

TUGAS AKHIR

UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI MENGUNAKAN GPS HANDHELD GARMIN ETREX



MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

*Bidang Keahlian :
Kerekayasaan Geodesi Darat dan Laut*

Disusun oleh :

Nama : MOH. ILYAS

Nim : 01.25.056

JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2008

SECRET
UNITED STATES DEPARTMENT OF THE ARMY
OFFICE OF THE ADJUTANT GENERAL
WASHINGTON, D. C.

REF : 01 22 000
DATE : 10 01 1960
CLASSIFICATION :

UNCLASSIFIED EXCEPT WHERE SHOWN
OTHERWISE :

ALL INFORMATION CONTAINED
HEREIN IS UNCLASSIFIED
DATE 11/11/00 BY 60322 UCBAW

UNCLASSIFIED EXCEPT WHERE SHOWN
OTHERWISE :

SECRET

LEMBAR PERSETUJUAN

**UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI
MENGUNAKAN GPS HANDHELD GARMIN ETREX**

(Studi Kasus : Kampus II Institut Teknologi Nasional Malang – Jawa Timur)

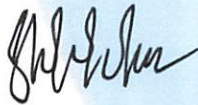
**TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Dalam Mencapai Gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi

**Disusun Oleh :
MOH. ILYAS
01.25.056**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Silvester Sari Sai, ST, MT)


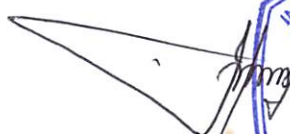
Dosen Pembimbing II



(Ir. D. K. Sunaryo, MT)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Hery Purwanto, ST, MSc)

LEMBAR PENGESAHAN


**UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI
MENGUNAKAN GPS HANDHELD GARMIN ETREX**

(Studi Kasus : Kampus II Institut Teknologi Nasional Malang – Jawa Timur)
Dipertahankan Didepan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi,
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, dan
Diterima Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Mencapai Gelar Sarjana
Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi :


Pada Hari / Tanggal : **Sabtu / 25 Maret 2008**

Panitia Ujian Tugas Akhir

Ketua,


Ir. Agustina Nurul H. MTP
Dekan FTSP


Sekretaris,


Hery Purwanto, ST, MSc
Ketua Jurusan Teknik Geodesi



Anggota Penguji


Penguji I,


(Ir. M. Nurhadi, MT)

Penguji II,


(Ir. Agus Darpeno, MT)

Penguji III,


(Silvester Sari Sai, ST, MT)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan syukur **ALHAMDULILLAH HIROBBIL AALAMIN** dan puji syukur kehadiran **ALLAH SWT** yang telah memberikan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul **“UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI MENGGUNAKAN GPS HANDHELD GARMIN ETREX”** dengan sebaik-baiknya. Adapun maksud dan tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah Sebagai salah satu syarat yang wajib dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan-Institut Teknologi Nasional Malang

Dalam penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa tanpa campur tangan semua pihak yang telah membantu, penulisan Tugas Akhir ini akan banyak mengalami kendala. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Silvester Sari Sai, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing I dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Ir.D. K. Sunaryo, MT, selaku Dosen Pembimbing II dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak DR. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
4. Ibu Ir. Agustina Nurul Hidayati, MTP, selaku Dekan Fakultas Teknologi Sipil dan Perencanaan.
5. Bapak Hery Purwanto, ST, MSc, selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1.
6. Bapak Christian T Siahaan, ST, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Geodesi dan Dosen Wali Jurusan Teknik Geodesi angkatan '01.
7. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
8. Teman-teman seperjuangan dalam penyelesaian tugas akhir.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan jurusan Teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan, karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan serta pengalaman, oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penyempurnaan laporan Skripsi ini. Terima kasih.....

Malang, April 2008

MOH. ILYAS

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Tinjauan Pustaka.....	2

BAB II DASAR TEORI

2.1 Global Positioning System	5
2.2 Receiver GPS.....	8
2.3 Klsifikasi Receiver GPS.....	23
2.3.1 Receiver GPS Penentuan Posisi.....	10
2.3.1.1 Receiver Tipe Navigasi.....	10
2.3.1.2 Receiver Tipe Pemetaan	10
2.3.1.3 Receiver Tipe Geodetik	11
2.3.2 Receiver GPS Penentuan Waktu (<i>Timing Reciver</i>).....	11
2.4 Sinyal GPS	12
2.4.1 Perjalanan Sinyal GPS.....	16
2.4.2 Pancaran Sinyal GPS.....	17
2.5 Karakteristik Survey GPS	17
2.5.1 Ketelitian Posisi GPS	20
2.6 Orbit GPS	22

