing 3.89 m dan 2.58 m.

Kata kunci : DGPS, Real time, Statik, Baseline, Navcom, Starfire

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Banu Indra Setyawan
NIM : 12.25.941
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

“Kajian Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Posisi Hasil Pengamatan Statik dan *Differential Global Positioning System* (DGPS)”

Adalah hasil karya saya sendiri bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, September 2014
Yang Membuat Pernyataan

Banu Indra Setyawan
NIM : 12.25.941

**NEVER GIVE UP
FIND A WAY
TO MAKE IT
HAPPEN !!**

TUGAS AKHIR INI DENGAN BANGGA SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK

Keluarga tercinta, ayahanda Dulrhahman, ibunda Rusmiyati, serta adidna Shinta Sukma Dewi, yang senantiasa memberikan penulis dorongan dan dukungan yang sangat luar biasa selama ini.

Bang wahyu dan Dita Febrina, partner yang turut serta dalam membantu penulis dalam kedua penelitian, yang sudah mengorbankan dan meluangkan waktunya, yang sudah banyak membantu dalam banyak hal.

Seto Ari wibowo , partner penulis dalam penelitian kedua dan segenap rekan yang turut serta dalam penelitian, Ilham Wijaya, Bungaran Roy, Farizal Febri, Taufan Nur, Ryian Apriandi. Terima kasih banyak atas bantuannya, semoga sukses untuk kita semua.

Segemap staff dan dosen Teknik Geodesi ITN Malang.

Rekan rekan penghuni wisma bahagia Simpang Candi Panggung 96, terima kasih atas kebersamaan selama ini, terima kasih atas canda tawanya, Terima kasih atas segala sesuatunya, well !!

Rekan rekan Alih Jenjang UGM Teknik Geodesi angkatan 2011 dan 2012. Rekan rekan Teknik Geodesi ITN Malang. Rekan rekan Brigata Curva Sud Titik Hitam, dan masih banyak lagi yang belum sempat tertulis di halaman persembahan ini.

TANPA KALIAN SEMUA SAYA BUKANLAH APA APA

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil 'alamin Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Kajian Pengaruh Panjang Baseline Terhadap Ketelitian Posisi Hasil Pengamatan Statik dan *Differential Global Positioning System (DGPS)*”**. Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat dalam mencapai derajat sarjana teknik pada Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama proses penyusunan skripsi, penulis telah mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada yang terhormat :

1. Bapak M. Edwin Tjahjadi, ST., MGeomSc., PhD, sebagai ketua Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT, selaku dosen pembimbing 1 dalam pembuatan skripsi Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT, selaku dosen pembimbing 2 dalam pembuatan skripsi Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

4. Asep Ali Usman, ST, selaku manager PT Eroksha Graha Teknik yang sudah banyak membantu penulis terutama dalam memfasilitasi penelitian ini
5. Yanuar Reza, ST, selaku *Technical Support* PT Eroksha Graha Teknik yang juga sudah banyak membantu penulis dalam banyak hal sehingga terselesaikannya skripsi ini.
6. Teman-teman Teknik Geodesi alih jenjang angkatan 2012 terima kasih atas kebersamaan, dukungan dan kerja samanya selama ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Malang, November 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstraksi	iv
Surat Keaslian	v
Moto	vi
Halaman Persembahan	vii
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	xii
Daftar Tabel	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Tujuan Penelitian	3
I.5. Manfaat Penelitian	3
I.6. Tinjauan Pustaka	4
BAB II LANDASAN TEORI	7
II.1 Survei GPS	7
II.1.1. Segmen Dalam Survei GPS	8
II.1.1.1 Segmen angkasa	9
II.1.1.2 Segmen sistem Kontrol	9
II.1.1.3 Segmen pengguna	10
II.1.2. Sinyal Satelit	10
II.1.2.1 Penginformasi Jarak (Kode).....	11

II.1.2.2 Gelombang Pembawa	11
II.1.3. Metode Penentuan Posisi	12
II.1.3.1 Metode penentuan posisi absolut	12
II.1.3.2 Metode penentuan posisi diferensial	13
II.1.3.2.1 Metode penentuan posisi statik	14
II.2. Kesalahan dan Bias dalam Survei GPS	15
II.3. Baseline dan Karakteristiknya	19
II.4. DGPS (Diferensial GPS)	21
II.4.1. Augmentasi	23
II.4.2. StarFire™ GNSS	24
II.4.3. Navcom Land-Pak	26
II.5. Uji Hipotesa	28
II.5.1. Distribusi <i>Chi-Square</i>	29
II.5.2. <i>T-Student</i>	30
II.6. Titik Dasar Teknik Orde 3	32
II.6.1. Spesifikasi Teknis.....	35
II.6.2. <i>Processing Data</i>	36
BAB III METODE PENELITIAN	39
III.1. Lokasi Penelitian	39
III.2. Peralatan Penelitian	40
III.3. Tahapan Pelaksanaan	41
III.4. Persiapan	43
III.5. Proses Pengambilan Data Menggunakan <i>Navcom Land-Pak</i>	47
III.5.1 Proses pengambilan data statik	47
III.5.2. Proses pengambilan data <i>real time</i> DGPS	53
III.5.3. Proses download data	55
III.6. Proses Pengolahan Menggunakan <i>Software TBC</i>	56
III.7. Proses Perhitungan Uji Hipotesa	67
III.7.1. Uji hipotesa untuk nilai standard deviasi terhadap spesifikasi alat	67
III.7.2. Uji hipotesa untuk nilai selisih koordinat data pengamatan	

dengan nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	71
IV.1. Data Hasil Pengamatan	71
IV.2. Analisa Hasil Data Pengamatan	83
IV.2.1. Analisa data hasil pengamatan statik dan <i>real time</i>	83
IV.2.2. Analisis data pengamatan metode statik terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3	85
IV.2.3. Analisis data pengamatan metode <i>real time</i> DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3	87
IV.2.4. Grafik selisih nilai koordinat pengamatan statik, <i>real time</i> DGPS dan koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3	89
IV.3. Uji Hipotesa Untuk Nilai Standar Deviasi Data Pengamatan Statik	92
IV.4. Uji Uji Hipotesa Untuk Nilai Standar Deviasi Data Pengamatan <i>Real Time</i> DGPS	94
IV.5. Uji Hipotesa Untuk Selisih Nilai Koordinat Pengamatan Statik Dan Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3	96
IV.6. Uji Hipotesa Untuk Selisih Nilai Koordinat Pengamatan <i>Time</i> DGPS Dengan Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	99
V.1. Kesimpulan	99
V.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Kerja Sistem Kontrol	10
Gambar 2.2 Prinsip Dasar Penentuan Posisi Dengan GPS	12
Gambar 2.3. Diagram Alir Pengolahan <i>Baseline</i>	15
Gambar 2.4. Metode Jaringan dan Metode Radial	19
Gambar 2.5. Beberapa Kombinasi Baseline Trivial dan Non Trivial	20
Gambar 2.6. Visualisasi Konsep SBAS dan GBAS	24
Gambar 3.1. Gambar Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 3.2. Rencana Pengukuran Untuk Range 1-5 KM	44
Gambar 3.3. Rencana Pengukuran Untuk Range 6-10 KM	45
Gambar 3.4. Rencana Pengukuran Untuk Range 11-15 KM	46
Gambar 3.5. <i>Base Station</i> Berdiri Di Titik N-0005	47
Gambar 3.6. Tampilan Awal Menu Controller	48
Gambar 3.7. Tampilan menu <i>Jo</i>	48
Gambar 3.8. Tampilan menu <i>Setting Base</i>	49
Gambar 3.9 Tampilan <i>Setting Bluetooth</i>	49
Gambar 3.10. Tampilan menu <i>Setting Base</i> dan memasukkan koordinat	50
Gambar 3.11. Mendirikan Alat Dengan Menggunakan Bipot	51
Gambar 3.12. Tampilan memilih model alat pada <i>rover</i>	52
Gambar 3.13. Proses <i>Logging Data</i> Pada <i>Rover</i>	52
Gambar 3.14. Proses Pengambilan Data Pada Metode <i>Real Time DGPS</i> ..	54

Gambar 3.15. Proses Ekspor File ASCII	54
Gambar 3.16. Tampilan <i>Software Rinex Utility Version 3.6.</i>	56
Gambar 3.17. Tampilan Awal <i>Trimble Business Centre 2.0.</i>	56
Gambar 3.18. Tampilan proses awal pembuatan <i>project</i>	57
Gambar 3.19. Tampilan setelah <i>project</i> baru terbentuk	57
Gambar 3.20. Tampilan pada saat proses mengganti sistem koordinat	58
Gambar 3.21. Tampilan pada proses pemilihan sistem koordinat	59
Gambar 3.22. Mengimpor data <i>rinex</i> hasil pengamatan	59
Gambar 3.23. Memilih direktori mana data akan diimpor	60
Gambar 3.24. Tampilan proses <i>importing</i> data	61
Gambar 3.25. Proses <i>importing file</i>	61
Gambar 3.26. Tampilan titik yang berhasil diimpor ke dalam TBC	62
Gambar 3.27. <i>Add reference coordinate</i>	62
Gambar 3.28. Tampilan proses memasukkan nilai koordinat pada <i>base station</i>	63
Gambar 3.29. Tampilan <i>baseline</i> untuk <i>range</i> pertama setelah semua titik diimpor	64
Gambar 3.30. Tampilan menu <i>process baselines</i>	65
Gambar 3.31. Proses <i>baseline</i> sedang berlangsung	65
Gambar 3.32. Tampilan menu <i>reports</i> pada <i>taskbar</i>	66
Gambar 3.33. <i>File Report</i> berformat .HTML	67
Gambar 3.34. Tampilan menu awal <i>Stats</i>	68

Gambar 3.35. Memasukkan nilai <i>alpha</i> dan <i>Degree of Freedom</i>	69
Gambar 3.36. <i>Critical Value</i>	69
Gambar 4.1. Bentuk Jaring Untuk Range 1-5 km	72
Gambar 4.2. Lokasi Titik <i>Base Station</i> N-0005	73
Gambar 4.3. Lokasi Titik 13.04.156	74
Gambar 4.4. <i>Skyplot</i> Untuk Titik 13.04.156	74
Gambar 4.5. Lokasi Titik 13..04.158	75
Gambar 4.6. <i>Skyplot</i> Untuk Titik 13.04.158	75
Gambar 4.7. Bentuk Jaring Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	77
Gambar 4.8. Lokasi Titik 13.04.255	77
Gambar 4.9. <i>Skyplot</i> Untuk Titik 13.04.255	78
Gambar 4.10. Lokasi Titik 13.04.256	79
Gambar 4.11. <i>Skyplot</i> Untuk Titik 13.04.256	80
Gambar 4.12. Bentuk Jaring Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	81
Gambar 4.13. Lokasi Titik 13.04.261	82
Gambar 4.14. <i>Skyplot</i> Untuk Titik 13.04.261	83
Gambar 4.15. Grafik Selisih Nilai Koordinat Statik dan <i>Real Time</i> Terhadap Nilai Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Range</i> 1-5 KM	89
Gambar 4.16. Grafik Selisih Nilai Koordinat Statik dan <i>Real Time</i> Terhadap Nilai Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Range</i> 6-10 KM	90

Gambar 4.17. Grafik Selisih Nilai Koordinat Statik dan <i>Real Time</i>	
Terhadap Nilai Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3	
Untuk <i>Range</i> 11-15 KM	90
Gambar 4.18. Grafik Selisih Nilai Koordinat Pengamatan Terhadap	
Nilai Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk	
3 Varian Panjang <i>Baseline</i>	91

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode Statik Untuk <i>Baseline</i> 1-5 KM	71
Tabel 4.2. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 1-5 KM	72
Tabel 4.3. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode Statik Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	76
Tabel 4.4. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	76
Tabel 4.5. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode Statik Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	80
Tabel 4.6. Koordinat UTM Datum WGS 84 Hasil Pengamatan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	81
Tabel 4.7. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik dan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 1-5 KM	84
Tabel 4.8. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik dan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	84
Tabel 4.9. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik dan Metode <i>Real Time</i> DGPS Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	84
Tabel 4.10. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik Terhadap Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 1-5 KM	85
Tabel 4.11. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik Terhadap Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	86

Tabel 4.12. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode Statik Terhadap Titik Kontrol	
Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	86
Tabel 4.13. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode <i>Real Time</i> Terhadap Titik	
Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 1-5 KM	87
Tabel 4.14. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode <i>Real Time</i> Terhadap Titik	
Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 6-10 KM	87
Tabel 4.15. Perbedaan Hasil Data Pengamatan Metode <i>Real Time</i> Terhadap Titik	
Kontrol Geodesi Orde 3 Untuk <i>Baseline</i> 11-15 KM	88
Tabel 4.16. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan Statik <i>Range</i> 1-5 KM	
Tingkat Kepercayaan 95%	93
Tabel 4.17. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan Statik <i>Range</i> 6-10 KM	
Tingkat Kepercayaan 95%	93
Tabel 4.18. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan Statik <i>Range</i> 11-15 KM	
Tingkat Kepercayaan 95%	94
Tabel 4.19. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan <i>Real Time Range</i>	
1-5 KM Tingkat Kepercayaan 95%	95
Tabel 4.20. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan <i>Real Time Range</i>	
6-10 KM Tingkat Kepercayaan 95%.....	95
Tabel 4.21. Hasil Uji Hipotesa <i>Chi Square</i> Data Pengamatan <i>Real Time Range</i>	
11-15 KM Tingkat Kepercayaan 95%	96

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Penentuan posisi titik di permukaan bumi dapat dilakukan secara terestris maupun extra-terestris. Metode penentuan posisi secara terestris dilakukan berdasarkan pengukuran dan pengamatan yang semuanya dilakukan di permukaan bumi. Sedangkan pada metode ekstra-terestris, penentuan posisi dilakukan dengan pengukuran atau pengamatan ke objek/benda angkasa baik yang alamiah (seperti bulan, bintang) maupun yang buatan manusia seperti satelit. Salah metode atau sistem penentuan posisi secara ekstra-terestris yang telah dikenal selama ini, yaitu survei dengan GPS. Dalam perkembangan survei ekstra-terestrial, penggunaan survei GPS sering digunakan untuk menentukan titik-titik kontrol geodesi, baik titik kontrol horisontal maupun titik kontrol vertikal, dimana untuk melakukan pengukuran kerangka kontrol ini tidak terlepas dari jaring geodesi. Jaring geodesi juga dapat didefinisikan sebagai bentuk geometri yang terdiri dari tiga atau lebih titik yang dilakukan pengukuran geodesi, dimana pengukuran ini terdiri dari pengukuran jarak horisontal, sudut, azimut, dan lain sebagainya.

Pembuatan desain jaring geodesi pada survei GPS sangat berpengaruh terhadap kegiatan pengukuran di lapangan. Kualitas dari koordinat titik-titik dalam suatu jaringan yang diperoleh dengan survei GPS secara umum akan tergantung pada kualitas jaring atau geometri jaringan yang digunakan. Desain geometri jaringan ini berguna untuk merencanakan tingkat ketelitian yang

diperoleh sebelum kegiatan pengukuran dilakukan, selain itu desain geometri jaringan yang berkualitas juga dapat mengeliminasi kesalahan.

I.2 Rumusan Masalah

Dalam survei GPS seringkali panjang baseline bervariasi satu sama lain. Kualitas dari koordinat titik titik yang diamati salah satu faktornya adalah panjang baseline. Secara umum, untuk keperluan survei pemetaan baseline sebaiknya tidak terlalu panjang (<20 km); karena semakin panjang baseline berpengaruh kesalahan orbit dan refraksi ionosfer (Abidin, 2011)

Seberapa besarkah pengaruh panjang baseline terhadap ketelitian posisi horizontalnya dengan asumsi bahwa dengan jarak maksimal 15 km dari baseline tidak terpengaruh bias ionosfer maupun troposfer? Apakah dengan panjang baseline yang berbeda hasil ketelitiannya juga berbeda signifikan?

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Pengambilan data statik radial dan *real-time* DGPS menggunakan alat *Navcom Land-Pak* dengan koreksi satelit *starfire*.
2. Pengambilan data dilakukan di Titik Koordinat Kontrol Geodesi Orde 3 dari BPN sebagai titik yang dianggap mempunyai nilai yang benar.
3. Pemrosesan data pengukuran untuk metode statik menggunakan perangkat lunak komersial *Trimble Business Centre 2.0*.

4. Variasi baseline yang digunakan ada 3 yaitu 1-5 km untuk *range* pertama, 6-10 km untuk *range kedua*, dan 11-15 km untuk *range* ketiga. Dengan masing masing titik diamati dalam waktu yang sama, 45 menit.

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat ketelitian koordinat hasil pengamatan statik menggunakan alat *Navcom Land-Pak* untuk panjang *baseline* yang bervariasi.
2. Mengetahui tingkat ketelitian koordinat hasil pengamatan *real-time* DGPS menggunakan alat *Navcom Land-Pak* dengan koreksi satelit *Starfire*.
3. Menganalisis seberapa signifikan perbedaan koordinat yang dihasilkan dari ketiga variasi panjang *baseline*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk pengguna dalam hal informasi ketelitian yang dihasilkan dari pengukuran statik dan *real-time* DGPS dengan alat *Navcom Land-Pak* dan koreksi satelit *Starfire*. Selain itu juga memberikan informasi perbedaan ketelitian dengan panjang *baseline* yang bervariasi.

I.6 Tinjauan Pustaka

Taufan Akbar Utama (2013) melakukan penelitian mengenai pengaruh koneksitas terhadap ketelitian posisi pada survei GPS menggunakan receiver HI-TARGET HD8200X Single Frekuensi (L1). Pada penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwa tingkat koneksitas baseline pada survei GPS berpengaruh terhadap ketelitian posisi yang dihasilkan. Ketelitian posisi horizontal dan vertikal titik-titik jaring GPS yang dihasilkan dengan koneksitas baseline 2 dan 3, masing-masing adalah ± 20 cm dan ± 12 cm, sedangkan ketelitian posisi horizontal dan vertikal titik-titik jaring GPS dengan koneksitas baseline 4 dan 5 mempunyai nilai yang konstan yaitu ± 9 cm. Peningkatan nilai koneksitas baseline di atas 4, ketelitian posisi titik tidak meningkat secara berarti.

Muhammad Agung Rahman melakukan penelitian tentang Analisis teknik pengolahan baseline secara baseline-per-baseline dan sesi-per-sesi pada perataan jaring GPS. Pada penelitian ini dihasilkan kesimpulan bahwa pengolahan baseline yang dilakukan pada perataan jaring GPS akan menghasilkan komponen vektor baseline (ΔX_i , ΔY_i , ΔZ_i) dan ketelitiannya. Di samping itu akan menghasilkan juga jarak baseline beserta ketelitiannya. Hasil pengolahan baseline-per-baseline pada baseline 02016–091 adalah panjang 8412.1543 m dengan ketelitian 0.0008 m (0.0951 ppm), sedangkan untuk baseline 076-080, 1321.9970 m dengan ketelitian 0.0007 m (0.5295 ppm). Pada pengolahan sesi-per-sesi, baseline 02016–091, panjang 8412.1534 m dengan ketelitian 0.0008 m (0.0951 ppm). Untuk baseline 076-080, panjang 1321.9965 m dengan ketelitian 0.0007 m (0.5295 ppm). Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan bahwa pada

tingkat kepercayaan 95%, ketelitian, kehandalan dalam, dan kehandalan luar yang hasil perataan jaring GPS yang dihasilkan berdasarkan data pengolahan baseline secara baseline-per-baseline dan sesi persesi tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian pada kasus ini, hasil perataan jaring dari kedua teknik ini memiliki tingkat ketelitian dan kehandalan yang relatif sama. Berdasarkan penelitian ini, pada pembangunan jaring kontrol horisontal orde-3, proses pengolahan baselinenya dapat dilakukan baik secara baseline-per-baseline maupun sesi-per-sesi.

Maulana Eras Rahadi (2013) melakukan penelitian tentang ketelitian pengukuran baseline panjang GNSS dengan menggunakan perangkat lunak GAMIT 10.4 dan Topcon Tools V.7. Dari analisis hasil pengolahan data pengukuran baseline panjang dengan menggunakan perangkat lunak GAMIT 10.4 dan perangkat lunak Topcon Tools V.7 dapat diambil kesimpulan bahwa nilai rata-rata nilai simpangan baku hasil pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak GAMIT 10.4 adalah 0,020 m sedangkan nilai simpangan baku hasil pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak Topcon Tools V.7 adalah 0,028 m. Sedangkan rata-rata nilai simpangan baku titik pengamatan dengan menggunakan titik kontrol CORS BIG adalah 0,016 m sedangkan rata-rata nilai simpangan baku titik pengamatan dengan menggunakan titik kontrol CORS UNDIP adalah 0,031 m. Secara umum semakin panjang baseline titik pengamatan dengan titik kontrol berpengaruh terhadap ketelitian koordinat titik pengamatan yang semakin menurun.

Wahyu Widayat (2014) melakukan penelitian terkait tentang ketelitian data pengamatan statik dan *real time* DGPS menggunakan alat *Navcom Land-Pak* dan koreksi satelit *starfire* jika dilihat dari variasi waktu pengamatan. Dari analisis data pengamatan disimpulkan bahwa perbedaan hasil data *real time* DGPS menggunakan alat *Navcom Land-Pak* koreksi satelit *Starfire* variasi lama pengamatan $\pm 5, 10, 15$ dan 30 menit dengan koordinat referensi pengamatan statik ± 30 menit menunjukkan ketelitian yang dihasilkan dari variasi lama pengamatan DGPS tidak ada perbedaan signifikan

BAB II

LANDASAN TEORI

Pemahaman tentang konsep teori diperlukan sebagai dasar pemikiran yang digunakan untuk melakukan penelitian. Di bawah ini akan dibahas mengenai konsep teori yang terkait dan menjadi dasar dalam pelaksanaan penelitian.

II.1 Survei GPS (*Global Positioning System*)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinu di seluruh dunia tanpa tergantung waktu dan cuaca kepada banyak orang secara simultan. Pada saat ini, sistem GPS sudah sangat banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang aplikasi. Di Indonesia pun, GPS sudah banyak diaplikasikan, terutama yang terkait dengan aplikasi – aplikasi yang menuntut informasi yang menuntut tentang posisi ataupun perubahan posisi.

Sementara GNSS adalah singkatan dari *Global Navigation Satellite System*, dan merupakan istilah generik standar untuk sistem navigasi satelit yang menyediakan informasi posisi, kecepatan dan waktu dengan jangkauan global. Istilah ini mencakup misalnya GPS, GLONASS, Galileo, dan sistem Beidou regional lainnya. GNSS merupakan sistem satelit yang digunakan untuk kepentingan navigasi dan penentuan posisi. Sejak dioperasikan tahun 1978, GPS

merupakan provider GNSS yang paling populer digunakan. Bahkan akronim GPS seringkali disalahpahami untuk digunakan menggantikan istilah GNSS.

Pada saat ini ada kecenderungan dari pihak pengguna untuk menggunakan kedua sistem, GPS dan GLONASS secara bersama-sama. Alat penerima (*receiver*) yang bisa mengamati sinyal-sinyal GPS dan GLONASS sekaligus juga sudah ada di pasaran. Saat konstelasi satelit GLONASS lengkap, maka kita akan mempunyai 48 satelit navigasi di angkasa kita (24 satelit GPS dan 24 satelit GLONASS). Dengan 48 satelit tersebut, jumlah satelit yang teramati menjadi lebih banyak, geometri satelit akan menjadi lebih baik dan lebih kuat, dan ketelitian dari parameter yang diestimasi (baik posisi, kecepatan, percepatan, maupun waktu) akan menjadi lebih baik. Dengan kata lain, navigasi dan penentuan posisi yang bersifat global, andal, dan akurat akan menjadi lebih mudah untuk direalisasi.

II.1.1 Segmen Dalam Survei GPS

Pada dasarnya segmen dalam penentuan posisi pada survei GPS terdiri dari tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terutama terdiri dari satelit satelit, segmen sistem kontrol (*control system segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data.

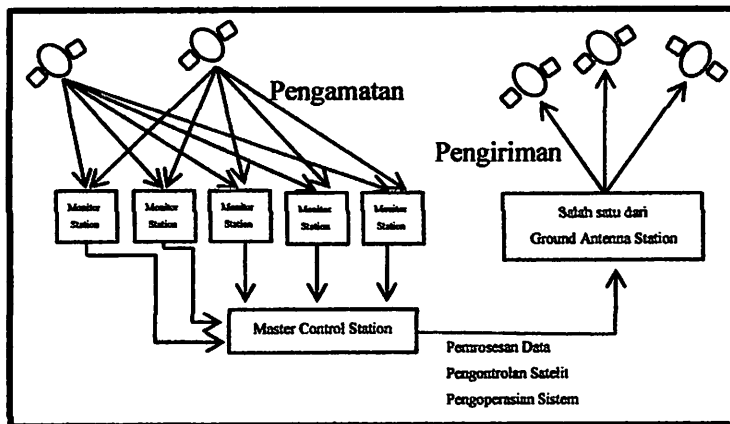
II.1.1.1 Segmen angkasa

Segmen angkasa terdiri dari satelit-satelit GPS, Glonass dan lain sebagainya. Satelit ini bisa dianalogikan sebagai stasiun radio di angkasa yang dilengkapi dengan antena-antena untuk mengirim dan menerima sinyal-sinyal gelombang. Sinyal-sinyal tersebut selanjutnya diterima oleh *receiver* di/dekat permukaan bumi, dan digunakan untuk menentukan informasi posisi, kecepatan, waktu serta parameter-parameter turunan lainnya.

II.1.1.2 Segmen sistem kontrol

Segmen sistem kontrol berfungsi mengontrol dan memantau operasional semua satelit dan memastikan bahwa semua satelit berfungsi sebagaimana mestinya. Secara lebih spesifik tugas utama dari segmen kontrol adalah :

- a. Secara kontinyu memantau dan mengontrol sistem satelit,
- b. Menentukan dan menjaga waktu sistem satelit,
- c. Memprediksi *ephemeris* satelit serta karakteristik jam satelit,
- d. Secara periodik meremajakan (*update*) *navigation message* dari setiap satelit, dan
- e. Melakukan manuver satelit agar tetap berada dalam orbitnya, atau melakukan relokasi untuk menggantikan satelit yang tidak sehat, seandainya diperlukan.



Gambar 2.1 Skema kerja sistem kontrol (sumber: Abidin, 2007)

II.1.1.3 Segmen pengguna

Segmen pengguna terdiri dari para pengguna satelit, baik di darat, laut, udara, maupun di angkasa. Dalam hal ini, alat penerima sinyal (*receiver*) diperlukan untuk menerima dan memproses sinyal dari satelit untuk digunakan dalam penentuan posisi, kecepatan, waktu maupun parameter turunan lainnya.

II.1.2 Sinyal Satelit

Satelit memancarkan sinyal-sinyal yang pada prinsipnya untuk memberi tahu kepada pengguna tentang posisi satelit tersebut serta jarak dari pengamat beserta informasi waktunya. Dengan mengamati satelit dalam jumlah yang cukup, menggunakan alat penerima (*receiver*), maka berdasarkan data dan informasi yang dibawa oleh sinyal-sinyal satelit, pengamat dapat menentukan posisi, kecepatan, waktu, maupun parameter turunan lainnya.

Pada dasarnya sinyal dapat dibagi atas 3 komponen yaitu :

- a. Penginformasi jarak (kode) yang berupa kode P(Y) dan kode C/A,
- b. Penginformasi posisi satelit (*navigation message*), dan

c. Gelombang pembawa (*carrier wave*) L1 dan L2.

II.1.2.1 Penginformasi Jarak (Kode)

Ada dua kode *pseudo-random noise* (PRN) yang dikirimkan oleh satelit GPS dan digunakan sebagai penginformasi jarak, yaitu kode-P (P = *Precise* atau *Private*) dan kode-C/A (C/A = *Coarse Acquisition* atau *Clear Access*).

Kode C/A merupakan rangkaian dari 1023 bilangan biner (*chips*) yang berulang setiap satu milidetik (msec) dan hanya dimodulasikan pada gelombang pembawa L1, sedangkan kode-P rangkaian bilangan biner yang lebih panjang yaitu $2,3547 \times 10^{14}$ chips. Kode-P(Y) dimodulasikan pada gelombang pembawa L1 dan L2 dan hanya bisa diakses oleh pihak Militer Amerika Serikat.

II.1.2.2 Gelombang Pembawa

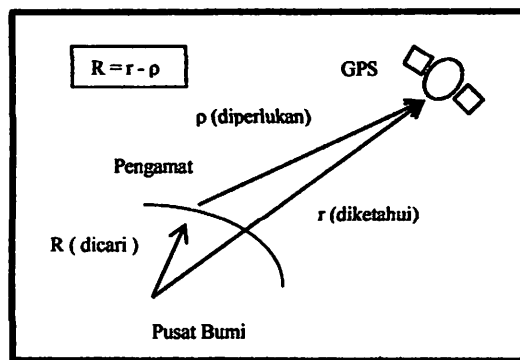
Gelombang pembawa yang digunakan yaitu L1 dan L2, dalam hal ini gelombang L1 membawa kode-kode P (Y) dan C/A beserta pesan navigasi sedangkan gelombang L2 membawa kode P (Y) dan pesan navigasi. Proses pemodulasian sinyal GPS yaitu tahap *binary-to-binary modification of codes* dan tahap *binary biphase modulation*.

Perlu ditekankan bahwa meskipun pada awalnya sinyal L1 dan L2 didesain hanya untuk membawa data kode dan pesan navigasi dari satelit ke pengamat, tetapi pada saat ini data fase dari sinyal-sinyal tersebut juga digunakan untuk menentukan jarak dari pengamat ke satelit GPS. Bahkan untuk aplikasi-

aplikasi yang menentukan ketelitian posisi yang tinggi (orde cm-mm) data fase harus digunakan daripada data kode (pseudorange).

II.1.3 Metode Penentuan Posisi

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dalam survei GNSS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit yang sudah diketahui koordinatnya



Gambar 2.2 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS (sumber: Abidin, 2007)

II.1.3.1 Metode penentuan posisi absolut

Penentuan posisi secara absolut (*absolute positioning*) adalah metode penentuan posisi yang paling mendasar dari GPS. Bahkan dapat dikatakan bahwa metode ini adalah metode penentuan posisi dengan GPS yang direncanakan pada awalnya oleh pihak militer Amerika Serikat untuk memberikan pelayanan navigasi terutama bagi personil dan wahana militer mereka. Metode penentuan posisi ini, dalam mode statik dan kinematik.

II.1.3.2 Metode penentuan posisi diferensial

Ketelitian penentuan posisi secara absolut yang dijelaskan di atas, dapat ditingkatkan dengan menggunakan penentuan posisi secara diferensial (relatif). Pada penentuan posisi secara diferensial, posisi suatu titik ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*station referensi*).

Metode penentuan posisi secara diferensial dengan menggunakan data yang diamati oleh minimal dua *receiver* GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dan 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.

Penentuan posisi secara diferensial adalah metode penentuan posisi yang digunakan untuk mendapatkan ketelitian posisi yang relatif tinggi. Ketelitian yang dapat diberikan oleh penentuan dengan metode ini berkisar dari level mm (dengan data fase) sampai level 1-3 meter (dengan data pseudorange).

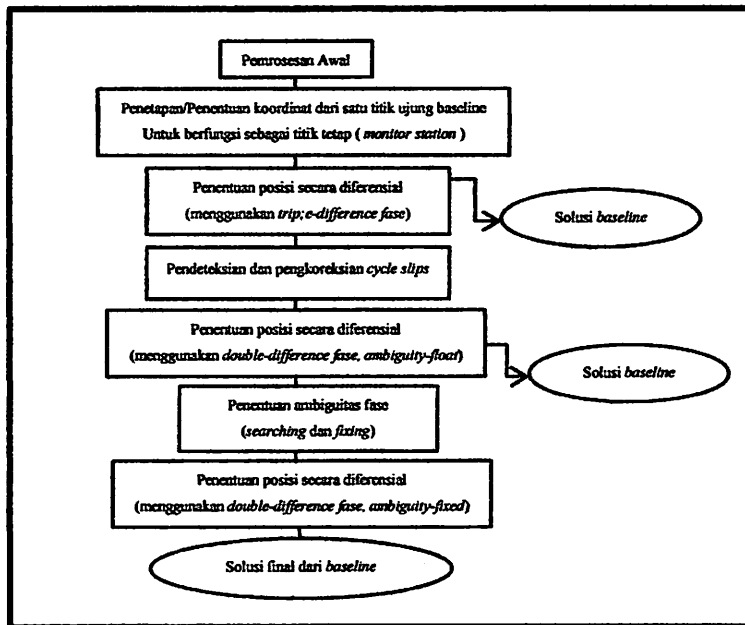
Metode ini dapat diaplikasikan secara statik maupun kinematik dengan menggunakan data pseudorange dan/atau data fase. Aplikasi utama dari metode penentuan posisi diferensial antara lain adalah survei pemetaan, serta navigasi berketelitian menengah dan tinggi. Metode-metode survei GPS yang banyak diaplikasikan saat ini, seperti metode statik, statik singkat, *pseudo-kinematik*, dan *stop-and-go*, juga didasarkan pada penentuan posisi secara diferensial.

II.1.3.2.1 Metode penentuan posisi statik

Salah satu metode penentuan posisi secara diferensial adalah metode statik. Penentuan posisi secara statik adalah penentuan posisi dari titik-titik statik (diam). Pada prinsipnya, survei GNSS bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GNSS umumnya dilakukan *baseline* per *baseline* selama selang waktu tertentu.

Pada survei dengan GNSS, pemrosesan data GNSS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan umumnya akan mencakup tiga tahapan utama perhitungan, yaitu :

- a. Pengolahan data dari setiap *baseline* dalam jaringan,
- b. Perataan jaringan yang melibatkan semua *baseline* untuk menentukan koordinat dari titik titik dalam jaringan, dan
- c. Transformasi koordinat titik titik tersebut dari datum WGS84 ke datum yang diperlukan oleh pengguna.



Gambar 2.3 Diagram alir pengolahan baseline (Sumber: Abidin, 2011)

Pengolahan data dari setiap baseline GPS pada dasarnya adalah bertujuan untuk menentukan nilai estimasi vektor baseline atau koordinat relatif (dx , dy , dz). Proses estimasi yang digunakan untuk pengolahan baseline umumnya berdasarkan metode kuadrat terkecil (*least squares*).

II.2 Kesalahan dan Bias dalam Survei GPS

Dalam perjalanannya dari satelit hingga mencapai antena di permukaan bumi, sinyal satelit akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias. Seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Kesalahan dan bias pada dasarnya dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Satelit. Kesalahan satelit mencakup antara lain seperti kesalahan ephemeris, kesalahan jam satelit, dan *selective availability* (SA).

2. Medium propagasi, seperti bias ionosfer dan bias troposfer.
3. *Receiver*. Seperti kesalahan jam *receiver*, kesalahan yang terkait dengan antena, serta *noise* (derau).
4. Data pengamatan, seperti ambiguitas fase dan *cycle slips*.
5. Lingkungan sekitar *receiver* seperti *multipath* dan *imaging*.

Secara umum ada beberapa cara dan strategi yang dapat digunakan untuk menangani kesalahan dan bias, yaitu:

1. Estimasi parameter dari kesalahan dan bias dalam proses hitung perataan.
2. Menerapkan mekanisme *differencing* antar data.
3. Menghitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan data ukuran langsung.
4. Menghitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan model.
5. Menggunakan strategi pengamatan yang tepat.
6. Menggunakan strategi pengolahan data yang tepat.

Berbagai faktor teknis yang berpengaruh dalam ketelitian posisi hasil pengamatan GPS antara lain sebagai berikut:

1. Lokasi di titik sekitar pengamatan

Dalam pemilihan lokasi titik, hal yang harus diperhatikan adalah ketinggian dari obyek obyek yang berada disekitar pengamatan yang berpotensi dapat mengganggu penerimaan sinyal dari satelit ke receiver. Antara lain adalah efek *multipath* , upaya yang dapat dilakukan untuk memperkecil pengaruh efek *multipath* adalah dengan cara pengaturan *mask angle* yang relatif besar, namun cara ini beresiko tinggi, karena akan memperkecil jumlah satelit yang dapat diterima oleh receiver . Pengaturan

mask angle perlu disesuaikan dengan kondisi lingkungan disekitar pengamatan. Selain ketinggian dari obyek-obyek sekitar, pengaturan mask angle pun harus memperhatikan jumlah satelit yang dapat diterima serta nilai PDOP yang didapat.

Selain faktor dari ketinggian obyek-obyek sekitar, lokasi titik sebaiknya berada jauh dari obyek yang dapat menyebabkan interferensi elektrik. Interferensi elektrik merupakan interaksi antar sinyal yang akan menimbulkan gelombang baru yang merupakan penjumlahan dari dua gelombang.

2. Pengaruh penentuan interval waktu perekaman data (*epoch*)

Tingkat kesuksesan dalam pemilihan lama waktu pengamatan akan bergantung pula terhadap pemilihan interval waktu perekaman yang sesuai.

3. Pengaruh waktu pengamatan

Secara teoritik semakin lama waktu pengamatan yang dilakukan pada survei GPS, maka semakin baik pula kualitas data yang akan didapatkan. Hal ini di sebabkan satelit akan meliputi perubahan geometri yang lebih besar serta perubahan kondisi atmosfer. Ini akan menyebabkan randomisasi yang lebih baik terhadap efek dari kesalahan orbit serta efek bias ionosfir dan troposfir pada data ukuran jarak [Wells et al , 1986]. Namun disisi lain, penentuan lamanya waktu pengamatan juga harus mempertimbangkan panjang baseline yang akan diamati. Panjang baseline dengan kisaran 5-10 kilometer, lama pengamatan yang dianjurkan untuk

pengamatan menggunakan metode diferensial statik adalah 45-60 menit, untuk panjang baseline di atas 10 kilometer adalah 90-180 menit.

Terkait dengan penentuan waktu pengamatan, aspek yang harus dipertimbangkan adalah aktivitas ionosfer. Waktu-waktu dimana aktivitas ionosfer tinggi sebaiknya dihindari.

4. Pengaruh koneksitas jaring

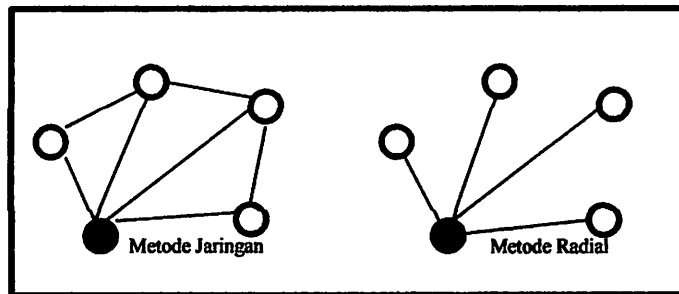
Tingkat koneksitas titik, jumlah baseline yang terikat ke suatu titik merupakan salah satu faktor yang menentukan nilai kekuatan jaring (strenght of figure). Secara teoritik, semakin tinggi koneksitas titik dalam suatu jaring, maka semakin banyak jumlah baseline yang terikat ke suatu titik. Dengan demikian nilai kekuatan jaring tersebut akan semakin baik.

5. Pengaruh penggunaan titik ikat

Dalam survei GPS, baseline yang akan diamati harus terikat terhadap titik-titik ikat kerangka berorde tinggi. Hal tersebut dimaksudkan untuk menjaga konsistensi titik kerangka yang bersangkutan terhadap titik-titik lainnya. Secara geometrik penambahan jumlah titik ikat yang berfungsi sebagai titik kontrol dalam pengukuran GPS akan meningkatkan nilai kekuatan jaring (strenght of figure) sehingga diharapkan dapat meningkatkan ketelitian posisi titik-titik jaring. Penambahan jumlah titik ikat ini sebaiknya disesuaikan dengan besar jaring GPS. Semakin besar jaring GPS maka semakin banyak pula titik ikat yang harus digunakan.

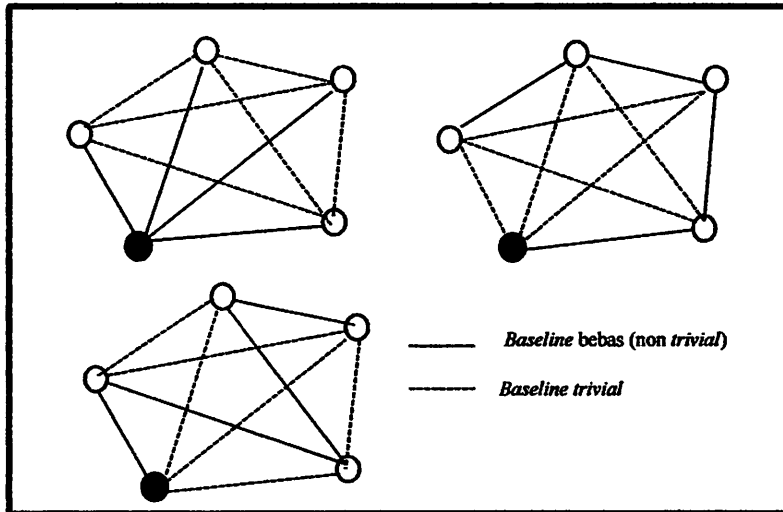
II.3 *Baseline* Dan Karakteristiknya

Dalam pengamatan statik pada survei GPS terdapat dua moda *baseline* tergantung situasi dan kondisi yang dapat kita amati. Yaitu, moda jaringan dan moda radial.



Gambar 2.4 Metode jaringan dan metode radial (sumber: Abidin, 2011)

Pada survei GPS dalam moda jaringan, hanya *baseline* bebas (*non trivial*) saja yang boleh diikutsertakan. *Baseline trivial* adalah *baseline* yang dapat diturunkan (merupakan kombinasi linear) dari *baseline-baseline* lainnya dari satu sesi pengamatan. *Baseline* yang bukan *baseline trivial* dinamakan *baseline non-trivial* (*baseline bebas*).



Gambar 2.5 Beberapa kombinasi baseline trivial dan non trivial (sumber: Abidin, 2011)

Pada survei GPS, ada beberapa hal yang menyangkut karakteristik *baseline* yang sebaiknya diperhatikan, yaitu:

- a. Dimana memungkinkan amati *baseline* antara titik-titik yang berdampingan. Hal ini dapat menjaga panjang *baseline* yang relatif pendek, yang nantinya akan membantu untuk mendapatkan *baseline* yang akurasi relatif tinggi. Secara umum, untuk keperluan survei pemetaan *baseline* sebaiknya tidak terlalu panjang (<20 km); karena semakin panjang *baseline* berpengaruh kesalahan orbit dan refraksi ionosfer.
- b. Untuk kontrol kualitas dan menjaga kekuatan jaringan, sebaiknya *baseline* yang diamati saling menutup dalam suatu *loop* (jaringan) dan tidak terlepas begitu saja (*radial*)
- c. *Loop* yang terlalu besar (terdiri dari banyak *baseline*) tidak terlalu baik secara geometris, meskipun dilihat dari lamanya pengamatan yang diperlukan akan lebih menguntungkan.

- d. *Baseline-baseline* dalam suatu jaringan GNSS sebaiknya mempunyai panjang yang relatif tidak terlalu jauh berbeda satu sama lainnya. Hal ini diperlukan untuk menjaga homogenitas ketelitian titik dalam jaringan.

II.4 DGPS (Diferential GPS)

Sistem DGPS (*Diferential GPS*) adalah suatu akronim yang sudah umum digunakan untuk sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data *pseudorange*. Sistem ini umumnya digunakan untuk penentuan posisi obyek-obyek yang bergerak. Untuk merealisasikan tuntutan *real-time* nya, maka stasiun referensi harus mengirimkan koreksi diferensial ke pengguna secara *real-time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu.

Koreksi diferensial ini dapat berupa koreksi pseudorange (seperti RTCM SC-104) maupun koreksi koordinat. Dalam hal ini, yang umum digunakan adalah koreksi *pseudorange*. Koreksi koordinat jarang digunakan, karena koreksi tersebut menuntut bahwa stasiun referensi pengirim koreksi serta pengamat mengamati set satelit yang sama, dimana hal ini umumnya tidak selalu dapat direalisasi dalam operasional lapangannya.

DGPS (*Differential Global Positioning System*) adalah sebuah sistem atau cara untuk meningkatkan GPS, dengan menggunakan stasiun darat, yang memancarkan koreksi lokasi. Dengan sistem ini, maka ketika alat navigasi menerima koreksi dan memasukkannya kedalam perhitungan, maka akurasi alat navigasi tersebut akan meningkat. Oleh karena menggunakan stasiun darat, maka sinyal tidak dapat mencakup area yang luas.

Sementara SBAS (*Satellite Based Augmentation System*) secara umum dapat dikatakan adalah DGPS yang menggunakan satelit. Cakupan areanya jauh lebih luas dibandingkan dengan DGPS yang memakai stasiun darat. Ada beberapa SBAS yang selama ini dikenal, yaitu WAAS (*Wide Area Augmentation System*), EGNOS (*European Geostationary Navigation Overlay Service*), dan MSAS (*Multi-functional Satellite Augmentation System*). WAAS dikelola oleh Amerika Serikat, EGNOS oleh Uni Eropa, dan MSAS oleh Jepang. Ketiga sistem ini saling kompatibel satu dengan lainnya, artinya alat navigasi yang dapat menggunakan salah satu sistem, akan dapat menggunakan kedua sistem lainnya juga.

Satellite Based Augmentation System (SBAS) adalah sistem augmentasi regional satelit penyiari tambahan untuk penggunaan .Sistem seperti sistem pada umumnya yang terdiri dari beberapa stasiun di bumi, yang terletak pada titik-titik yang sudah diketahui koordinatnya. Stasiun di bumi melakukan pengolahan dari satelit GNSS, dan pengolahan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi sinyal yang diterima oleh pengguna.

Secara umum, bisa dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu “*real time* (langsung)” dan “*Post processing* (setelah kegiatan selesai)”. Maksud dari ‘*real time*’ adalah alat navigasi yang menggunakan sinyal SBAS ataupun DGPS secara langsung saat digunakan. Sedangkan ‘*post processing*’ maksudnya adalah data yang dikumpulkan oleh alat navigasi di proses ulang dengan menggunakan data dari stasiun darat DGPS. Ada banyak stasiun darat DGPS diseluruh dunia yang dapat kita pakai untuk hal ini, baik versi yang gratis maupun berbayar, bahkan kita dapat langsung menggunakannya melalui internet.