2.6.1 Broadcast Ephemeris.....	23
2.6.2 Rapid Ephemeris.....	25
2.6.3 Ultra Rapid Ephemeris.....	26
2.6.4 Precise Ephemeris.....	27
2.7 Penentuan Posisidengan GPS.....	27
2.7.1 Metode Penentuan Posisi Absolut.....	29
2.7.2 Metode Penentuan Posisi Differensial (relatif).....	31
2.7.3 Metode Penentuan Posisi Statik.....	33
2.7.4 Metode Penentuan Posisi Kinematik.....	33
2.7.5 Metode Penentuan Posisi Statik Singkat.....	35
2.7.6 Metode Pseudo-Kinematik.....	36
2.7.7 Metode Pengamatan Stop and Go.....	37
2.8 Data Pengamatan GPS.....	38
2.9 Kesalahan dan Bias.....	40
2.9.1 Kesalahan Ephemeris (Orbit).....	41
2.9.2 Medium Propagasi.....	43
2.9.3 Kesalahan Pada Receiver.....	45
2.9.4 Kesalahan Data Pengamatan.....	46
2.9.5 Kesalahan Lingkungan Sekitar GPS.....	47
2.10 Hitung Perataan Jaring GPS.....	48

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian.....	52
3.1.1 Bahan dan Materi Penelitian.....	52
3.1.2 Spesifikasi Alat.....	52
3.2 Tahap Perencanaan.....	53
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	55
3.4 Tahap Pengambilan.....	58
3.4.1 Pengambilan data untuk GPS Geodetik.....	58
3.4.2 Pengambilan data untuk Navigasi.....	59

3.5	Proses <i>Download Data</i>	60
3.5.1	Download Data Hasil Pengukuran GPS Geodetik	61
3.5.2	Download Data Hasil Pengukuran GPS	62
3.5.3	Download Data Hasil Pengukuran GPS Handheld Garmin Etrex	73

BAB IV HASIL DAN ANALISA DATA

4.1	Perbandingan Nilai Koordinat Hasil Pengamatan Menggunakan Receiver Geodetic dan Receiver Handheld	81
4.1.1	Perbandingan Nilai Koordinat Pendekatan dari Data Rinex	81
4.1.2	Perbandingan Nilai Koordinat Hasil Perataan	87
4.1.2.1	Perbandingan Nilai Koordinat Hasil Perataan <i>Free Constraint Adjustment</i>	88
4.1.2.2	Perbandingan Nilai Koordinat Hasil Perataan <i>Minimally Constraint Adjustment</i>	94
4.1.2.3	Perbandingan Nilai Koordinat Hasil Perataan <i>Free Constraint Adjustment</i>	99
4.1.3	Perbandingan Komponen	104

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Saran	107
5.2	Saran	109

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penentuan posisi di permukaan bumi bisa dilakukan secara terestris dan juga ekstraterestris. Penentuan secara terestris berdasarkan pengukuran dan pengamatan yang semuanya dilakukan di permukaan bumi. Sedangkan ekstraterestris penentuan posisi dilakukan dengan pengukuran atau pengamatan ke objek atau benda di angkasa, baik yang alamiah (seperti bulan, bintang dan quasar) maupun yang buatan manusia seperti satelit. Salah satu metode penentuan posisi secara ekstraterestris yang dikenal saat ini yaitu survei dengan GPS (*Global Positioning System*).

GPS adalah suatu sistem satelit navigasi dan penentuan posisi, milik Amerika Serikat. Sistem ini didesain untuk memberikan posisi secara tiga dimensi dan informasi waktu secara terus-menerus tanpa terpengaruh waktu dan cuaca di seluruh dunia. Sistem GPS ini sendiri terdiri dari 24 buah satelit dan 6 orbit dan letaknya pada ketinggian 20.200 km di atas permukaan bumi, dengan mengacu pada satu datum global yaitu *World Geodetic System 1984* (WGS84).

Gelombang pembawa (*carrier wave*) dimodulasikan dengan kode *Pseudo-Random Noise* (PRN) tertentu. Jarak satelit-receiver yang didapat dari kode C/A dan P disebut dengan *Pseudorange*. Pseudorange ini menggunakan dua kode Pseudo-Random Noise (PRN) dimodulasikan ke kedua gelombang pembawa (*carrier wave*) yaitu kode C/A dan P. Kode C/A dimodulasikan hanya pada gelombang pembawa L1, sedangkan kode P dimodulasikan pada gelombang pembawa L1 dan L2. Data pengukuran sistim GPS, baik itu GPS Geodetik maupun GPS Handheld sama-sama menggunakan kode C/A dan gelombang pembawa L1. Pada penelitian ini bagaimana proses pengolahan data dengan menggunakan perangkat lunak *Rinex* untuk mengetahui ketelitian GPS dalam upaya meningkatkan ketelitian GPS Handheld

menggunakan data pengamatan *Pseudorange C/A Code L1* yang dapat diekstrak dari GPS handheld.