II.4.1 Augmentasi

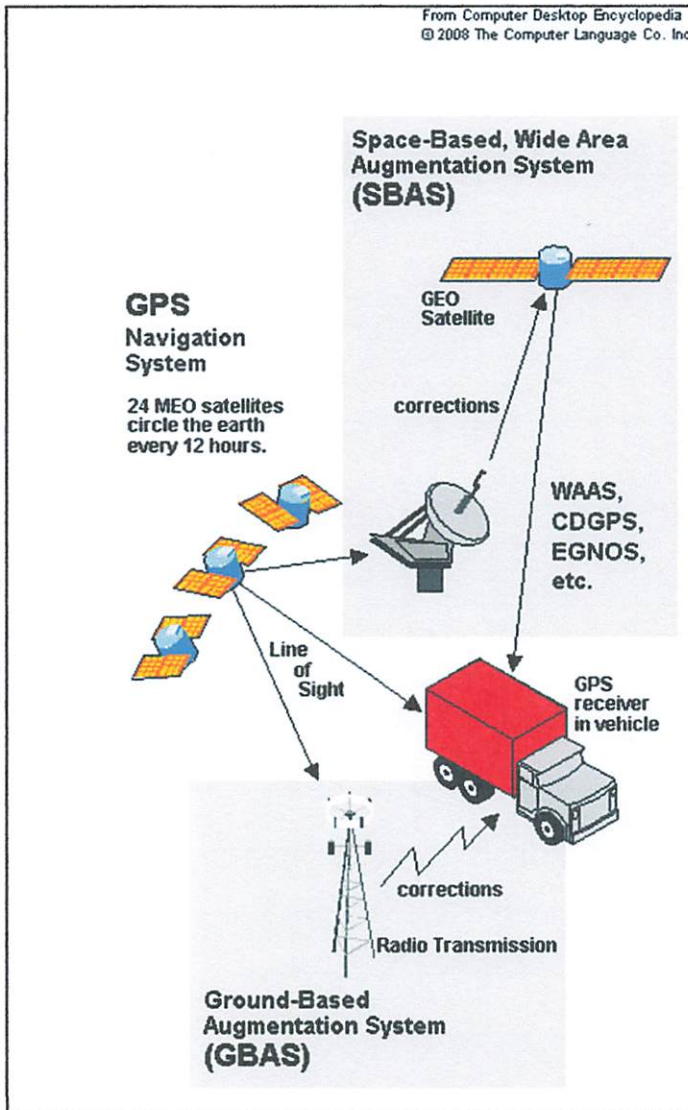
Augmentasi adalah sebuah sistem yang dipakai untuk meningkatkan akurasi dalam sistem navigasi satelit GNSS yang akurasi posisinya terganggu oleh kesalahan jam satelit dan *signal delays* dimana disebabkan oleh kondisi atmosfer. Sistem augmentasi mereduksi perbedaan yang disebabkan atmosfer tadi dengan mengirimkan koreksi ke *receiver* baik melalui satelit maupun radio terestrial. *Receiver* GNSS dapat menerima koreksi dari sistem augmentasi yang berbasis satelit ataupun stasiun darat.

Space-based augmentation system (SBAS) atau yang lebih sering dikenal dengan *Wide Area-DGPS* (WADGPS) mengirimkan koreksi ke satu atau lebih satelit geostasioner dan memiliki cakupan yang luas di permukaan bumi seperti satelit GPS/GLONASS yang berputar mengelilingi bumi. Sistem WADGPS yang tersedia sementara ini antara lain WAAS yang berbasis Amerika Serikat, CDGPS yang berbasis di Kanada, EGNOS yang berbasis di Eropa dan MSAS yang berbasis di Jepang.

Beberapa contoh *space-based system* yang bersifat komersial antara lain seperti OmniStar, Fugro dan juga StarFire. Yang bisa menentukan posisi dengan akurasi yang cukup akurat. Yang biasanya digunakan di perusahaan minyak, gas, pertambangan ataupun industri konstruksi serta pertanian.

Sementara *Ground Based Augmentation System* (GBAS) menggunakan semacam menara radio yang dipakai untuk mengirimkan koreksi ke pengguna. Ada ratusan sistem augmentasi berbasis darat di seluruh dunia yang terdiri dari

berbagai macam frekuensi. Semisal 162,5 kHz sampai 2.95 MHz di Amerika Serikat. Visualisasi dari Augmentasi dapat dilihat di gambar



Gambar 2.6 Visualisasi Konsep SBAS dan GBAS (sumber: <http://www.answers.com/topic/gnss-augmentation>)

II.4.2 StarFire™ GNSS

Sistem GNSS *Starfire* adalah *Global Satellite Based Augmentation System* (GSBAS) yang dikembangkan seutuhnya oleh *NavCom Technology*. *StarFire*



memancarkan tambahan "informasi koreksi" melalui satelit frekuensi L-band ke seluruh dunia, yang memungkinkan penerima StarFire untuk menghasilkan posisi pengukuran akurat yang baik di bawah satu meter.

Perangkat lunak dan perangkat keras *StarFire NavCom Tech* telah membuat banyak kemajuan dalam sistem augmentasi berbasis satelit selama 15 tahun terakhir dan terus meningkatkan kinerja untuk pelanggan yang sekarang sudah terdiri dari beberapa ribu pengguna. Pelayanan dari *StarFire* pada awalnya bernama *Wide Area Correction Transform (WCT)* yang mulai diperkenalkan oleh *NavCom* pada tahun 1998.

Pada tahun 2002, *NavCom* memperkenalkan layanan augmentasi yang benar benar global. Menggunakan referensi jaringan penerima global dan versi yang disempurnakan dari *Real-Time GIPSY (RTG)* jam dan software koreksi orbital berlisensi dari *Jet Propulsion Lab (JPL)*. Baru-baru ini *NavCom* memperkenalkan generasi penerus dari layanan augmentasi *StarFire GNSS* dengan menawarkan perangkat tambahan serta beberapa kemampuan yang mulai ditingkatkan, antara lain:

1. Site Referensi yang terupdate. Jaringan referensi global yang digunakan dalam sistem *StarFire GNSS* yang baru dimiliki sepenuhnya dan dioperasikan oleh *NavCom Technology*. Jaringan referensi *StarFire* yang homogen ini memungkinkan *NavCom* untuk menyediakan kehandalan sistem yang lebih tinggi dan untuk memodifikasi serta meningkatkan akurasi koreksi satelit.

2. Inovasi untuk Jam dan Orbit Satelit. Pusat data *software* yang menghasilkan koreksi untuk jam dan orbit satelit *StarFire* GNSS sekarang menggunakan *software* yang sudah dikembangkan dengan hak paten yang dimiliki oleh *NavCom*. Perangkat lunak ini menggabungkan inovasi jam satelit dan orbit satelit *real-time* dalam algoritma estimasi. Perangkat lunak ini menghasilkan koreksi 4 cm untuk jam satelit GPS dan 13 cm untuk koreksi jam satelit GLONASS.
3. Memperluas performa *rover*. Dengan layanan *StarFire* GNSS, *receiver NavCom Starfire* dapat menggunakan kedua satelit GPS dan GLONASS untuk penentuan posisi yang lebih presisi. Ketersediaan sistem, akurasi, dan keandalan kinerja *receiver StarFire* telah meningkat secara signifikan.
4. *Legacy Starfire GPS Operation*; Sistem *starfire* terus menyebarkan layanan GPS *Starfire* per April 2011 bersamaan dengan layanan baru *StarFire* GNSS untuk menjaga kompatibilitas dengan *receiver* terdahulu. *Receiver* berbasis *NavCom Sapphire* yang menjalankan firmware terbaru tetap dapat melakukan perhitungan solusi baik yang menggunakan layanan GNSS terbaru maupun layanan GPS yang lama. Hal ini memberikan peningkatan keandalan dan redundansi *receiver*.

II.4.3 Navcom Land-Pak

Sistem pada Land-Pak memberikan tingkat kinerja yang belum ada dengan memasukkan *Ultra-RTK*, *Starfire* dan kemampuan RTK Extend sebagai standar. Dengan *ultra RTK* pengguna menerima tingkat kinerja dari centimeter hingga 40

kilometer dari *base station* sementara *Starfire* menyediakan akurasi 5 cm dimana saja, kapan saja tanpa perlu *base station*. Fitur paten *NavCom* memungkinkan pengguna untuk bekerja di lingkungan yang menantang dan menjaga tingkat akurasi RTK bahkan selama radio *base station* padam.

Adapun fitur-fitur yang ditawarkan pada alat *NavCom Land-Pak* antara lain sebagai berikut :

- Integrated UHF and GSM support
- Bluetooth® Cable free, all-on-the pole design
- Multi-constellation support (GPS, Glonass)
- Ultra RTK (up to 40K baseline)
- Network RTK with support for multiple message formats
- Built-in StarFire™ receiver with lifetime license
- StarFire™ 5cm standalone accuracy
- RTK Extend™ - Coast through base station outages
- Dual hot swappable batteries for continuous operation
- SF-3040 GNSS receiver operates as a base or rover
- Water proof and shock resistant

Selain akurasi RTK Tradisional, *Land-Pak* juga menambahkan kombinasi yang powerful dari RTK add-in yg membantu mengurangi efek pemadaman dari radio sambil memberikan cakupan yang diperpanjang dimana akan membantu menghemat waktu dan usaha pengguna yang berharga. Ultra-RTK memberikan akurasi RTK-level hingga 40 km dari base station serta memungkinkan untuk penentuan posisi RTK secara terus menerus selama radio padam dengan

memungkinkan Starfire™ untuk mengambil alih ketika sinyal radio RTK diblokir atau ketika berada di luar jangkauan (*NavComtech.com*).

II.5 Uji Hipotesa

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistic. Untuk setiap hipotesis H_0 ada alternative (hipotesis tandingan) yaitu H_a . H_0 dan H_a disebut hipotesis nol atau hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan penggambaran satu sampel populasi, menghitung nilai sampel statistik dan kemudian membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis berdasar nilai statistik. Statistik yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut Uji Statistik (Usman dan Akbar, 2000).

Dalam statistik untuk mengetahui tingkat keandalan pengukuran terhadap besaran ditentukan dengan menetapkan suatu selang kepercayaan terhadap pengamatan tersebut. Pendekatan yang dipilih untuk menyatakan selang kepercayaan dari suatu parameter P ditulis (Usman dan Akbar, 2000) :

$$P (P_1 < P < P_2) = 1 - \alpha$$

$(1 - \alpha)$ disebut tingkat kepercayaan yang biasanya ditentukan sendiri nilainya, misalnya 95%. Dengan menetapkan nilai ini, akan diperoleh selang yang diharapkan mengandung nilai parameter yang sesungguhnya. Nilai P_1 dan P_2 disebut sebagai batas kepercayaan teratas dan terbawah untuk parameter.

Penerapan statistik dalam Geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu populasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksiran terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variasi

sampel yang akan diukur sebagai variasi populasi dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

II.5.1 Distribusi *Chi-Square*

Distribusi chi-square dilambangkan sebagai χ^2 , untuk membandingkan hubungan antara varians populasi dan varians dari sampel ditetapkan berdasarkan pada jumlah pengulangan dalam sampel. Jika sampel acak dari n pengamatan, y_1, y_2, \dots, y_n , yang dipilih dari populasi yang memiliki normal distribusi dengan rata-rata μ dan varians σ^2 kemudian menurut definisi χ^2 distribusi sampel adalah menggunakan rumus berikut (Wolf dan Ghilani, 2006) :

$$\chi^2 = \frac{vS^2}{\sigma^2} \dots\dots\dots(2.1)$$

Jumlah redudansi (derajat kebebasan) dalam statistic sampel set seperti untuk varians $v = n - 1$, selanjutnya pada kuadrat terkecil akan menunjukkan bahwa jumlah redudansi didasarkan pada jumlah independen pengamatan dan parameter yang tidak diketahui. Dalam kasus pengamatan, rata-rata satu diperlukan untuk penentuannya, sehingga meninggalkan $n - 1$ nilai-nilai sebagai pengamatan lebih. Table kurva distribusi χ^2 memiliki dari 1 hingga 120 derajat kebebasan. Untuk menemukan daerah di *upper tail* kurva (sisi kanan), mulai dibeberapa spesifik χ^2 nilai dan, ke *infinity*, berpotongan baris sesuai dengan derajat kebebasan, v , dengan kolom yang sesuai dengan diinginkan daerah di bawah kurva. Sebagai contoh untuk menemukan spesifik χ^2 nilai berkaitan 1% ($\alpha = 0,010$) daerah di bawah kurva memiliki 10 derajat kebebasan, kita memotong baris oleh 10 dengan kolom oleh 0,010 dan menemukan nilai a χ^2 dari 23.21. ini berarti bahwa 1% dari area di bawah kurva ini antara nilai 23.21 dan ϕ .

Karena sifat asimetris distribusi, presentase point (α) dari *lower tail* (sisi kiri kurva) harus dihitung dari yang ditabulasikan untuk bagian *upper tail*. Sebuah area spesifik di bawah kiri sisi kurva dimulai dari nol dan pergi ke nilai tertentu χ^2 ditemukan oleh mengurangkan ditabulasikan α (sisi kanan area) dari 1. Hal ini dapat dilakukan karena daftar tabel α (daerah) mulai dari nilai χ^2 dan pergi ke ϕ dan total area dibawah kurva adalah 1. Misalnya, jika ada 10 derajat kebebasan dan χ^2 nilai berkaitan dengan 1% dari daerah di bawah sisi kiri kurva adalah dibutuhkan. Baris sesuai dengan sama α dengan 10 yang berpotongan dengan kolom oleh $\alpha = 0.990 (1 - 0.010)$, dan nilai 2.56 diperoleh. Ini berarti bahwa 1% dari luas daerah dibawah kurva terjadi 0 – 2.56.

Distribusi χ^2 digunakan dalam pengambilan sampel statistic untuk menentukan rentang dimana varians dari populasi dapat diharapkan terjadi berdasarkan ; (1) beberapa probabilitas presentase tertentu, (2) varians sampel ditetapkan, dan (3) jumlah derajat kebebasan dalam sampel. Bagian distribusi ini digunakan untuk membangun pernyataan tentang varians dari populasi berada dikiraan berpusat sekitar varians S^2 sampel memiliki v derajat kebebasan. Dalam bagian uji statistic disajikan dengan menggunakan distribusi χ^2 untuk memeriksa apakah varians sampel adalah perkiraan yang valid untuk varians populasi.

II.5.2 T-Student

Suatu pernyataan yang dibuat mengenai peluang dari populasi disebut hipotesis statistik. Untuk setiap hipotesis H_0 ada alternatif (hipotesis tandingan) yaitu H_1 . H_0 dan H_a disebut hipotesis nol dan hipotesis tandingan. Suatu hipotesis diuji dengan penggambaran satu sampel populasi, menghitung nilai sampel

statistik dan kemudian membuat keputusan menerima atau menolak hipotesis berdasar nilai statistik. Statistik yang digunakan untuk melakukan atau membuat uji tersebut disebut uji statistik

Penerapan statistik dalam Geodesi dapat berupa penaksiran terhadap parameter suatu populasi besaran pengamatan. Penaksiran tersebut antara lain dilakukan dengan cara menghitung nilai rata-rata sampel yang selanjutnya dijadikan penaksir terhadap nilai menengah populasi, menghitung nilai variansi sampel yang akan diukur sebagai variansi populasi dan menghitung rasio dari dua variansi yang berbeda.

Uji hipotesa untuk nilai rata-rata jika pengukuran didapat dari sampel yang acak dan σ tidak diketahui maka rumusnya adalah (Harvey, 1990):

$$T = \frac{(\bar{x} - \mu_0)}{s_{\bar{x}}} \dots\dots\dots (2. 10)$$

Keterangan:

- T : nilai t hitung
- \bar{x} : nilai rata-rata x_i
- μ_0 : nilai yang dihipotesakan
- $s_{\bar{x}}$: standar deviasi

Untuk menguji hipotesis digunakan uji dua pihak atau *two tail test*. Uji dua pihak digunakan bila hipotesis nol (H_0) berbunyi “sama dengan” dan hipotesis alternative (H_1) berbunyi “tidak sama dengan” ($H_0 =$; $H_1 \neq$). Dalam uji dua pihak berlaku ketentuan, bahwa bila harga t hitung, berada pada daerah penerimaan H_0 atau terletak diantara harga tabel, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak. Dengan demikian bila harga t hitung lebih kecil atau sama dengan (\leq) dari harga tabel

maka H_0 diterima. Harga t hitung adalah harga mutlak, jadi tidak dilihat (+) atau (-) nya (Sugiyono, 2013).

Dalam uji *two tail test* ini, H_0 akan ditolak jika hasil hitungya sebagai berikut (Harvey, 1990):

$$|T| \geq t_{\frac{\alpha}{2}, n-1} \dots\dots\dots (2.11)$$

Dalam hal ini: $|T|$ adalah nilai mutlak dari t hitung, α adalah signifikan level yang dipakai pada pengujian dan n adalah banyaknya sampel yang diambil.

II.6 Titik Dasar Teknik Orde 3

Titik Dasar Teknik adalah titik yang mempunyai koordinat yang diperoleh dari suatu pengukuran dan perhitungan dalam suatu sistem tertentu yang berfungsi sebagai titik kontrol atau titik ikat untuk keperluan pengukuran dan rekonstruksi batas (pasal. 1 butir 13 PP No.24/1997).

Pemasangan titik dasar teknik dilaksanakan berdasarkan kerapatan dan dibedakan atas ; orde 0,1,2,3,4 serta titik dasar teknik perapatan. Pemasangan titik dasar teknik orde 0 dan 1 dilaksanakan oleh Bakosurtanal sedangkan orde 2,3,4 dan titik dasar teknik perapatan dilaksanakan oleh Badan Pertanahan Nasional. Berdasarkan pemasangannya, titik dasar teknik dibedakan atas 2 (dua) bagian, yaitu ; sebagai perapatan dan sebagai pengikatan.

Pemasangan titik dasar teknik yang berfungsi sebagai pengikatan berarti bahwa setiap bidang tanah dalam pendaftaran tanah sistematis ataupun sporadik harus diikatkan kepada titik dasar teknik tersebut, sedangkan yang berfungsi

sebagai perapatan berarti bahwa pemasangan titik dasar teknik tersebut adalah merapatkan titik dasar teknik yang telah ada dan tersebar di suatu wilayah.

Untuk setiap titik-titik yang akan dipasang (titik-titik baru), apabila pengukurannya menggunakan metoda pengamatan satelit, harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut ;

- a. Lokasi yang mudah dicapai.
- b. Ruang pandang bebas ke langit $\pm 15^\circ$ dari horizon.
- c. Jauh dari sumber interferensi elektrik.

Titik-titik yang dipasang dan diukur dengan pengukuran terrestrial harus memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut ;

- a. Setiap titik pada jaringan kerangka titik dasar teknik harus dapat terlihat dengan titik sebelum dan sesudahnya.
- b. Sudut yang akan diukur harus tidak terlalu lancip (sudut tidak kurang dari 30°) dan tidak terlalu tumpul (sudut tidak lebih dari 330°).
- c. Tidak berada pada tanah dengan kemiringan yang curam serta tidak berawa.

Mengingat fungsi titik dasar teknik sebagai pengikatan, diusahakan sebaiknya lokasi titik dasar teknik berada pada tanah-tanah negara dan kondisi tanahnya relatif stabil. Contoh ; berada di kantor-kantor pemerintahan/swasta. Setelah mempertimbangkan seluruh kriteria tersebut di atas, tandai lokasi titik dasar teknik tersebut dengan patok kayu di lapangan dan pada peta rencana serta diupayakan untuk mendapatkan izin pemasangan dari pimpinan instansi setempat bila titik dasar teknik yang akan dipasang berada pada kantor

pemerintahan/swasta atau pemilik tanah bila titik dasar teknik tersebut akan dipasang pada tanah-tanah masyarakat. Demikian pula kepada instansi pemilik tugu bila tugu instansi tersebut akan dipergunakan sebagai titik dasar teknik orde 4. Bila tugu tersebut dipakai, cantumkan nomor titik dasar teknik tersebut di peta rencana sesuai dengan lampiran 1. Penomoran dilakukan sebagai berikut ; bila di lapangan ditemukan tugu Dinas Tata Kota dengan nomor tugu DTK-205, pada peta rencana dicantumkan DTK-205/101, dimana 101 adalah nomor urut titik dasar teknik orde 4 di desa/kelurahan tersebut.

Pengukuran titik dasar teknik dilaksanakan dengan menggunakan metoda pengamatan satelit atau metoda lainnya (pasal 7). Titik Dasar Teknik dipakai sebagai pengikatan bidang tanah dan pengikatan bagi perapatan titik dasar teknik dengan ketelitian di bawahnya.

Berkaitan dengan pengukuran titik dasar teknik yang harus diikatkan kepada titik dasar teknik yang lebih tinggi ordenya, titik dasar teknik orde 2 harus lebih teliti dibandingkan dengan titik dasar teknik orde 3,4 dan titik dasar teknik orde 3 harus lebih teliti dibandingkan titik dasar teknik orde 4. Sehubungan dengan keterbatasan sumber daya dan peralatan yang ada, Kantor Wilayah dan Kantor Pertanahan hanya melaksanakan pengukuran titik dasar teknik orde 4 dan titik dasar teknik perapatan serta Direktorat Pengukuran dan Pemetaan melaksanakan pengukuran titik dasar teknik orde 2, 3, 4 dan titik dasar teknik perapatan. Pengukuran titik dasar teknik orde 2 dan 3 dapat dilaksanakan oleh Kanwil Propinsi dan atau Kantor Pertanahan setelah mendapat pelimpahan wewenang dari Direktur Pengukuran dan Pemetaan setelah mempertimbangkan

kesiapan sumber daya manusia dan peralatannya. Metoda pengukuran yang dapat dipakai adalah ; pengamatan satelit, pengukuran terrestrial dan pengukuran fotogrametrik.

II.6.1 Spesifikasi teknis

Adapun spesifikasi teknis dalam pengamatan Titik Dasar Teknik adalah sebagai berikut:

- Rencana/desain jaringan harus dibuat di atas fotocopy peta topografi yang meliputi; desain dan geometris jaringan. Perencanaan ini harus memperhitungkan kekuatan jaringan titik dasar teknik.
- Jumlah *baseline* yang membentuk suatu *loop* paling banyak adalah 4 (empat) buah *baseline*. Setiap stasiun dihubungkan dengan minimal tiga buah *baseline non trivial* yang diperoleh dari minimal 2 (dua) *session* pengamatan yang berbeda.
- Tiap *baseline* sebaiknya terdistribusi secara merata di seluruh jaringan yang ditunjukkan dengan jarak yang relatif sama. Sekurang-kurangnya terdapat 10 (sepuluh) persen *common baseline* sehingga dapat dilakukan pemeriksaan konsistensi pengukuran.
- Pengamatan satelit GPS *carrier phase* dipergunakan dalam model penentuan posisi relatif untuk menentukan komponen *baseline* antara 2 (dua) titik.
- Teknik pengamatan dilakukan secara *Rapid Static* ataupun *Static* dengan lama pengamatan yang disesuaikan dengan panjang *baseline*, dengan syarat ;

tersedia 6 satelit, GDOP yang lebih kecil dari 8 (delapan), kondisi *atmosfer* dan *ionosfer* yang memadai dan interval antar *epoch* 15 detik.

- Terdapat minimal satu titik sekutu yang menghubungkan dua session pengamatan dan lebih diharapkan menggunakan *baseline* sekutu.
- Pengamatan satelit tidak dilakukan dengan elevasi dibawah 15°.
- Ketinggian dari antena harus diukur pada tiap titik sebelum dan sesudah data dari satelit dicatat. Kedua data ketinggian tersebut tidak boleh berbeda lebih dari 2 mm.

II.6.2 Processing Data

Sesuai dengan Petunjuk Teknis PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997 dari Badan Pertanahan Nasional, untuk pemrosesan data spesifikasinya adalah sebagai berikut:

- Seluruh reduksi *baseline* harus dilakukan dengan menggunakan *software processing* GPS yang sesuai dengan *receiver* yang digunakan.
- Proses reduksi *baseline* harus mampu menghitung besarnya koreksi *troposfer* dan koreksi *ionosfer* untuk data pengamatan.
- Untuk setiap *baseline* di dalam jaringan titik dasar teknik orde 2, *standard deviasi* (σ) hasil hitungan dari komponen *baseline toposentrik* (dN, dE, dH) yang dihasilkan oleh *software* reduksi *baseline* harus memenuhi hubungan berikut :

$$\sigma_N \leq \sigma_M$$

$$\sigma_E \leq \sigma_M$$

$\sigma_H \leq 2 \sigma_M$, dimana :

$\sigma_M = [10^{-2} + (10d)^2]^{1/2} / 1,96$ mm, dimana d adalah panjang *baseline* dalam kilometer.

- Pada *baseline* yang diamati 2 (dua) kali, untuk *baseline* < 10 km, komponen lintang dan bujur dari kedua *baseline* tidak boleh berbeda lebih besar dari 0,03 meter. Komponen tinggi tidak boleh berbeda lebih besar dari 0,06 meter. Sedangkan untuk *baseline* > 10 km, komponen lintang dan bujur dari kedua *baseline* tidak boleh berbeda lebih besar dari 0,05 meter. Komponen tinggi tidak boleh berbeda lebih besar dari 0,10 meter.
- Perataan jaring bebas dan terikat dari seluruh jaring harus dilakukan dengan menggunakan *software* perataan kuadrat terkecil yang telah dikenal.
- Integritas pengamatan jaringan harus dinilai berdasarkan :
 - Analisis dari *baseline* yang diamati 2 kali.
 - Analisis terhadap perataan kuadrat terkecil jaring bebas
 - Analisis perataan kuadrat terkecil untuk jaring terikat dengan titik berorde lebih tinggi.
- Akurasi komponen horizontal jaring akan dinilai terutama dari analisis elips kesalahan garis 2D yang dihasilkan oleh perataan jaring bebas untuk setiap *baseline* yang diamati.
- *Semi major axis* dari elips kesalahan garis (1σ) harus lebih kecil dari harga parameter r yang dihitung sebagai berikut ;

titik dasar teknik orde 2 : $r = 15 (d + 0,2)$

titik dasar teknik orde 3 : $r = 30 (d + 0,2)$, dimana ;

r = panjang maksimum untuk semi major axis (mm).

d = jarak dalam Km

BAB III

METODE PENELITIAN

III.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di wilayah yang terdapat sebaran Titik Kontrol Geodesi orde 3 di Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta dengan lokasi rincinya sebagai berikut:

1. Komplek boulevard Grha Sabha Pramana Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman.
2. Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman.
3. Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman.
4. Desa Margoluwih, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman.
5. Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman.
6. Desa Cebongan, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman.
7. Desa Mlati, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman.
8. Desa Margokaton, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman.
9. Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman.

III.2 Peralatan Penelitian

Adapun peralatan yang digunakan selama penelitian dapat dibagi menjadi sebagai berikut:

1. Perangkat Keras

Perangkat keras yang akan digunakan selama penelitian berlangsung antara lain:

- a. *DGPS NavCom Land-Pak* dengan koreksi satelit *Starfire* sebanyak dua buah. Satu buah dijadikan sebagai *base station*, sedangkan satu lainnya dijadikan sebagai *rover*.
- b. Statif sebanyak satu buah.
- c. Bipot sebanyak satu buah.
- d. *Roll* meter sebanyak satu buah.
- e. Laptop Acer Aspire 4736 Z Dual Core Processor 2.00 GHz

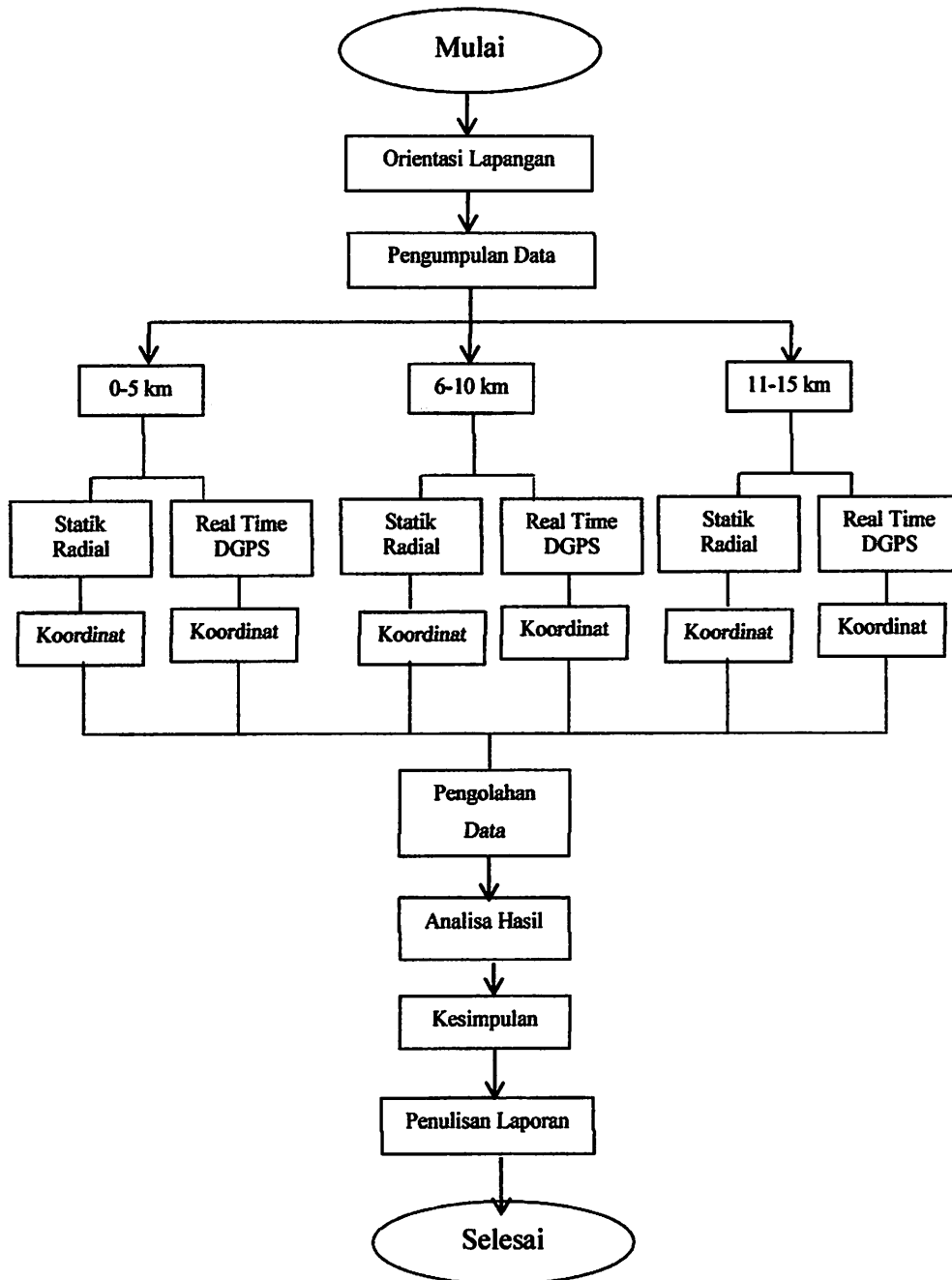
2. Perangkat Lunak

Adapun perangkat lunak yang akan digunakan selama penelitian antara lain sebagai berikut :

- a. Perangkat lunak *Trimble Business Centre 2.0* untuk pengolahan data statik radial
- b. Perangkat lunak Transkoord Bakosurtanal untuk konversi koordinat TM3 ke koordinat UTM
- c. Perangkat lunak Microsoft Excell untuk pengolahan data
- d. Perangkat lunak Microsoft Word untuk penulisan lapora

III.3 Tahapan Pelaksanaan

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian selengkapnya dapat dilihat dalam diagram alir di bawah ini.



Gambar 3.1 Gambar diagram alir penelitian

Berdasarkan diagram alir diatas, penelitian ini secara garis besar dilaksanakan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan

Persiapan perlu dilakukan agar penelitian dapat terlaksana dengan lancar tana ada kendala berarti. Berbagai persiapan yang cukup penting menyangkut penelitian ini antara lain orientasi lapangan dan persiapan peralatan. Orientasi diperlukan untuk mengetahui kondisi medan di sekitar lokasi, apakah terbebas dari obstraksi atau tidak. Sementara persiapan peralatan perlu dilaksanakan untuk mengecek terlebih dahulu apakah alat yang akan dipakai selama penelitian berlangsung dapat digunakan sesuai dengan tujuan penelitian ini atau tidak.

2. Pengambilan Data

Dalam pengambilan data selama penelitian, penulis menggunakan peralatan DGPS NavCom Land-Pak dengan koreksi satelit *Starfire* sebanyak dua buah. Dimana satu buah dijadikan sebagai *base station* dan satu lainnya dijadikan *rover*.

Untuk lokasi penelitian pertama berada di seputaran *base station* dengan *range* jarak berkisar 0-5 km, sedangkan lokasi kedua berada 6-10 km dari *base station*, sementara untuk lokasi ketiga berada sekitar 11-15 km dari lokasi *base station*.

3. Pengolahan Data

Setelah tahap pengambilan data selesai, tahapan selanjutnya adalah mengunduh data dalam format RAW data dan RINEX untuk selanjutnya diolah dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Centre 2.0*

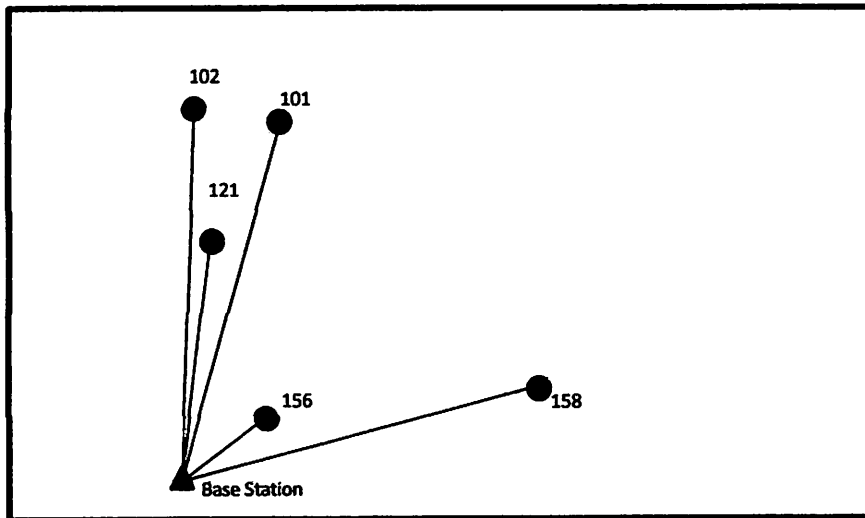
untuk data statik. Sementara untuk data pengamatan *real time* dapat diunduh langsung dalam format .txt.

4. Analisis Data

Dari hasil olahan akan didapatkan Standar Deviasi, Varians, dan Nilai Residual untuk tiap tiap data pengamatan. Dari hasil tersebut kemudian akan dianalisis apakah pengaruh dari panjang baseline dalam moda statik radial dan *real-time* dengan menggunakan DGPS NavCom Land-Pak dengan koreksi satelit *Starfire* ini berpengaruh secara signifikan terhadap ketelitiannya atau tidak. Dan apakah data pengamatan tersebut mengandung kesalahan acak atau tidak dengan melakukan pengujian menggunakan *chi square* dan *T-Student*.

III.4 Persiapan

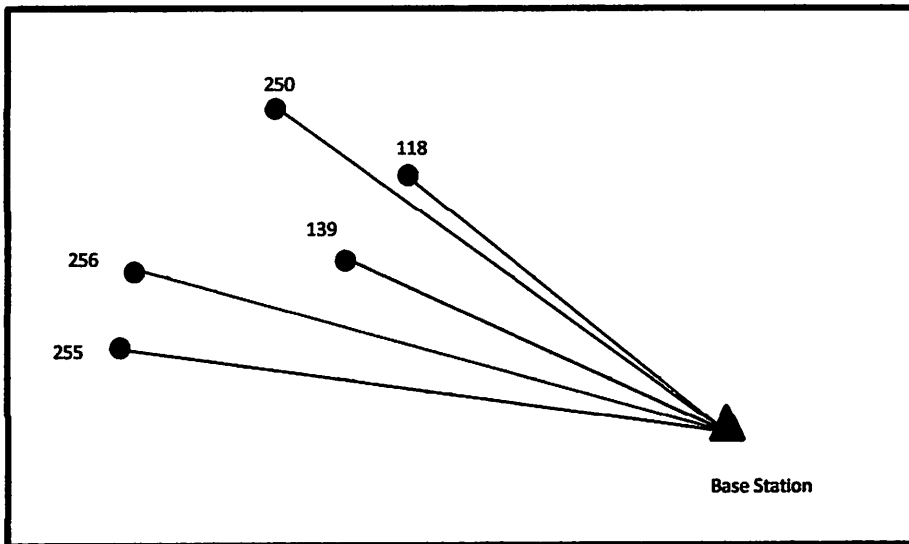
Persiapan penting dilakukan sebelum melaksanakan pengamatan. Persiapan yang diperlukan antara lain orientasi lapangan dan pengecekan alat yang akan digunakan. Orientasi lapangan perlu dilakukan mengingat daerah yang akan disurvei lumayan banyak dan dimaksudkan untuk menghindari hal hal yang tidak diperkirakan seperti titik kontrol yang rusak bahkan sudah tidak pada tempatnya. Perancangan *design* jalur pengukuran juga memerlukan orientasi lapangan terlebih dahulu. Sementara pengecekan alat juga merupakan bagian persiapan yang penting mengingat pengamatan yang memakan waktu lama maka baterai dari *receiver* maupun *controller* baik yang berada di *base* maupun sebagai *rover* harus dipastikan terisi penuh dan membawa cadangan baterai. Berikut di bawah merupakan rancangan rencana pengukuran untuk 3 variasi *range* jarak.



Gambar 3.2 Rencana pengukuran untuk *range* 1-5 km

Keterangan

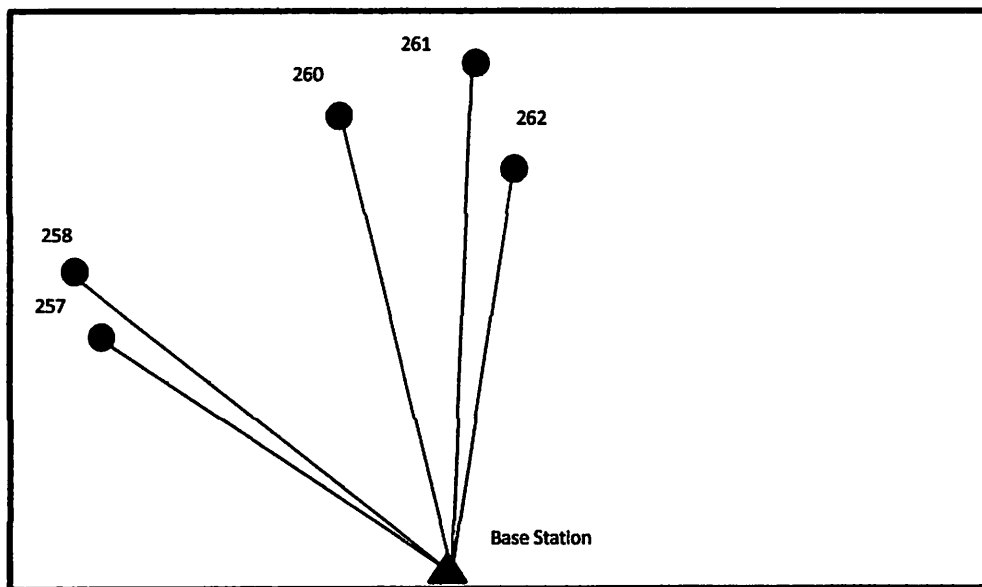
1. *Base* : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. 13.04.156 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. 13.04.158 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.121 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.102 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. 13.04.101 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 3.3 Rencana pengukuran untuk *range* 6-10 km

Keterangan

1. Base : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. 13.04.139 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Cebongan, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. 13.04.118 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Mlati, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.255 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.256 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. 13.04.250 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Margokaton, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 3.4 Rencana pengukuran untuk range 11-15 km

Keterangan :

1. *Base* : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. 13.04.257 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Margokaton, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. 13.04.258 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Mlati, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.262 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.261 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. 13.04.260 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

III.5 Proses Pengambilan Data Menggunakan *Navcom Land-Pak SF 3040*

Berikut ini akan dijelaskan proses seting alat *NavCom Land-Pak SF-3040* untuk pengambilan data statik dan *real time*.

III.5.1 Proses pengambilan data statik

Adapun proses untuk pengambilan data menggunakan metode statik adalah sebagai berikut:

1. *Setting Base*

- a. Langkah pertama adalah mendirikan statif dan *centering* di titik yang akan digunakan sebagai titik *base station*. Dalam hal ini yang digunakan adalah Titik Orde 0 dari Bakosurtanal N-0005 yang terletak di Rektorat Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Sleman.



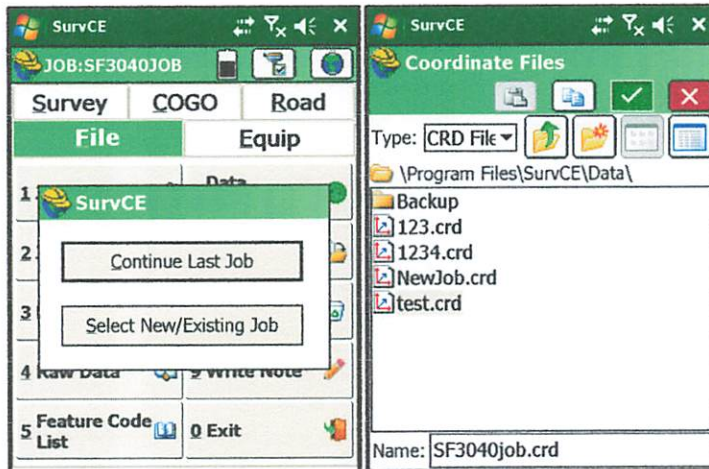
Gambar 3.5 *Base Station* berdiri di Titik N-0005

- b. Menghidupkan *receiver* hingga indikator lampu menyala berkedip, kemudian tunggu hingga proses inisialisasi selesai dan setelahnya dilanjutkan dengan menghidupkan *controller*, setelah itu masuk ke menu aplikasi *SurvCE* yang ada di tampilan menu *controller*.



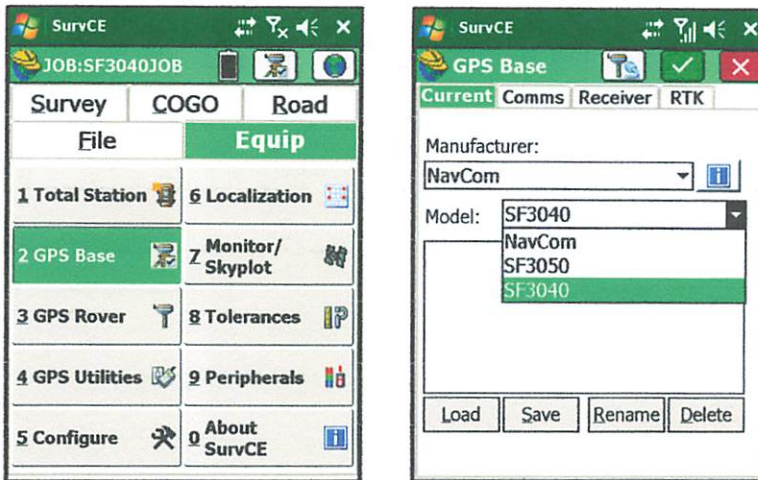
Gambar 3.6 Tampilan awal menu *controller*

- c. Untuk membuat *Job* baru, masuk ke dalam menu *Select New/Existing Job*. Sedangkan apabila untuk melanjutkan *Job* menu yang dipilih adalah *Continue Last Job*.



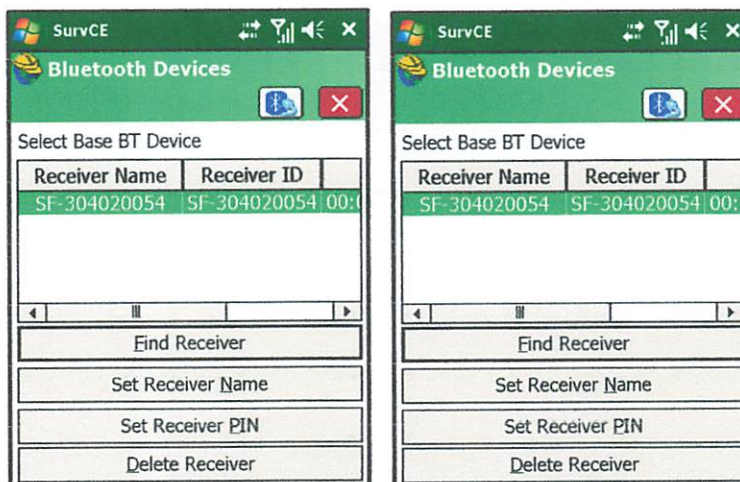
Gambar 3.7 Tampilan menu *Job*

- d. Untuk mengatur sistem proyeksi yang akan digunakan, masuk ke menu *file – Job Setting – System* kemudian pilih sistem proyeksi yang akan digunakan.



Gambar 3.8 Tampilan menu *Setting Base*

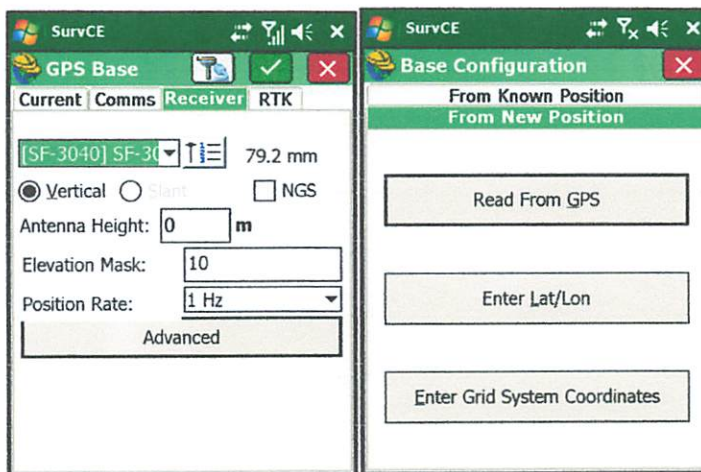
- e. Menghubungkan *controller* dengan *receiver* diperlukan koneksi nirkabel *Bluetooth*. Oleh karena itu perlu disambungkan terlebih dahulu dengan masuk ke menu *Comms – Bluetooth – klik icon configure – Find Receiver – tunggu sampai daftar receiver terlihat – pilih sesuai dengan receiver yang akan digunakan – Set Receiver PIN – centang pada icon Bluetooth*. Jika sudah terhubung maka lampu indikator *Bluetooth* pada *receiver* akan berubah warna menjadi biru.