1.2 Perumusan Masalah

Dari uraian di atas terdapat permasalahan yaitu spesifikasi teknis yang menyangkut ketelitian dari GPS handheld tersebut perlu dibuktikan secara ilmiah. Selain dari pada itu aspek lain yang dibahas adalah upaya meningkatkan ketelitian GPS Handheld menggunakan data pengamatan *Pseudorange C/A Code L1* yang dapat diekstrak dari GPS handheld.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Studi ketelitian GPS dengan upaya meningkatkan ketelitian GPS handheld menggunakan data pengamatan *Pseudorange C/A Code L1* yang dapat diekstrak dari GPS handheld.
2. Memaksimalkan akurasi dari hasil ukuran *Pseudorange C/A Code L1* dengan cara mengatur waktu pengamatan dan strategi pengamatan.

1.4 Batasan Masalah

Studi ketelitian GPS dalam upaya meningkatkan ketelitian GPS handheld dengan memaksimalkan akurasi dari hasil ukuran *Pseudorange C/A Code L1*, Metode pengamatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Relatif Positioning (Statik Differensial)*. Jumlah titik yang akan digunakan pada pelaksanaan survai GPS ini adalah 13 buah titik 25 baseline

1.5 Tinjauan Pustaka

Penentuan posisi menggunakan metode *Global Positioning System (GPS)* pada dasarnya menerapkan metode reseksi jarak antara satelit yang diketahui koordinatnya dengan receiver yang berada diatas permukaan bumi. Dalam penentuan jarak tersebut biasanya menggunakan data pengamatan kode (Code C/A,P-Code) atau

fase (L1,L2). Ketelitian tipikal dalam penentuan posisi menggunakan data pengamatan kode memiliki ketelitian yang lebih rendah dibandingkan dengan data fase baik pada penentuan secara absolut maupun relatif seperti terlihat pada tabel 1.1 berikut (S.Volker,2003) :

Tabel 1.1 Ketelitian tipikal dalam penentuan posisi menggunakan data pengamatan

	posisi absolut	posisi relatif	
code signal	10 m	1 -10 m	1 -5 m
carrier signal		Static : 0.01 – 0.05 m Kinematic : 0.1 m	Static : 0.001 – 0.02 m Kinematic : 0.01 – 0.1 m

Interval ketelitian tersebut berbeda untuk beberapa aplikasi penggunaan berdasarkan jenis receiver yang digunakan pada mode realtime seperti terlihat pada table 1.2 berikut (S.Volker,2003) :

Table 1.2 Aplikasi penggunaan berdasarkan jenis receiver yang digunakan pada mode realtime

Jenis receiver	Sinyal yang digunakan	Akurasi	penggunaan utama	aplikasi
Handheld	Code atau <i>phase-smoothed code</i> , 1 <i>frequency</i>	1 – 10 m	Navigasi	Navigasi
GIS	<i>phase-smoothed code</i> , 1 <i>frequency</i>	0.5 – 3 m	Pemasukkan data atribut untuk data vektor pada pekerjaan lapangan	GIS
Geodetic	<i>Code and phase</i> , in <i>general 2 frequency</i>	0.001 – 0.1 m	Input data untuk <i>post-processing</i> untuk tingkat akurasi tinggi	Survey kinematik untuk ketelitian tinggi

Seperti terlihat pada tabel 1.2 tersebut aplikasi penentuan posisi menggunakan receiver model Handheld hanya digunakan untuk kepentingan navigasi yang bersifat realtime dan tidak menuntut tingkat akurasi tinggi. Pada perkembangannya beberapa penelitian berupaya untuk meningkatkan ketelitian data pengamatan receiver Handheld menggunakan data yang terekam dalam format RINEX baik untuk metode pengamatan secara absolut maupun kinematik. Metode peningkatan ketelitian tersebut biasanya dilakukan menggunakan software yang dapat melakukan *post-processing* data pengamatan dalam format RINEX. Pada aplikasi kinematik peningkatan ketelitian yang diperoleh pada level 5 – 10 m dengan metode *Differential Global Positioning System (DGPS)* secara *post-processing* menggunakan software P4 dan SKI-PRO (S.Volker,2003). Pada metode penentuan posisi secara relatif diperoleh tingkat ketelitian berada pada level 10 cm -1 m menggunakan P4 dan SKI-PRO (S.Volker,2003). Tingkat ketelitian tersebut terpengaruh oleh lingkungan dimana posisi dari titik uji tersebut. Penelitian lainnya menunjukkan tingkat ketelitian posisi berada pada level 3 m menggunakan software TGO dan Xraps (Shanti,2006). Perlu dicatat bahwa pengujian tersebut belum mengkarakterisasi penggunaan receiver Handheld untuk pengadaan jaring (*network*) dimana proses perataan yang melibatkan baseline-baseline yang terdapat dalam jaring menunjukkan konsistensi data pengamatan receiver Handheld dalam metode penentuan posisi.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Global Positioning System (GPS)