Gambar 3.9 Tampilan *Setting Bluetooth*



- f. Untuk memasukkan nilai koordinat BM yang akan digunakan sebagai *base station* masuk ke menu *Receiver* kemudian masukkan tinggi alat dan rubah *elevation mask* sesuai dengan apa yang akan digunakan. Setelah itu masuk ke menu *RTK – none – advance*. Pada kotak dialog yang keluar pilih opsi *base configuration – enter lat/long* untuk memasukkan nilai koordinat BM yang akan dipakai.



Gambar 3.10 Tampilan menu *setting base* dan memasukkan nilai koordinat

- g. Sampai pada tahap ini, *Bluetooth* boleh dimatikan atau *disconnecting* dengan catatan selama proses pengambilan data *receiver* tetap dalam keadaan menyala. Apabila *receiver* mati maka perlu melakukan pengaturan ulang seperti langkah diatas.

2. *Setting Rover*

Kemudian setelah pengaturan pada *base station* selesai, langkah yang dilakukan adalah melakukan pengaturan pada *rover*. Pengamatan pada mode statik dan *real time* diamati dalam waktu yang bersamaan.

- a. Mendirikan alat dengan menggunakan bipot di titik yang akan diamati.



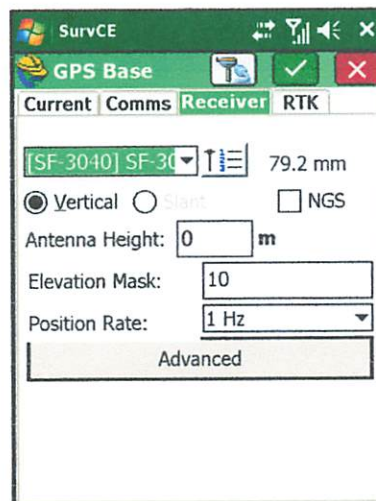
Gambar 3.11 Mendirikan alat dengan menggunakan bipot

- b. Menghidupkan *receiver* kemudian tunggu hingga indikator lampu pada *receiver* menyala berkedip. Langkah selanjutnya tunggu sampai proses inisialisasi data selesai kemudian dilanjutkan masuk menu aplikasi *SurvCE*.
- c. Untuk membuat *Job* baru masuk ke menu ***Job – Select New/Existing Job***. Kemudian beri nama pada *Job* sesuai dengan yang akan digunakan.
- d. Untuk mengatur sistem proyeksi yang akan digunakan masuk ke menu ***File – Job Setting – System***. Kemudian pilih sesuai dengan sistem proyeksi yang akan digunakan.



Gambar 3.12 Tampilan memilih model alat pada rover.

- e. Sama halnya dengan *base station*, pada rover juga diperlukan adanya koneksi nirkabel *Bluetooth* untuk menyambungkan antara *controller* dengan *receiver*. Adapun langkahnya sama persis dengan yang sudah dilakukan pada *base station*.
- f. Selanjutnya masuk ke menu *Receiver* untuk memasukkan nilai tinggi alat. Setelahnya masukkan juga nilai *elevation mask* beserta *position rate*. Kemudian pada submenu RTK dipilih opsi *none – advance*.



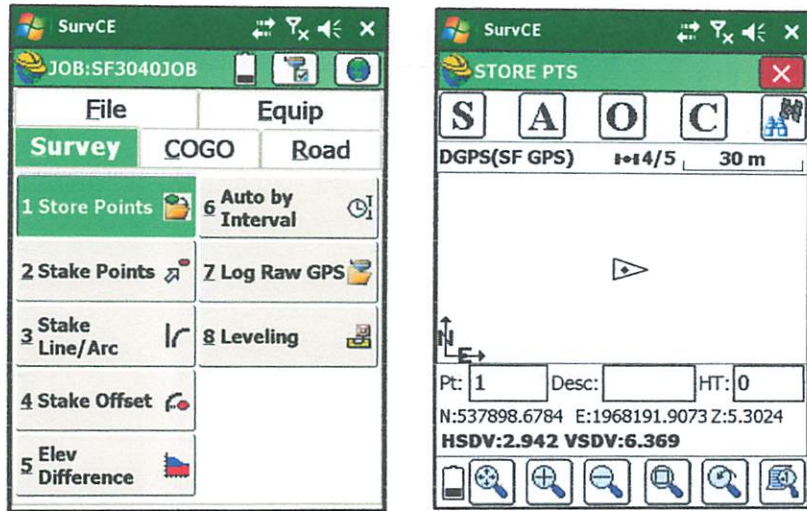
Gambar 3.13 Proses *logging data* pada rover

- g. Sampai pada proses ini berarti tahapan pengaturan pada *rover* sudah selesai.

III.5.2 Proses pengambilan data *real time DGPS*

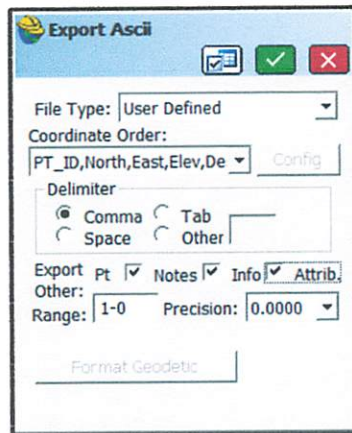
Adapun proses untuk pengambilan data *real time DGPS* selengkapnya adalah sebagai berikut :

- a. Pada pengambilan data *real time DGPS* bisa dilakukan secara bersamaan dengan metode statik
- b. Untuk menyimpan data pengamatan *realtime* langkahnya adalah masuk ke menu aplikasi *SurvCE* terlebih dahulu. Pada menu *Survey* akan keluar kotak dialog, dipilih opsi *Store Point*. Dari jendela baru yang keluar terdapat sub sub menu seperti *Pt* yang digunakan untuk memberi nama atau identitas pada titik yang diamati, kemudian terdapat sub menu *Desc* dimana menu ini diisikan apabila terdapat deskripsi titik yang akan dimasukkan, yang terakhir terdapat menu *HT* yang merupakan nilai dari tinggi alat daripada *receiver* yang digunakan sebagai *rover* pada pengamatan ini. Untuk melakukan penyimpanan dapat dipilih pada ikon *S* yang terdapat di pojok kiri atas.



Gambar 3.14 Proses pengambilan data pada metode *real time DGPS*

- c. Setelah data diambil selanjutnya yang harus dilakukan adalah mengekspor data pengamatan menjadi format *ASCII*.
- d. Untuk mengekspor data pengamatan masuk ke menu *Import/Export – File* – klik data yang akan ditampilkan – memilih lokasi penyimpanan.



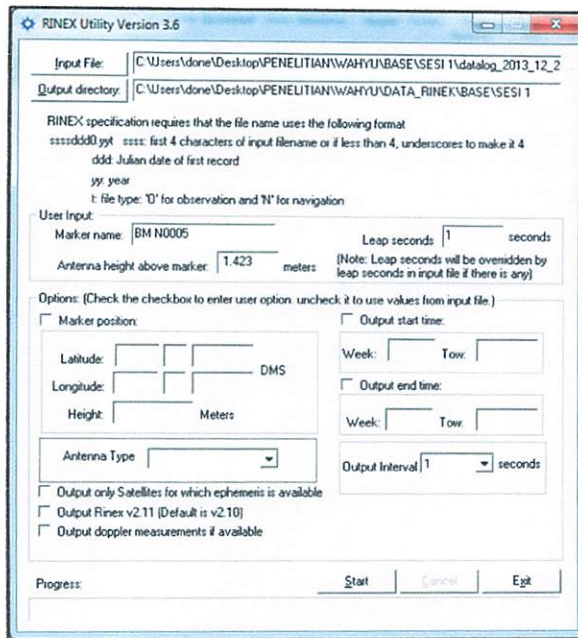
Gambar 3.15 Proses ekspor file ASCII

- e. Untuk memindahkan data hasil ekspor ke dalam komputer dapat dilakukan dengan memindahkan kartu memory eksternal ke dalam komputer dan meng-*copy* file tersebut atau bisa juga via *bluetooth*.

III.5.3 Proses Download Data

Setelah pengamatan selesai dilakukan langkah selanjutnya adalah *download*-nya. Pengamatan statik akan menghasilkan data dan tersimpan dalam memori eksternal dari *receiver NavCom Land-Pak SF-3040*, untuk memindahkan data dapat dilakukan dengan memasang kartu memori eksternal ke komputer dan meng-*copy* file data ke dalam komputer. File bawaan merupakan file yang berekstensi *.DAT* dimana disini diperlukan konversi data menjadi *Rinex* sehingga dapat diolah menggunakan perangkat lunak *Trimble Business Center 2.0*. Konversi data dilakukan menggunakan perangkat lunak *Rinex Utility Version 3.6*. Adapun langkah *converting* data selengkapnya adalah sebagai berikut :

1. Menjalankan *software Rinex Utility Version 3.6*.
2. Memilih data yang akan dikonversi dengan masuk ke menu *Input – File*.
3. Untuk menentukan lokasi hasil konversi, masuk ke dalam menu *Output Directory* kemudian ditentukan di direktori mana file tersebut akan disimpan.
4. Sedangkan untuk memasukkan besarnya tinggi antenna dapat dilakukan dengan masuk ke menu *Antenna high above marker*. Kemudian memasukkan interval data pengamatan dalam menu *Output Interval*. Selanjutnya untuk melakukan proses konversi data dapat dilakukan dengan meng-klik *Start*. Tunggu sampai proses selesai dan keluar notifikasi yang menunjukkan bahwa proses konversi data sudah selesai dilakukan.

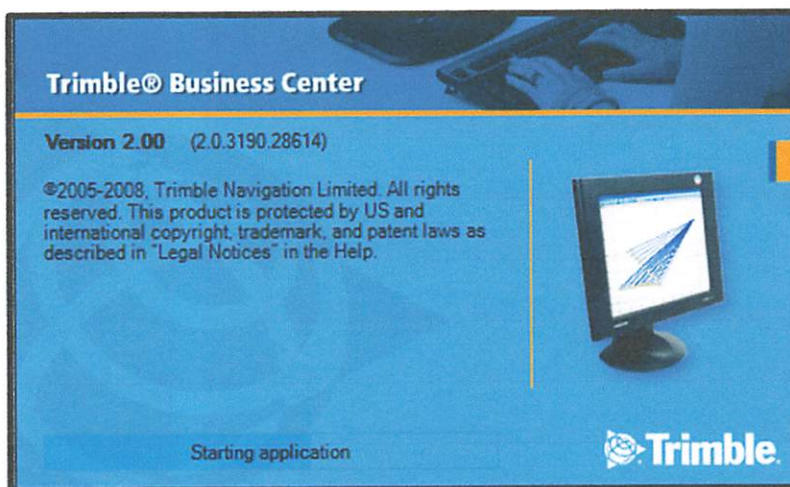


Gambar 3.16 Tampilan software *Rinex Utility Version 3.6*

III.6 Proses Pengolahan Menggunakan *Software Trimble Business Center*.

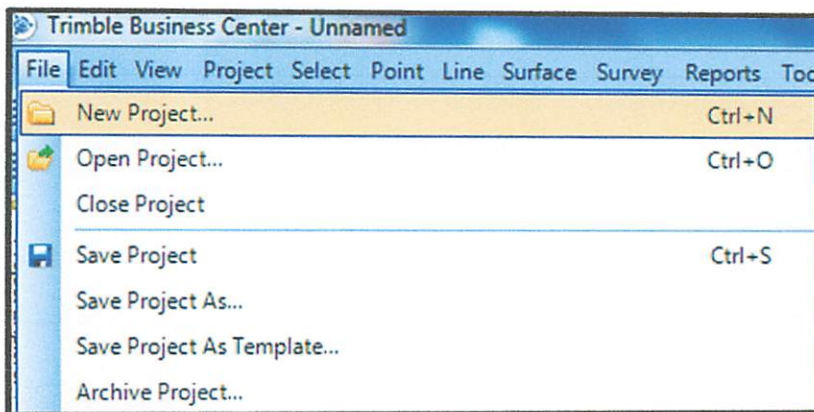
Pengolahan data GPS mode statik menggunakan *software* TBC terbagi dalam beberapa tahap, diantaranya pembuatan *project*, *import* data GPS, serta pengolahan *baseline*.

1. Menjalankan *software Trimble Business Center 2.0*.

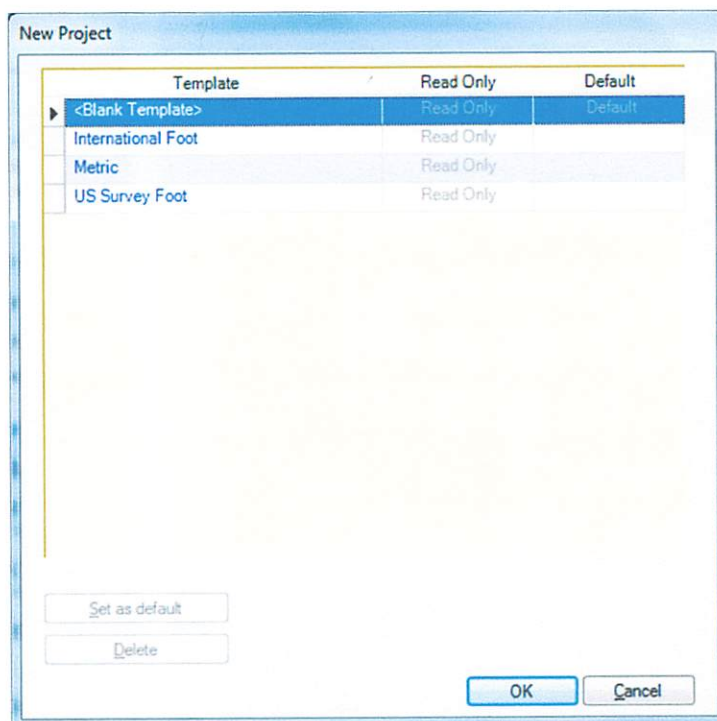


Gambar 3.17 Tampilan awal *Trimble Business Center 2.0*

2. Untuk membuat *project baru* di TBC dapat dilakukan dengan cara masuk ke menu *File – New Project*.



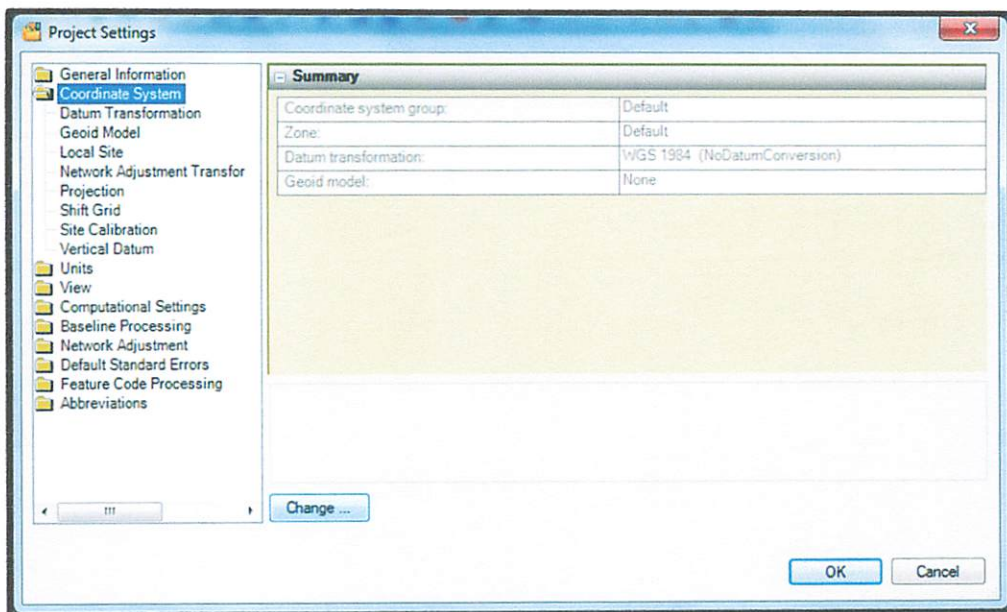
Gambar 3.18 Tampilan proses awal pembuatan *project*



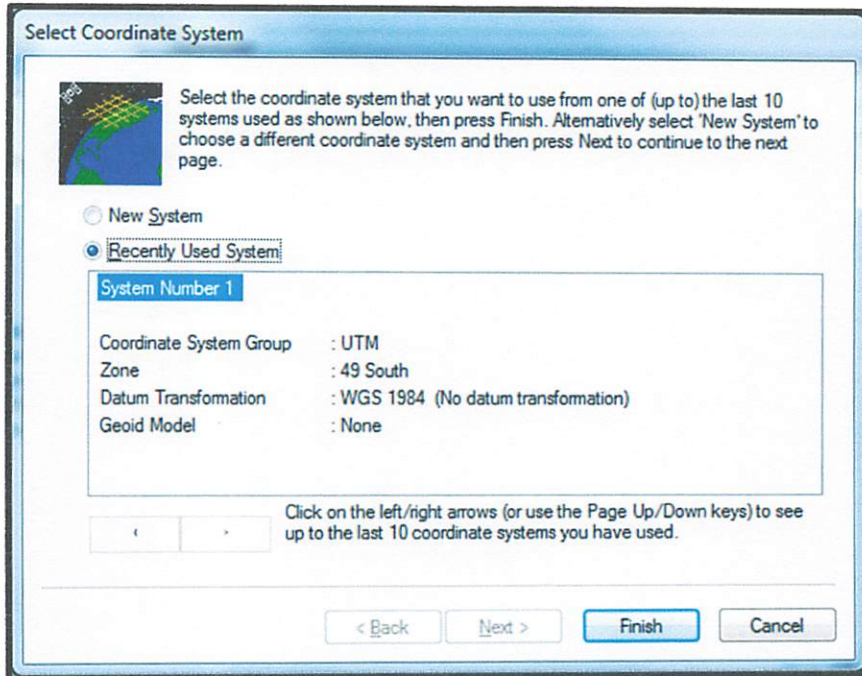
Gambar 3.19 Tampilan setelah *project* baru terbentuk

3. Kemudian setelah *project* baru terbuat perlu dilakukan pengaturan terlebih dahulu supaya sistem koordinat yang digunakan pada saat pengolahan


sama dengan sistem koordinat yang digunakan pada saat proses pengambilan data di lapangan. Adapun caranya adalah masuk ke menu *Project – Project Settings – Coordinate Systems – Change – Select Coordinate Systems* – pilih sistem koordinat yang sesuai.

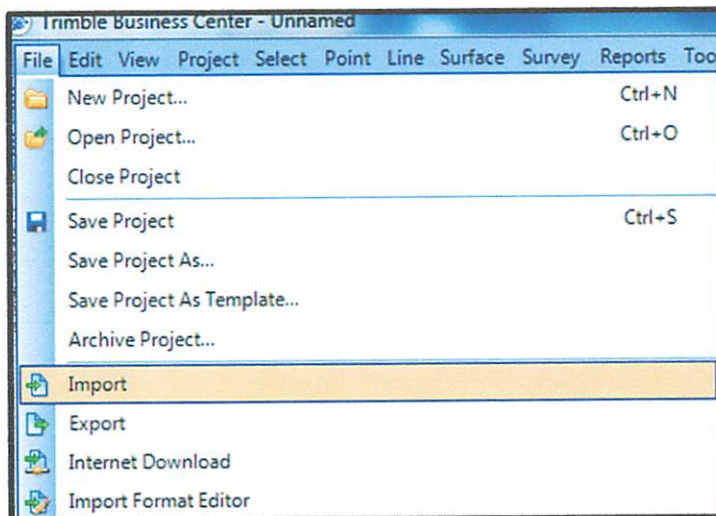


Gambar 3.20 Tampilan pada saat proses mengganti sistem koordinat



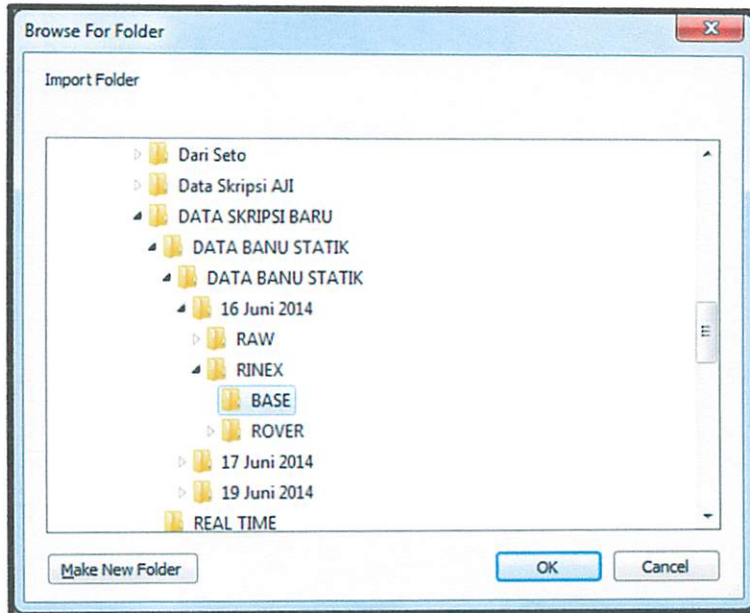
Gambar 3.21 Tampilan pada proses pemilihan sistem koordinat

4. Setelah pengaturan *project* selesai langkah selanjutnya adalah mengimpor data *rinex* hasil pengamatan. Adapun caranya bisa dengan langsung klik *icon import* yang terdapat di *taskbar*  atau bisa juga melalui menu **File – Import**.

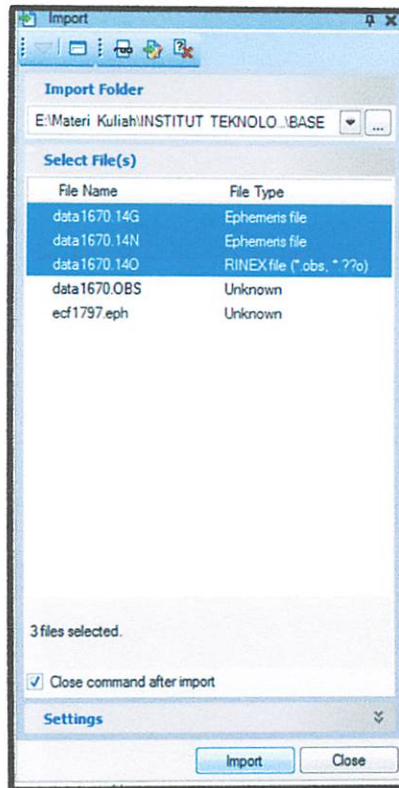


Gambar 3.22 Mengimpor data *rinex* hasil pengamatan

5. Kemudian pada kotak dialog yang keluar disebelah kanan menunjukkan direktori tempat dimana data akan diimpor. Pilih direktori dimana data disimpan kemudian *drag* dan klik *import*.

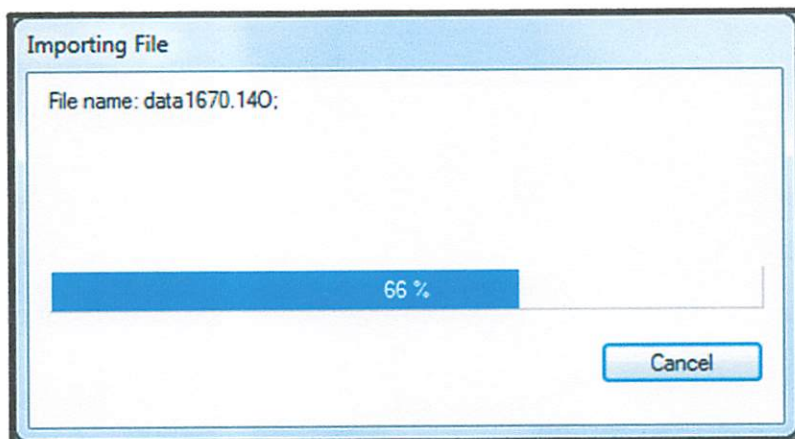


Gambar 3.23 Memilih direktori dimana data akan diimpor

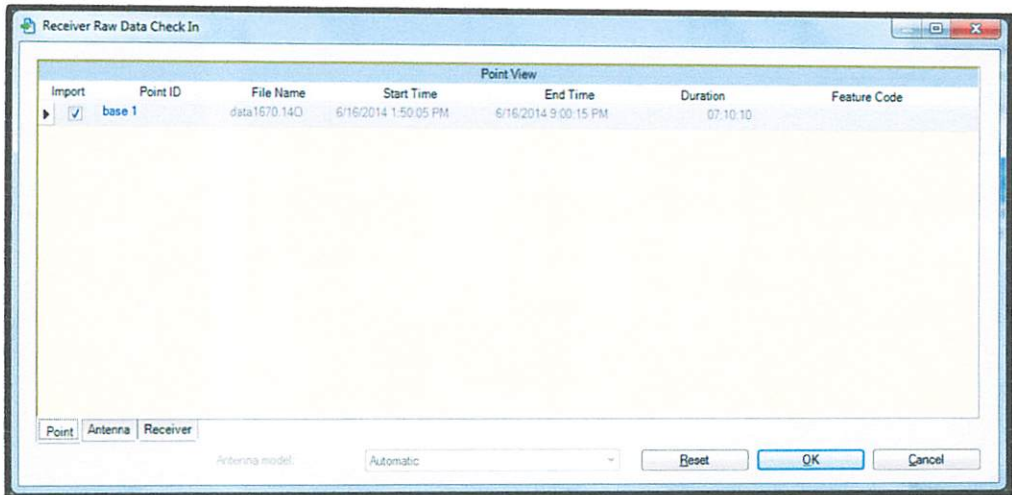


Gambar 3.24 Tampilan proses *importing* data

- Selanjutnya pada kotak dialog yang keluar tunggu hingga proses selesai dan setelahnya akan keluar jendela yang menampilkan titik yang sudah berhasil diimpor. Klik OK untuk menuju ke proses selanjutnya.

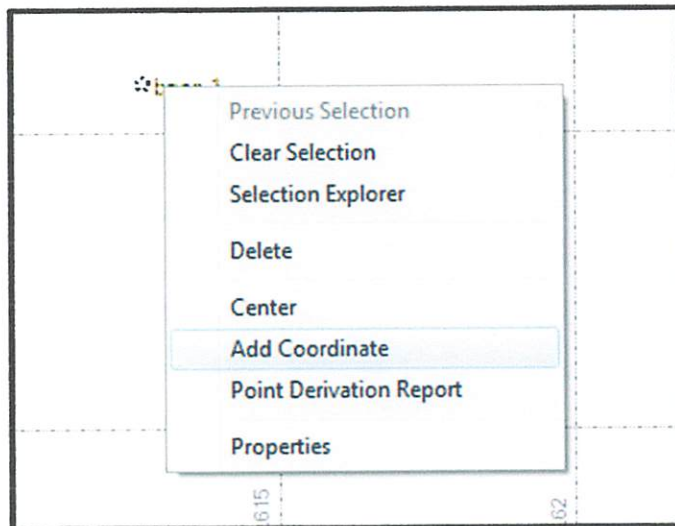


Gambar 3.25 Proses *importing file*

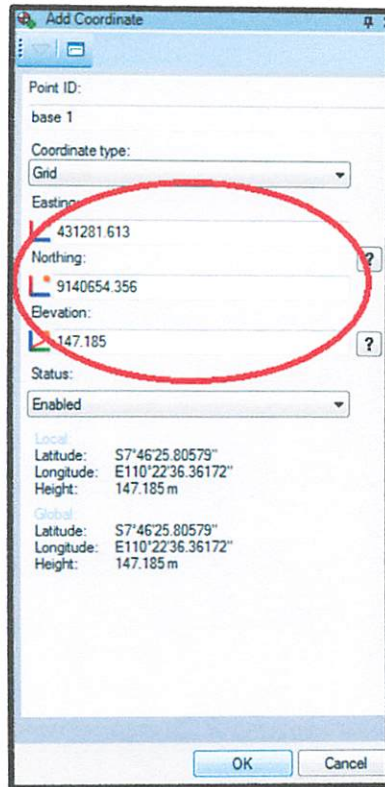


Gambar 3.26 Tampilan titik yang berhasil diimpor ke dalam TBC

- Untuk titik yang digunakan sebagai *base station* disini perlu dimasukkan nilai koordinat yang sudah diketahui dengan cara klik kanan pada titik kemudian pilih opsi *add coordinate*. Setelahnya akan keluar jendela baru di sebelah kanan. Isikan sesuai dengan nilai yang diketahui baik untuk nilai *easting*, *northing*, maupun *elevation* nya. Kemudian klik OK.

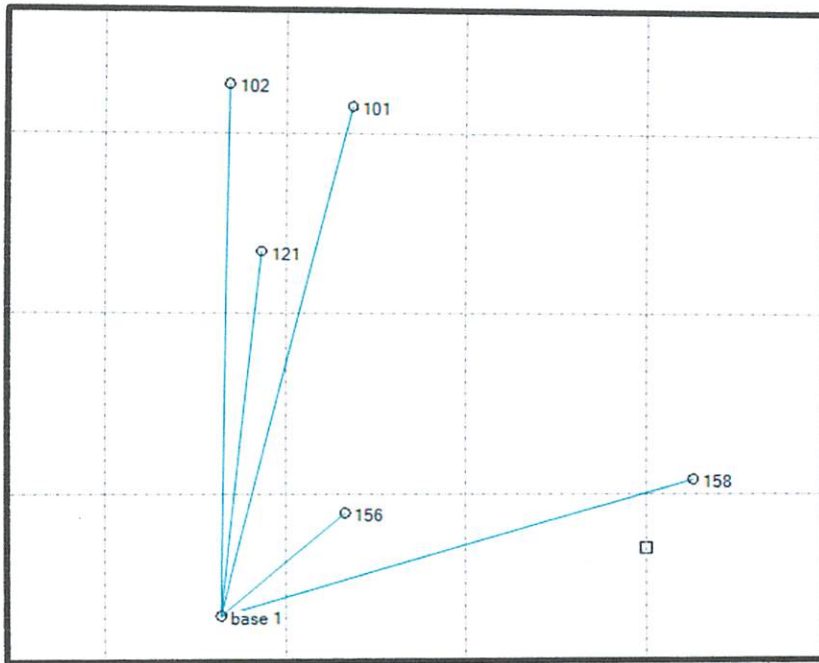


Gambar 3.27 Tampilan proses awal *add coordinate*




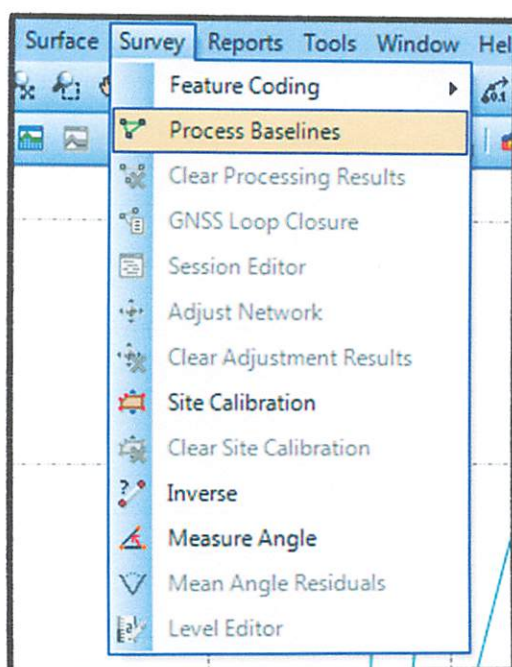
Gambar 3.28 Tampilan proses memasukkan nilai koordinat pada *base station*

8. Kemudian untuk mengimpor titik titik yang lain langkahnya sama dengan langkah diatas.



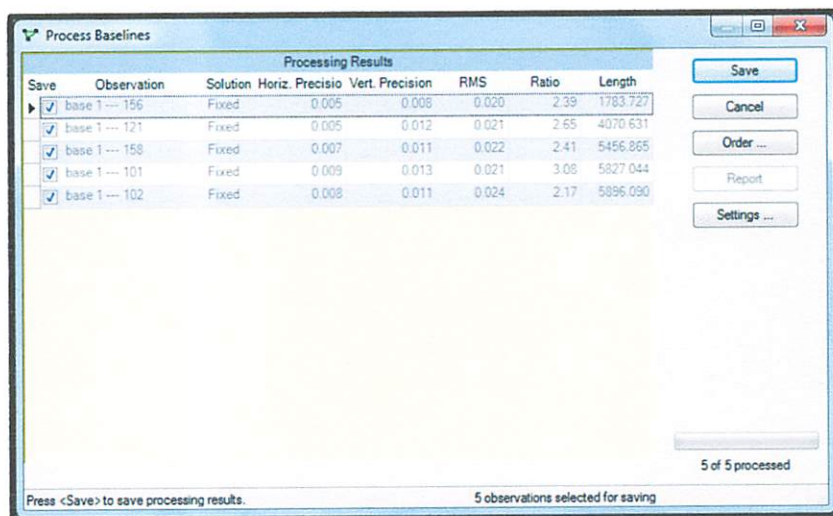
Gambar 3.29 Tampilan *baseline* untuk *range* pertama setelah semua titik diimpor

9. Setelah semua titik berhasil diimpor langkah selanjutnya adalah memproses *baseline*. Adapun caranya dapat dilakukan dengan mengklik *icon process baselines* yang terdapat di *taskbar*  atau dengan mengklik menu *Survey – Process Baselines*



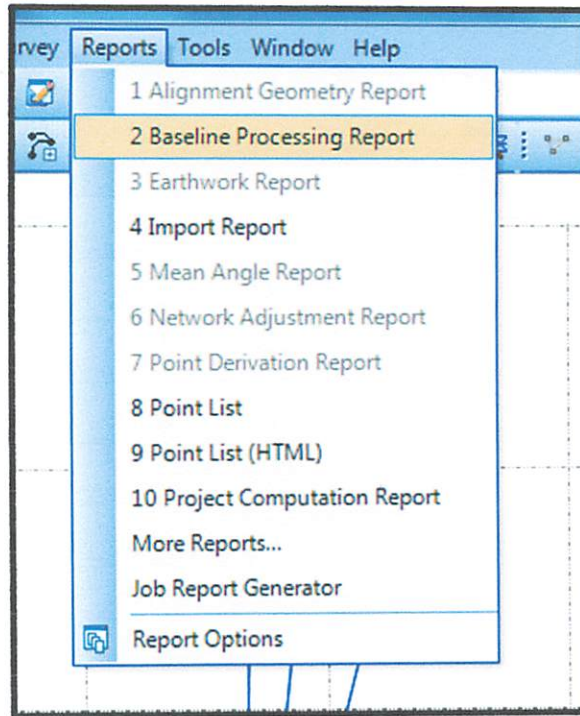
Gambar 3.30 Tampilan menu *process baselines*

10. Selanjutnya pada jendela yang keluar akan menunjukkan bahwa proses terhadap *baseline* yang diimpor sedang berlangsung. Tunggu hingga proses selesai kemudian klik *save* untuk menyimpannya.



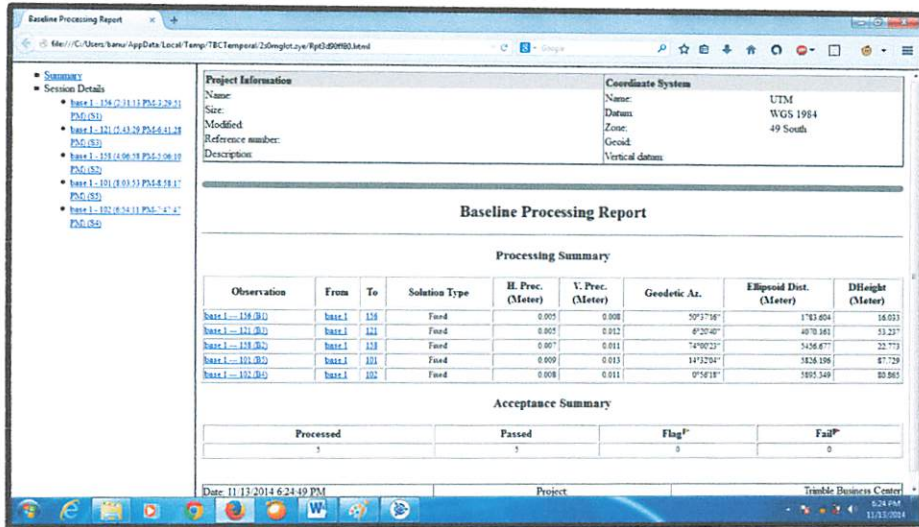
Gambar 3.31 Proses *baseline* seeding berlangsung

11. Kemudian untuk memunculkan atau melihat *report* dari *baseline* yang sudah diolah tadi dapat dilakukan dengan cara klik pada menu **Reports – Baseline Processing Report**



Gambar 3.32 Tampilan menu *reports* pada *taskbar*

12. Selanjutnya akan otomatis keluar jendela baru yang berformat .HTML. Ini merupakan *file report* yang baru saja diolah.



Gambar 3.33 File Report berformat .HTML

III.7 Proses Perhitungan Uji Hipotesa

Dalam proses perhitungan untuk uji hipotesa disini dibagi dalam dua tahap. Yang pertama uji hipotesa untuk nilai standard deviasi pengamatan terhadap besarnya spesifikasi alat kemudian yang kedua adalah uji hipotesa terhadap nilai koordinat yang sudah diketahui yaitu Titik Koordinat Kontrol Geodesi Orde 3 dari BPN.

III.7.1 Uji hipotesa untuk nilai standard deviasi terhadap spesifikasi alat

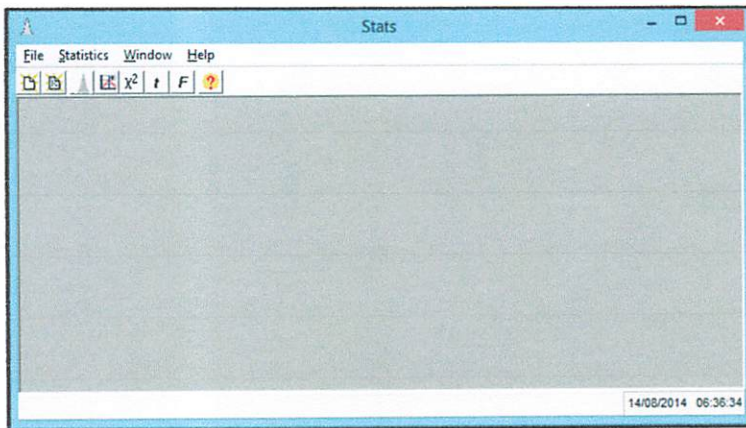
Uji hipotesa untuk nilai simpangan baku dari koordinat *Easting* dan *Northing* dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (σ_0^2) adalah nilai ketelitian simpangan baku dari spesifikasi alat DGPS *NavCom Land-Pak SF-3040* yaitu $0.5\text{mm}+0.5\text{ppm}$ untuk data statik dan 0.050 m untuk data *real time*. Uji tersebut dilakukan pada 15 titik dengan lama pengamatan di tiap titiknya 45 menit dan 3 variasi *baseline*, dimana setiap satu

variasi *baseline* dilakukan pengamatan terhadap 5 titik. Nilai perhitungan hitung absolut akan ditolak dengan ketentuan :

$$\chi_{\alpha,r}^2 < \frac{r s^2}{\sigma_0^2}$$

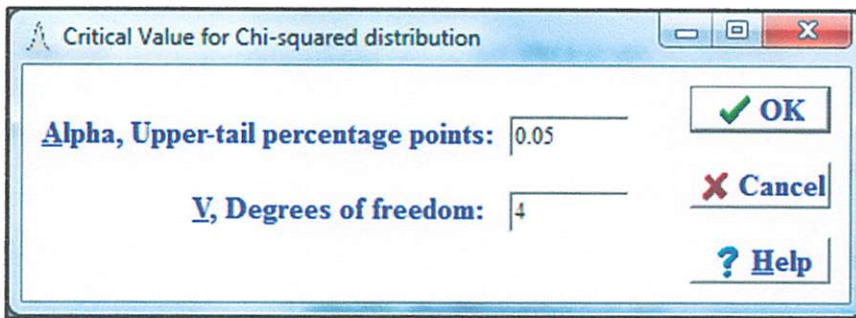
Adapun proses perhitungan nilai *critical value* menggunakan perangkat lunak *Stats* dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Membuka perangkat lunak *Stats*



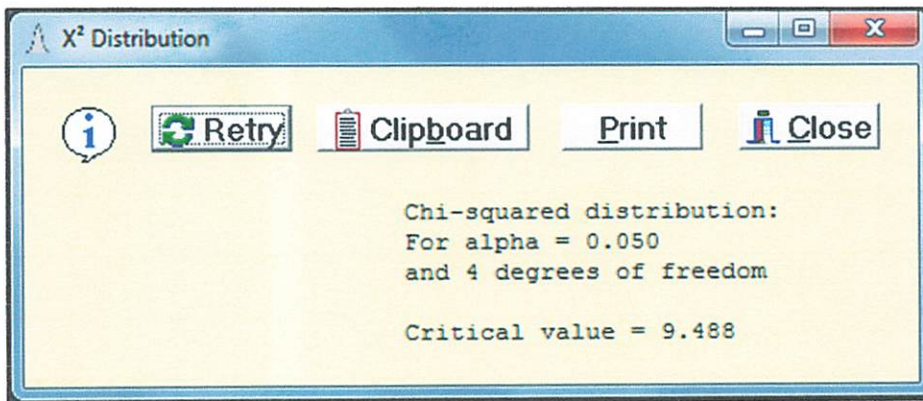
Gambar 3.34 Tampilan menu awal *Stats*

2. Pada menu bar di atas pilih opsi *compute critical value for chi² distribution*
 χ^2 |
3. Pada kotak dialog yang keluar diisikan nilai *alpha* untuk *lower* maupun *lower* dan nilai *Degree of Freedom*.



Gambar 3.35 Memasukkan nilai *alpha* dan *Degree of Freedom*

4. Selanjutnya akan keluar kotak dialog baru yang menunjukkan *critical value*.



Gambar 3.36 *Critical Value*

III.7.2 Uji hipotesa untuk nilai selisih koordinat data pengamatan dengan nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3

Uji hipotesa untuk selisih nilai vektor koordinat pengamatan dan koordinat orde 3 dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (H_0) tidak boleh lebih dari 0.15 meter.

$$H_0 = 0.15$$

$$H_1 \neq 0.15$$

$$\alpha = 0.05, H_0 \text{ ditolak apabila } t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\text{Xrata rata} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}, \text{ s = standard deviasi tiap tiap range jarak}$$

n = sample tiap range jarak = 5

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dilakukan terhadap data hasil pengamatan yang sudah dilaksanakan. Nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 dianggap sebagai nilai yang benar. Hasil koordinat pengamatan statik dengan berbagai variasi baseline beserta hasil *real time* DGPS akan dibandingkan terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3.

IV.1 Data Hasil Pengamatan

Pengamatan statik dan *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi Orde 3 dilakukan dengan menggunakan alat Navcom Land-Pak pada waktu yang bersamaan dengan variasi panjang *baseline* yang terbagi dalam tiga *range* jarak. *Range* pertama 1-5 km, sementara *range* kedua 6-10 km, sedangkan *range* ketiga 11-15 km.

Adapun hasil data pengamatan untuk *range* 1-5 km disajikan dalam tabel dibawah ini.

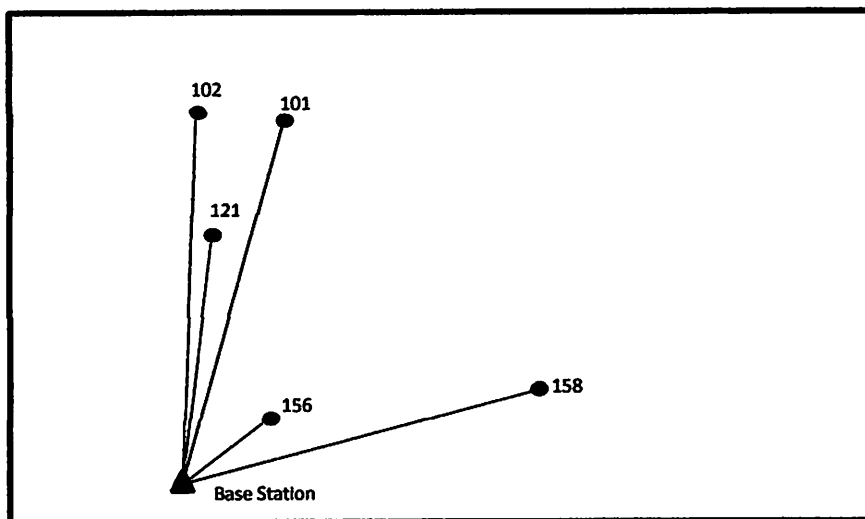
Tabel 4.1 Koordinat UTM datum WGS 84 hasil pengamatan metode statik untuk *range* 1-5 km

No	Nama Titik	Koordinat Statik		Jarak dari Base (m)	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
		Northing	Easting			
1	13.04.156	9141790.357	432660.481	1782.992	0.002	0.001
2	13.04.158	9142167.778	436525.385	5454.79	0.003	0.002
3	13.04.121	9144701.628	431727.629	4068.769	0.002	0.002
4	13.04.101	9146297.062	432737.344	5824.198	0.003	0.003
5	13.04.102	9146549.802	431371.82	5893.335	0.003	0.002

Tabel 4.2 Koordinat UTM datum WGS 84 hasil pengamatan metode *real time* DGPS untuk *range* 1-5 km

Nama Titik	Koordinat Realtime		$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
	Easting	Northing		
13.04.156	432660.88	9141791.417	0.0096242	0.0057797
13.04.158	436525.37	9142168.774	0.0056033	0.005099
13.04.121	431726.67	9144702.245	0.0021193	0.0015025
13.04.101	432737.96	9146297.779	0.0056556	0.0013898
13.04.102	431373.4	9146549.563	0.0035075	0.0108462

Adapun lokasi dari pengukuran untuk *range* 1-5 km disajikan dalam gambar di bawah ini.

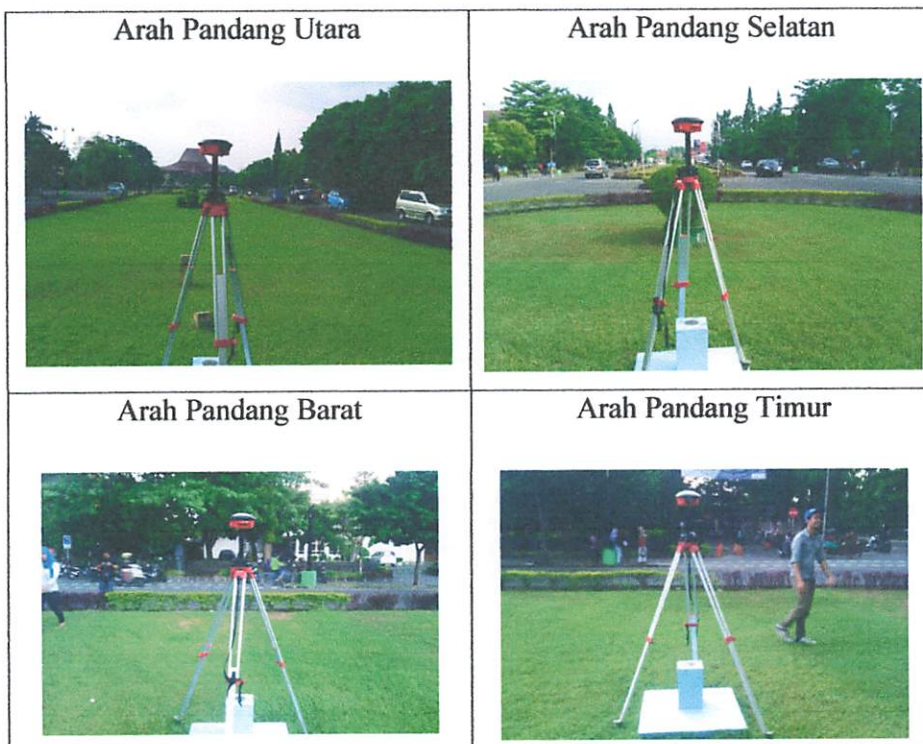


Gambar 4.1 Bentuk jaring untuk *range* 1-5 km

Keterangan

1. Base : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

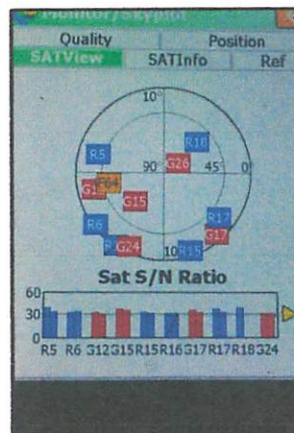
2. 13.04.156 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. 13.04.158 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Condongcatur, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.121 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.102 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. 13.04.101 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 4.2 Lokasi titik *base station* N-0005



Gambar 4.3 Gambar lokasi titik 13.04.156



Gambar 4.4 Skyplot untuk titik 13.04.15



Gambar 4.5 Lokasi titik 13.04.158



Gambar 4.6 Skyplot untuk titik 13.04.158

Untuk lokasi pengamatan selengkapnya pada *range* 1-5 km dapat dilihat di lampiran.

Adapun untuk hasil data pengamatan untuk *range* 6-10 km disajikan dalam tabel di bawah ini.

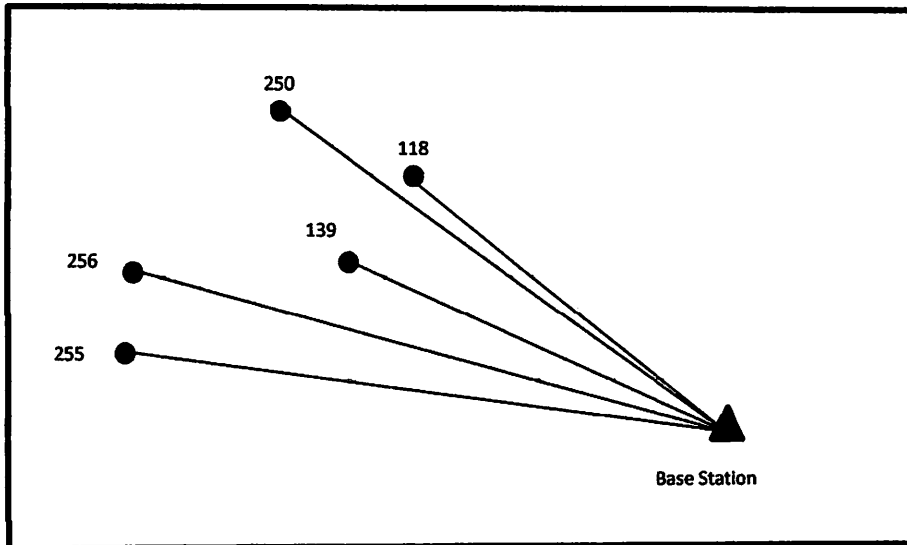
Tabel 4.3 Koordinat UTM WGS 84 hasil pengamatan metode statik untuk *range* 6-10 km

Nama Titik	Koordinat Statik		$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
	Northing	Easting		
13.04.255	9141925.134	421398.641	0.004	0.003
13.04.118	9145038.872	426020.374	0.005	0.004
13.04.250	9146314.543	423720.204	0.005	0.004
13.04.256	9143313.253	421565.703	0.005	0.002
13.04.139	9143470.951	425129.464	0.005	0.002

Tabel 4.4 Koordinat UTM WGS 84 hasil pengamatan metode *real time* DGPS untuk *range* 6-10 km

Nama Titik	Koordinat Realtime		$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
	Easting	Northing		
13.04.255	421398.87	9141923.036	0.0052622	0.0095287
13.04.118	426021.92	9145039.307	0.0090592	0.0170354
13.04.250	423720.25	9146314.408	0.0099812	0.0055893
13.04.256	421566.1	9143313.279	0.0092211	0.0048677
13.04.139	425128.3	9143471.178	0.0058443	0.0025786

Adapun lokasi yang digunakan untuk pengukuran *range* 6-10 km disajikan dalam gambar di bawah ini.



Gambar 4.7 Bentuk jaring untuk *range* 6-10 km

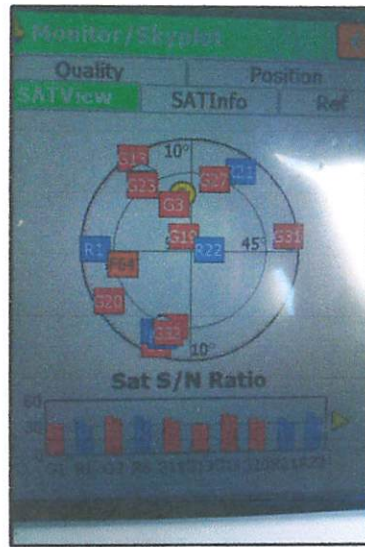
Keterangan

1. Base : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. 13.04.139 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Cebongan, Kecamatan Sleman, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
3. 13.04.118 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Mlati, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.255 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.256 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Sidoluhur, Kecamatan Godean, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

6. 13.04.250 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Margokaton,
Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta



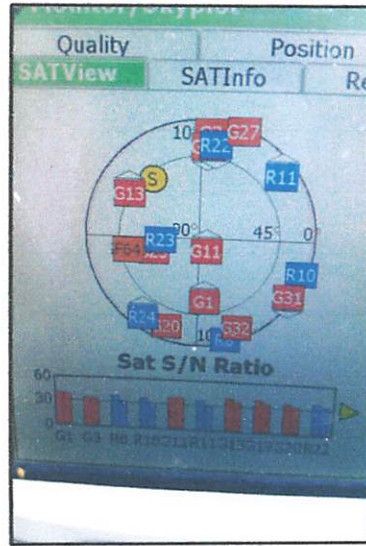
Gambar 4.8 Lokasi titik 13.04.255



Gambar 4.9 Skyplot untuk titik 13.04.255



Gambar 4.10 Lokasi titik 13.04.256



Gambar 4.11 Skyplot untuk titik 13.04.256

Untuk lokasi pengamatan selengkapnya pada *range* 6-10 km dapat dilihat di lampiran.

Adapun di bawah ini adalah hasil dari data pengamatan statik dan *real time* untuk *range* 11-15 km

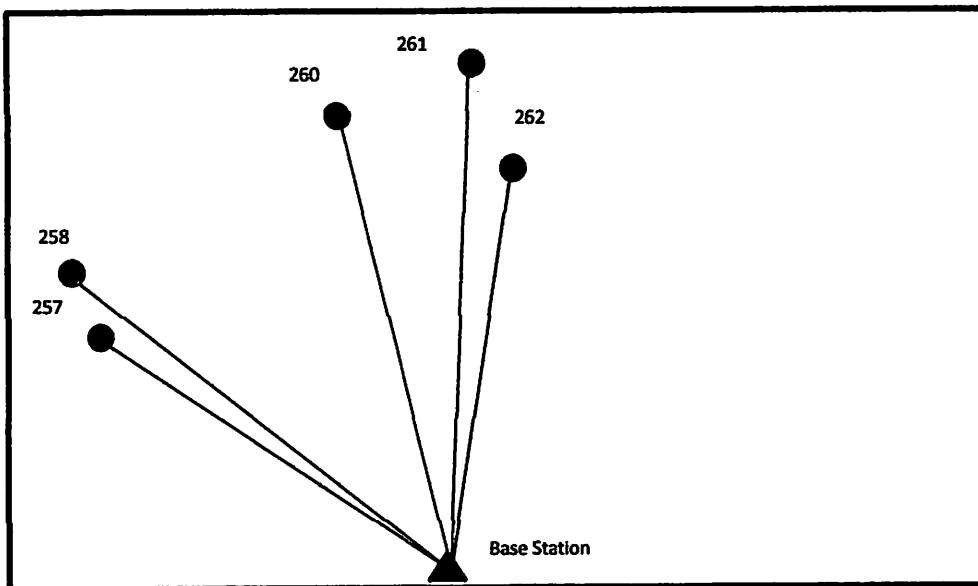
Tabel 4.5 Koordinat UTM datum WGS 84 hasil pengamatan metode statik untuk *range* 11-15 km

Nama Titik	Koordinat Statik		$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
	Northing	Easting		
13.04.257	9146324.278	421985.4084	0.006	0.002
13.04.258	9148031.403	421262.76	0.008	0.003
13.04.262	9150806.637	432681.662	0.003	0.002
13.04.260	9152516.364	428239.7888	0.004	0.003
13.04.261	9153890.039	431598.119	0.008	0.007

Tabel 4.6 Koordinat UTM datum WGS 84 hasil pengamatan metode *real time* DGPS untuk *range* 11-15 km

Nama Titik	Koordinat Realtime		$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing
	Easting	Northing		
13.04.257	421985.41	421985.4084	0.0105054	0.0029841
13.04.258	421262.76	421262.76	0.0031516	0.0010159
13.04.262	432681.66	432681.662	0.0078379	0.0118985
13.04.260	428239.79	428239.7888	0.0028154	0.0009267
13.04.261	431598.12	431598.119	0.002377	0.0040575

Adapun untuk lokasi pengukuran *range* 11-15 km disajikan dalam gambar di bawah ini.

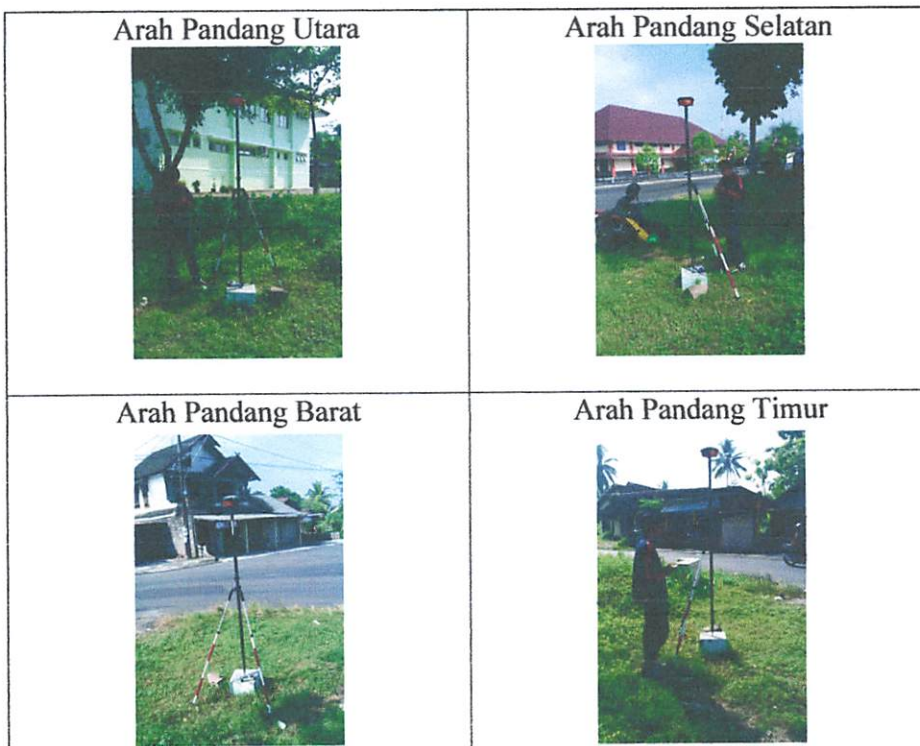


Gambar 4.12 Bentuk jaring untuk *range* 11-15 km

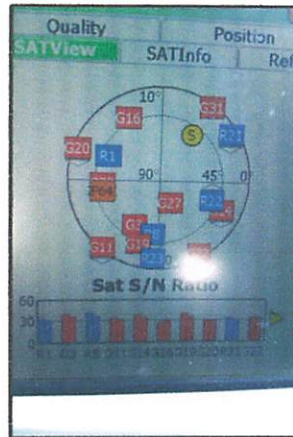
Keterangan :

1. Base : Titik orde 0 N-00005 BIG. Lokasi di boulevard rektorat Universitas Gadjah Mada, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. 13.04.257 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Margokaton, Kecamatan Seyegan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

3. 13.04.258 : Titik Kontrol Geodesi orde 3. Lokasi di Desa Mlati, Kecamatan Mlati, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. 13.04.262 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
5. 13.04.261 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.
6. 13.04.260 : Titik Kontrol Geodesi Orde 3. Lokasi di Desa Donokerto, Kecamatan Turi, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.



Gambar 4.13 Lokasi titik 13.04.261



Gambar 4.14 Skyplot untuk titik 13.04.261

Untuk lokasi pengamatan selengkapnya pada *range* 11-15 km dapat dilihat di lampiran.

IV.2 Analisis Hasil Data Pengamatan

Analisis hasil dilakukan terhadap data pengamatan yang sudah dilaksanakan. Hasil dari pengamatan statik maupun *real time* dibandingkan terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 dari Badan Pertanahan Nasional dimana titik tersebut dianggap sebagai titik yang dianggap benar. Sehingga dapat dilihat sejauh mana pergeseran koordinatnya dari nilai yang sebenarnya.

IV.2.1 Analisis data hasil pengamatan statik dan *real time*

Pengamatan kedua metode ini dilakukan dalam waktu bersamaan dengan titik yang juga sama. Pengamatan dilakukan selama 45 menit menggunakan *receiver Navcom Land-Pak SF 3040*.

Tabel 4.7 Perbedaan hasil data pengamatan metode statik dan metode *real time* DGPS untuk *range* 1-5 km

No	Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat Real Time		Selisih Real Time - Statik (m)		
		Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
1	13.04.156	432660.481	9141790.357	432660.8823	9141791.417	-0.40	-1.06	1.133
2	13.04.158	436525.385	9142167.778	436525.3696	9142168.774	0.02	-1.00	0.997
3	13.04.121	431727.629	9144701.628	431726.6684	9144702.245	0.96	-0.62	1.142
4	13.04.101	432737.344	9146297.062	432737.9612	9146297.779	-0.62	-0.72	0.946
5	13.04.102	431371.82	9146549.802	431373.4016	9146549.563	-1.58	0.24	1.600
Rata rata		Range 1-5 KM				-0.32	-0.63	1.16

Tabel 4.8 Perbedaan hasil data pengamatan metode statik dan metode *real time* DGPS untuk *range* 6-10 km

No	Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat Real Time		Selisih Real Time - Statik (m)		
		Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
6	13.04.255	421398.641	9141925.134	421398.8715	9141924.036	-0.23	1.10	1.122
7	13.04.118	426020.374	9145038.872	426020.916	9145038.307	-0.54	0.57	0.783
8	13.04.250	423720.204	9146314.543	423720.2546	9146314.408	-0.05	0.14	0.144
9	13.04.256	421565.703	9143313.253	421566.1016	9143313.279	-0.40	-0.03	0.400
10	13.04.139	425129.464	9143470.951	425129.3016	9143471.178	0.16	-0.23	0.279
Rata rata		Range 6-10 KM				-0.21	0.31	0.55

Tabel 4.9 Perbedaan koordinat data hasil pengamatan metode statik dan metode *real time* DGPS untuk *range* 11-15 KM

No	Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat Real Time		Selisih Real Time - Statik (m)		
		Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
11	13.04.257	421986.778	9146324.278	421985.9924	9146324.568	0.79	-0.29	0.837
12	13.04.258	421261.707	9148031.416	421260.5882	9148031.613	1.12	-0.20	1.136
13	13.04.262	432682.549	9150806.637	432681.7858	9150806.791	0.76	-0.15	0.778
14	13.04.260	428240.116	9152516.364	428240.5032	9152515.519	-0.39	0.84	0.929
15	13.04.261	431598.49	9153903.87	431599.0635	9153901.124	-0.57	2.75	2.805
Rata rata		Range 11-15 KM				0.34	0.59	1.30

Dari hasil diatas didapatkan bahwa untuk *range* 1-5 km, selisih nilai vektor antara data pengamatan statik dan data *real time* adalah sebesar 1.16 m, sementara untuk

range 6-10 km adalah 0.55 m, dan untuk range 11-15 km adalah 1.30 m. Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang *baseline* tidak berpengaruh terhadap jauhnya perbedaan koordinat yang dihasilkan dari kedua metode tersebut.

IV.2.2 Analisis data pengamatan metode statik terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3

Analisis dilakukan terhadap data pengamatan metode statik terhadap koordinat yang dianggap sebagai nilai yang sebenarnya, yaitu koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3. Sehingga akan diperoleh seberapa meleset data pengamatan statik terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 jika dilihat dari panjang *baseline* yang bervariasi. Adapun hasil selengkapnya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10 Perbedaan koordinat hasil pengamatan metode statik terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk range 1-5 km

Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat BPN		Selisih Statik - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
13.04.156	432660.481	9141790.357	432660.416	9141790.383	-0.07	0.03	<u>0.07</u>
13.04.158	436525.385	9142167.778	436525.399	9142167.834	0.01	0.06	<u>0.06</u>
13.04.121	431727.629	9144701.628	431727.704	9144701.642	0.08	0.01	<u>0.08</u>
13.04.101	432737.344	9146297.062	432736.899	9146296.571	-0.45	-0.49	<u>0.66</u>
13.04.102	431371.82	9146549.802	431371.964	9146549.76	0.14	-0.04	<u>0.15</u>
Rata-rata	Range 1-5 KM				-0.06	-0.09	0.20

Tabel 4.11 Perbedaan koordinat hasil pengamatan metode statik terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *range* 6-10 km

Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat BPN		Selisih Statik - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
13.04.255	421398.641	9141925.134	421397.736	9141924.99	-0.90	-0.14	<u>0.92</u>
13.04.118	426020.374	9145038.872	426018.91	9145037.972	-1.46	-0.90	<u>1.72</u>
13.04.250	423720.204	9146314.543	423719.4675	9146313.7	-0.74	-0.84	<u>1.12</u>
13.04.256	421565.703	9143313.253	421565.3077	9143312.571	-0.40	-0.68	<u>0.79</u>
13.04.139	425129.464	9143470.951	425127.866	9143470.414	-1.60	-0.54	<u>1.69</u>
Rata -rata	Range 6-10 KM				-1.02	-0.62	<u>1.25</u>

Tabel 4.12 Perbedaan koordinat hasil pengamatan metode statik terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *baseline* 11-15 km

Nama Titik	Koordinat Statik		Koordinat BPN		Selisih Statik - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Vektor
13.04.257	421986.778	9146324.278	421985.4084	9146323.722	-1.37	-0.56	<u>1.48</u>
13.04.258	421261.707	9148031.416	421262.76	9148031.044	1.05	-0.37	<u>1.12</u>
13.04.262	432682.549	9150806.637	432681.662	9150805.653	-0.89	-0.98	<u>1.32</u>
13.04.260	428240.116	9152516.364	428239.7888	9152514.962	-0.33	-1.40	<u>1.44</u>
13.04.261	431598.49	9153903.87	431598.119	9153901.541	-0.37	-2.33	<u>2.36</u>
Rata -rata	Range 11-15 KM				-0.38	-1.13	<u>1.54</u>

Dari tabel-tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk *range* 1-5 km selisih nilai vektor koordinat hasil pengamatan terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 adalah sejauh 0.20 meter. Sedangkan untuk *range* 6-10 km selisih nilai vektornya sejauh 1.25 dan untuk *range* 11-15 km nilai vektornya sejauh 1.54 meter. Sehingga dari sini dapat disimpulkan bahwa semakin panjang *baseline* nya maka akan berpengaruh terhadap hasil data pengamatan metode statik.

IV.2.3 Analisis data pengamatan metode *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3

Pengamatan *real time* DGPS dilakukan secara bersamaan dengan pengamatan metode statik menggunakan titik yang juga sama dan dengan inialisasi data selama 45 menit. Adapun hasil selengkapnya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Perbedaan koordinat hasil pengamatan *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *range* 1-5 km

Nama Titik	Koordinat Real Time		Koordinat BPN		Selisih Real Time - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Jarak
13.04.156	432660.882	9141791.417	432660.416	9141790.383	0.47	1.03	<u>1.13</u>
13.04.158	436525.37	9142168.774	436525.399	9142167.834	-0.03	0.94	<u>0.94</u>
13.04.121	431726.668	9144702.245	431727.704	9144701.642	-1.04	0.60	<u>1.20</u>
13.04.101	432737.961	9146297.779	432736.899	9146296.571	1.06	1.21	<u>1.61</u>
13.04.102	431373.402	9146549.563	431371.964	9146549.76	1.44	-0.20	<u>1.45</u>
Rata rata		Range 1-5 KM		0.38	0.72	1.27	

Tabel 4.14 Perbedaan koordinat hasil pengamatan *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *range* 6-10 km

Nama Titik	Koordinat Real Time		Koordinat BPN		Selisih Real Time - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Jarak
13.04.255	421398.872	9141924.036	421397.736	9141924.99	1.14	-0.95	<u>1.48</u>
13.04.118	426020.916	9145038.307	426018.91	9145037.972	2.01	0.33	<u>2.03</u>
13.04.250	423720.255	9146314.408	423719.4675	9146313.7	0.79	0.71	<u>1.06</u>
13.04.256	421566.102	9143313.279	421565.3077	9143312.571	0.79	0.71	<u>1.06</u>
13.04.139	425129.302	9143471.178	425127.866	9143470.414	1.44	0.76	<u>1.63</u>
Rata rata		Range 6-10 KM		1.23	0.31	1.45	

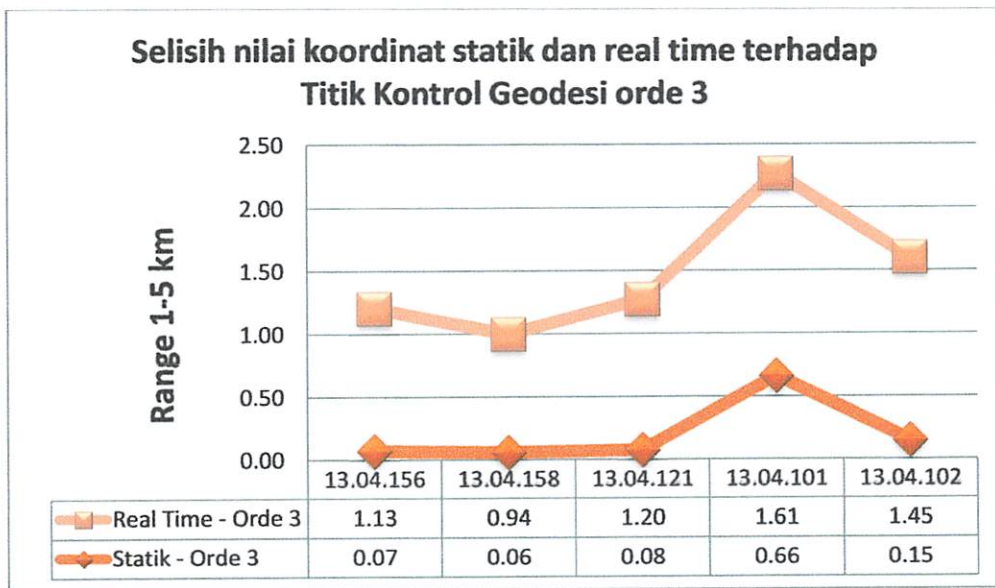
Tabel 4.15 Perbedaan koordinat hasil pengamatan *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk range 11-15 km

Nama Titik	Koordinat Real Time		Koordinat BPN		Selisih Real Time - BPN (m)		
	Easting	Northing	Easting	Northing	Easting	Northing	Jarak
13.04.257	421985.992	9146324.568	421985.4084	9146323.722	0.58	0.85	<u>1.03</u>
13.04.258	421260.588	9148031.613	421262.76	9148031.044	-2.17	0.57	<u>2.25</u>
13.04.262	432681.786	9150806.791	432681.662	9150805.653	0.12	1.14	<u>1.14</u>
13.04.260	428240.503	9152515.519	428239.7888	9152514.962	0.71	0.56	<u>0.91</u>
13.04.261	431599.064	9153901.124	431598.119	9153901.541	0.94	-0.42	<u>1.03</u>
Rata rata			Range 11-15 KM		0.04	0.54	1.27

Dari tabel tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk *range* 1-5 km nilai selisih vektor koordinat hasil pengamatan *real time* DGPS terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 adalah sebesar 1.27 meter, sedangkan untuk *range* 6-10 km selisih nilai vektornya sebesar 1.45 meter, sementara untuk *range* 11-15 km selisih nilai vektornya sebesar 1.27 meter. Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang *baseline* tidak berpengaruh terhadap data pengamatan metode ini.

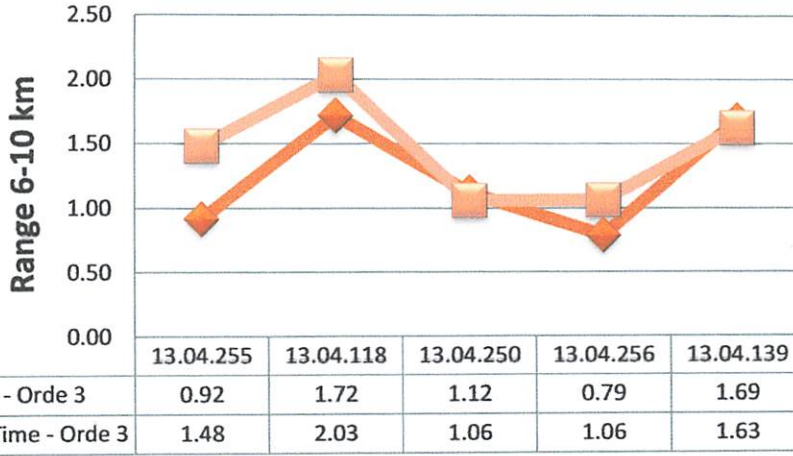
IV.2.4 Grafik selisih nilai koordinat pengamatan statik dan *real time* DGPS terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3

Adapun dibawah ini merupakan grafik yang menunjukkan selisih nilai koordinat antara koordinat hasil pengamatan statik dan koordinat hasil pengamatan *real time* jika dibandingkan terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi BPN Orde 3.



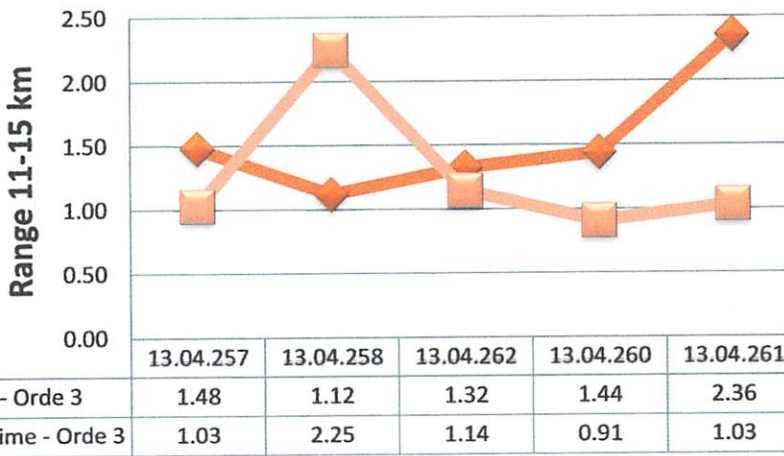
Gambar 4.15 Grafik selisih nilai koordinat statik dan *real time* terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 untuk *range* 1-5 km

Selisih Koordinat Statik dan Real Time Terhadap Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3



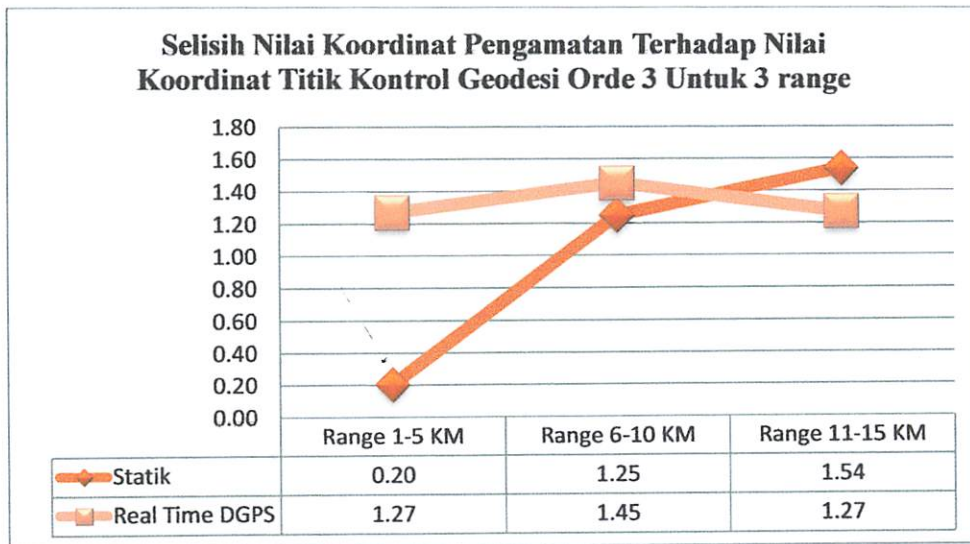
Gambar 4.16 Grafik selisih nilai koordinat statik dan *real time* terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 untuk *range* 6-10 km

Selisih Koordinat Statik dan Real Time Terhadap Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3



Gambar 4.17 Grafik selisih nilai koordinat statik dan *real time* terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 untuk *range* 11-15 km

Untuk melihat seberapa signifikan perbedaan koordinat yang dihasilkan baik untuk pengamatan statik maupun *real time* DGPS terhadap Titik Kontrol Geodesi orde 3 dengan panjang *baseline* yang bervariasi dapat dilihat dalam bentuk grafik dibawah ini.



Gambar 4.18 Grafik selisih nilai koordinat pengamatan terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 untuk 3 varian panjang *baseline*

Dari grafik diatas dapat ditarik berbagai kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Untuk pengamatan statik, jarak *baseline* berpengaruh cukup signifikan terhadap ketelitian nilai koordinat yang diperoleh.
2. Rata rata selisih nilai koordinat pengamatan dengan nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 untuk range pertama adalah 0.20 m, sedangkan untuk range kedua adalah 1.25 m, sementara untuk range ketiga adalah 1.54 m.

3. Pengamatan *real time* dengan DGPS tidak terpengaruh dengan panjangnya *baseline*.
4. Data hasil pengamatan *real time* DGPS cenderung stabil dari satu *range* ke *range* lainnya.

IV.3 Uji Hipotesa Untuk Nilai Standar Deviasi Data Pengamatan Statik

Uji hipotesa untuk nilai simpangan baku dari koordinat *Easting* dan *Northing* dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (σ_0^2) adalah nilai ketelitian simpangan baku dari spesifikasi alat DGPS *NavCom Land-Pak SF-3040* yaitu $0.5\text{mm}+0.5\text{ppm}$. Uji tersebut dilakukan pada 15 titik dengan lama pengamatan di tiap titiknya 45 menit dan 3 variasi *baseline*, dimana setiap satu variasi *baseline* dilakukan pengamatan terhadap 5 titik.

Nilai $\chi_{\alpha,r}^2$ dari tabel *Chi Square* untuk tingkat kepercayaan 95% adalah 9.488. Jika nilai $\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$ berada dalam rentang yang lebih kecil dari $\chi_{\alpha,r}^2$ maka H_0 diterima. Adapun hasil selengkapnya adalah sebagai berikut:

H_0 = Nilai spesifikasi alat

$H_1 \neq$ Nilai spesifikasi alat

H_0 ditolak jika $\chi_{\alpha,r}^2 < \frac{r s^2}{\sigma_0^2}$

Tabel 4.16 Hasil uji hipotesa untuk nilai standar deviasi pada data pengamatan statik *range* 1-5 km dengan tingkat kepercayaan 95%

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.00556085	0.00200	0.00100	0.517412	0.129353	Diterima	Diterima
0.00545831	0.00300	0.00200	1.20833	0.537036	Diterima	Diterima
0.00549155	0.00200	0.00200	0.530555	0.530555	Diterima	Diterima
0.00551509	0.00300	0.00300	1.183578	1.183578	Diterima	Diterima
0.00550905	0.00300	0.00200	1.186176	0.527189	Diterima	Diterima

Hasil uji hipotesa pada data pengamatan statik *range* 1-5 km untuk tingkat kepercayaan 95% hasil yang didapatkan 100% menerima H_0 . Dengan demikian hasil pengamatannya sudah sesuai dengan spesifikasi alat *Navcom Land-Pak SF 3040*.

Tabel 4.17 Hasil uji hipotesa untuk nilai standar deviasi data pengamatan statik *range* 6-10 km dengan tingkat kepercayaan 95%

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.00550169	0.004	0.003	2.114402	1.189351	Diterima	Diterima
0.00602209	0.005	0.004	2.757437	1.76476	Diterima	Diterima
0.00547642	0.005	0.004	3.334315	2.133961	Diterima	Diterima
0.00549629	0.005	0.002	3.310245	0.529639	Diterima	Diterima
0.0055172	0.005	0.002	3.285207	0.525633	Diterima	Diterima

Hasil uji hipotesa pada data pengamatan statik *range* 6-10 KM untuk tingkat kepercayaan 95 % didapatkan hasil 100% menerima H_0 sehingga ketelitian yang dihasilkan dari pengamatan statik untuk *range* 6-10 KM sudah sesuai dengan spesifikasi alat yang diberikan *Navcom Land-Pak SF 3040*.

Tabel 4.18 Hasil uji hipotesa untuk nilai standar deviasi data pengamatan statik *range* 11-15 km tingkat kepercayaan 95%

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.00550508	0.006	0.002	4.751554	0.52795	Diterima	Diterima
0.00548224	0.008	0.003	8.517742	1.197807	Diterima	Diterima
0.00548803	0.003	0.002	1.19528	0.531236	Diterima	Diterima
0.00549005	0.004	0.003	2.12338	1.194401	Diterima	Diterima
0.00549106	0.008	0.007	8.490386	6.500452	Diterima	Diterima

Hasil uji hipotesa pada data pengamatan statik *range* 11-15 km dengan tingkat kepercayaan 95% didapatkan hasil 100% menerima H_0 sehingga ketelitian yang dihasilkan dari pengamatan statik untuk *range* 11-15 km sudah sesuai dengan spesifikasi alat yang diberikan *Navcom Land-Pak SF 3040*

IV.4 Uji Hipotesa Untuk Nilai Standard Deviasi Pada Data Pengamatan *Real Time* DGPS

Uji hipotesa untuk nilai simpangan baku dari *Easting* dan *Northing* pada data pengamatan *real time* dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (σ_0^2) adalah nilai ketelitian simpangan baku dari spesifikasi alat DGPS *NavCom Land-Pak SF-3040* yaitu 0.050 m. Uji tersebut dilakukan pada 15 titik. Nilai perhitungan hitung absolut akan ditolak dengan ketentuan :

$$\chi_{\alpha,r}^2 < \frac{r s^2}{\sigma_0^2}$$

Nilai $\chi^2_{\alpha,r}$ dari tabel *Chi Square* untuk tingkat kepercayaan 95% adalah

9.488. Jika nilai $\frac{r s^2}{\sigma_0^2}$ berada dalam rentang yang lebih kecil dari $\chi^2_{\alpha,r}$ maka H_0

diterima. Adapun hasil selengkapnya adalah sebagai berikut

Tabel 4.19 Hasil uji hipotesa data pengamatan *real time* tingkat kepercayaan 95% untuk *range* 1-5 km

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.05000	0.0096242	0.0057797	0.148200757	0.0534474	Diterima	Diterima
0.05000	0.0056033	0.005099	0.050235683	0.0416004	Diterima	Diterima
0.05000	0.0021193	0.0015025	0.007186103	0.0036118	Diterima	Diterima
0.05000	0.0056556	0.0013898	0.051177976	0.0030903	Diterima	Diterima
0.05000	0.0035075	0.0108462	0.019684145	0.1882235	Diterima	Diterima

Tabel 4.20 Hasil uji hipotesa data pengamatan *real time* tingkat kepercayaan 95% untuk *range* 6-10 km

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.05000	0.0052622	0.0095287	0.044305656	0.1452743	Diterima	Diterima
0.05000	0.0090592	0.0170354	0.131311798	0.4643257	Diterima	Diterima
0.05000	0.0099812	0.0055893	0.159400513	0.0499841	Diterima	Diterima
0.05000	0.0092211	0.0048677	0.136045237	0.037912	Diterima	Diterima
0.05000	0.0058443	0.0025786	0.054649417	0.0106389	Diterima	Diterima

Tabel 4.21 Hasil uji hipotesa data pengamatan *real time* tingkat kepercayaan 95% untuk *range* 11-15 km

Spesifikasi Alat	$\sigma\Delta$ Easting	$\sigma\Delta$ Northing	Hasil Uji Easting	Hasil Uji Northing	Confidence 95%	
					Easting	Northing
0.05000	0.0105054	0.0029841	0.176582806	0.0142473	Diterima	Diterima
0.05000	0.0031516	0.0010159	0.015892399	0.0016512	Diterima	Diterima
0.05000	0.0078379	0.0118985	0.098292033	0.2265208	Diterima	Diterima
0.05000	0.0028154	0.0009267	0.012681976	0.0013741	Diterima	Diterima
0.05000	0.002377	0.0040575	0.009040376	0.0263406	Diterima	Diterima

Dari hasil uji statistik didapatkan untuk data pengamatan *real time* semuanya menerima H_0 sehingga ketelitian yang dihasilkan untuk data pengamatan *real time* sudah sesuai dengan spesifikasi alat *Navcom Land-Pak SF 3040*.

IV.5 Uji Hipotesa Untuk Selisih Koordinat Pengamatan Statik dan Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3

Uji hipotesa untuk selisih nilai vektor koordinat pengamatan statik dan koordinat orde 3 dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (H_0) tidak boleh lebih dari 0.15 meter.

$$H_0 = 0.15$$

$$H_1 \neq 0.15$$

$$\alpha = 0.05, H_0 \text{ ditolak apabila } t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\text{Xrata rata} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}, s = \text{standard deviasi tiap tiap range jarak}$$

$$n = \text{sample tiap range jarak} = 5$$

$$t_{\text{tabel}}(0.05, 4) = 2.13$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 1-5 KM} = \frac{0.20-0.15}{0.11596/\sqrt{5}} = 0.964156287 ; t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ diterima}$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 6-10 KM} = \frac{1.25-0.15}{0.45146/\sqrt{5}} = 12.696885; t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ ditolak}$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 11-15 KM} = \frac{1.54-0.15}{1.325137/\sqrt{5}} = 14.5792; t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ ditolak}$$

Dari hasil uji hipotesa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk data pengamatan statik *range* 1-5 km H_0 diterima sehingga nilai selisih dengan koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *range* ini tidak melebihi 15 cm. Sementara untuk *range* 6-10 km dan 11-15 km H_0 ditolak, sehingga nilai selisih antara koordinat pengamatan statik dengan koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 untuk *range* ini melebihi 1.5 cm.

IV.6. Uji Hipotesa Untuk Selisih Nilai Koordinat Pengamatan Data *Real Time* DGPS Dengan Koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3

Uji hipotesa untuk selisih nilai vektor koordinat pengamatan *real time* DGPS dan koordinat orde 3 dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai yang dihipotesakan (H_0) tidak boleh lebih dari 0.15 meter.

$$H_0 = 0.15$$

$$H_1 \neq 0.15$$

$$\alpha = 0.05, H_0 \text{ ditolak apabila } t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$$

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\text{Xrata rata} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}, \text{ s = standard deviasi tiap range jarak}$$

$$n = \text{sample} = 5$$

$$t_{\text{tabel}} (0.05, 4) = 2.13$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 1-5 km} = \frac{1.27-0.15}{0.118117/\sqrt{5}} = 21.20273064 > t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ ditolak}$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 6-10 km} = \frac{1.31-0.15}{0.183695/\sqrt{5}} = 15.82454947 ; t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ ditolak}$$

$$t_{\text{hitung}} \text{ range 11-15 km} = \frac{1.24-0.15}{0.246432/\sqrt{5}} = 10.16264117 t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}, H_0 \text{ ditolak}$$

Dari hasil uji hipotesa diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa H_0 ditolak sehingga data hasil pengamatan *real time* DGPS tidak memenuhi toleransi selisih minimum dengan koordinat Titik Kontrol Geodesi orde 3 yaitu tidak lebih dari 1.5 cm.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian yang sudah dilaksanakan penulis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam pengamatan statik radial panjang *baseline* berpengaruh cukup signifikan terhadap ketelitian nilai koordinat yang diperoleh. Sementara untuk pengamatan *real time* DGPS dengan koreksi satelit *starfire* tidak terpengaruh dengan panjang *baseline*.
2. Berdasarkan hasil uji hipotesa untuk nilai standard deviasi pada data pengamatan statik radial dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengamatan statik radial sudah sesuai dengan spesifikasi alat, baik untuk *range* 1-5 km, 6-10 km, maupun 11-15 km. Sementara untuk data pengamatan *real time* DGPS hasil uji hipotesa juga diterima, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengamatan *real time* DGPS sudah sesuai dengan spesifikasi alat yang diberikan.
3. Berdasarkan hasil uji hipotesa untuk selisih hasil koordinat pengamatan dengan asumsi tidak boleh lebih dari 15 cm terhadap nilai koordinat Titik kontrol Geodesi 3, hanya untuk data pengamatan statik radial *range* 1-5 km yang diterima sementara untuk *range* 6-10 km dan 11-15 km hasilnya ditolak. Sedangkan untuk data pengamatan *real time* DGPS semua hasilnya juga ditolak.

4. Nilai rata-rata selisih antara hasil koordinat hasil pengamatan statik radial dengan *range* 1-5 km terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Badan Pertanahan Nasional adalah sebesar 0.20 m. Sedangkan untuk *range* 6-10 km adalah 1.25 m dan untuk *range* 11-15 km adalah sebesar 1.54 m

5. Nilai rata-rata hasil koordinat pengamatan *real time* DGPS untuk *range* 1-5 km terhadap nilai koordinat Titik Kontrol Geodesi Orde 3 Badan Pertanahan Nasional adalah sebesar 1.27 m. Sedangkan untuk *range* 6-10 km adalah sebesar 1.45 m dan untuk *range* 11-15 km adalah sebesar 1.27 m.

V.2 Saran

Berdasarkan pengamatan yang sudah dilakukan oleh penulis diperoleh saran sebagai berikut:

1. Untuk rekonstruksi Titik Kontrol Geodesi Orde 3 menggunakan metode statik radial dengan ketelitian 15 cm hanya disarankan menggunakan *baseline* dibawah 5 km sementara untuk *real time* DGPS tidak disarankan untuk digunakan.

2. Untuk pengamatan *real time* DGPS dan statik radial hendaknya lebih memperhatikan lamanya waktu inialisasi data serta kondisi sekitar titik apakah terbebas dari obstruksi maupun *multipath* atau tidak.



DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. 2007. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.
- Abidin, H.Z. 2003, *Dasar Teori Sistem GPS*, Dept. Teknik Geodesi ITB, Bandung
- Augmentasi GNSS NavCom Land-Pak Starfire <http://www.navcomtech.com>
(diakses pada 10 Desember 2013)
- Badan Pertanahan Nasional. 1997. Petunjuk Teknis PMNA/KBPN No 3 Tahun 1997. Jakarta.
- C. D. Ghilani and P. R. Wolf. 2006. *Adjustment Computations : Spatial Data Analysis*. John Wiley & Sons, New York.
- Harvey, B.R., 1990, *Practical Least Square and Statistic for Surveyors*, The School of Surveying University of New South Wales, Kensington.
- Hatch, R. Sharpe, Tenny. & Galyean, P. 2000. *StarFire : A Global High Accuracy Differential GPS System* (Online),
http://www.navcomtech.com/navcom_en_US/docs/download_center/white_papers/archived/starfire_a_global_high_accuracy_system.pdf, diakses 1 Oktober 2013).
- Rahadi, ME. 2013. *Analisis Ketelitian Pengukuran Baseline Panjang GNSS Dengan Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.4 dan Topcon Tools V.7*. Jurnal Geodesi UNDIP. Semarang.

- Rahman, MA. *Analisis Teknik Perataan Baseline per Baseline dan Sesi Per Sesi Pada Jaringan GPS*. Jurnal Geodesi UGM. Yogyakarta
- SNI ICS 13.180.30 Standar Nasional Indonesia Jaringan Kontrol Horizontal
- Utama, Taufan Akbar. 2013. *Pengaruh Koneksitas Jaringan Terhadap Ketelitian Posisi Pada Survei GPS*. Jurnal Reka Geomatika ITENAS. Bandung.
- Wang, Chaochao., Hatch, Ronald. 2012. *StarFire GNSS : The Next Generation StarFire Global Satellite Based Augmentation System* (online), (http://www.navcomtech.com/navcom_en_US/docs/download_center/white_papers/current/starfire_gnss_%206_sept_2012_%20ssj%20_final.pdf, diakses 8 Oktober 2012).
- Widayat, W. 2014. *Uji Ketelitian Data Real Time dan Post Processing Berdasarkan Waktu Pengamatan Menggunakan Diferensial Global Positioning System (DGPS)*. Skripsi. ITN. Malang