Nama formalnya adalah NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*). GPS 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 waktu, secara berkelanjutan diseluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, kepada banyak orang secara simultan. GPS merupakan salah satu metode penentuan posisi secara ekstra terestris, yaitu penentuan posisi yang dilakukan dengan pengukuran atau pengamatan ke obyek atau benda di angkasa, baik yang alamiah (misal : bulan, bintang dan quasaes) maupun yang buatan manusia (misal : satelit). Pada saat ini sistem GPS sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia, karena GPS mempunyai banyak kelebihan dan menawarkan banyak keuntungan, baik dari segi operasionalisasinya maupun kualitas posisi yang diberikan.

Beberapa keunggulan dari GPS adalah :

1. Dapat digunakan setiap saat tanpa bergantung waktu dan cuaca.
2. Dapat meliputi wilayah yang luas, sehingga akan dapat digunakan oleh banyak orang pada saat yang sama serta tidak bergantung pada batas politik dan alam.
3. Tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi topografis daerah survey.
4. posisi yang ditentukan dengan GPS akan mengacu kesuatudatum global yang dinamakan WGS 1984.
5. Dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas.
6. Pemakaian sistem GPS tidak dikenakan biaya.

7. Pengoperasian alat penerima GPS untuk menentukan posisi suatu titik relatif mudah dan tidak mengeluarkan banyak tenaga.
8. Receiver GPS dari waktu ke waktu cenderung menjadi lebih kecil ukurannya, lebih murah harganya, lebih baik kualitas data yang diberikan, dan lebih tinggi keandalannya.
9. Pengumpulan data (surveyor) GPS tidak dapat memanipulasi data pengamatan.
10. makin banyak instansi di Indonesia yang menggunakan GPS dan juga makin banyak bidang aplikasi yang potensial di Indonesiayang dapat ditangani dengan menggunakan GPS. (Abidin,2000)

Tabel 2.1 Status umum dan prospek aplikasi GPS dalam bidang survei dan pemetaan di Indonesia (Abidin, 1999)

No	Jenis Pekerjaan	Status dan instansi terkait (tidak termasuk pihak swasta)
1	Penentuan koordinat titik-titik kerangka dasar Nasional (orde-0 dan orde-1)	Telah dan berlanjut (BAKOSURTANAL)
2	Penentuan koordinat titik-titik kerangka dasar pendaftaran tanah secara nasional (orde-2 dan orde-3)	Sedang dan berlanjut (Badan Pertanahan Nasional)
3	Penentuan koordinat dan rekonstruksi dari titik-titik batas persil	Potensial dan sedang diteliti (Badan Pertanahan Nasional)
4	Penggunaan GPS untuk Fotogrametri	Telah, sedang dan berlanjut (BAKOSURTANAL, BPN,PBB)
5	Penentuan titik-titik kontrol kehutanan serta penetapan batas hutan	Sedang dilaksanakan dan potensial (Departemen Kehutanan)
6	Penyediaan titik kontrol untuk survai pemetaan dalam rangka penyiapan lahan transmigrasi	Telah, sedang, berlanjut (Departemen Transmigrasi, BPN)
7	Penentuan posisi yang terkait dengan pekerjaan survai geofisik, geologi dan pertambangan	Telah, sedang, berlanjut (Deptamben, Pertamina, LEMIGAS, Direktorat Geologi)
8	Penentuan posisi yang terkait dengan survai hidro-oceanografi	Telah, sedang, berlanjut (DISHIDROS,LON-LIPI)
9	Penentuan posisi yang terkait untuk keperluan navigasi dan perhubungan darat, laut dan udara	Sedang dan potensial (Dept.Perhubungan, ABRI, IPTN, BAKOSURTANAL, BPPT, ITB)
10	Studi Geodinamika	Telah, sedang, berlanjut (BAKOSURTANAL, ITB, LIPI)

11	Pemantauan deformasi struktur (bendungan, jembatan, menara, anjungan dll) serta penurunan muka tanah	Potensial dan sedang diteliti (Dep.PU, PLN, Pertamina, Pemda, ITB)
12	Penentuan posisi yang terkait dengan pembangunan basis data dari Sistem Informasi Geografis	Telah, sedang berlanjut (BAKOSURTANAL, ITB, Dept.Kehutanan)
13	Studi karakteristik arus dan gelombang , dan pengamatan pasut di lepas pantai	Potensial (DISHIDROS, LON-LIPI)
14	Pemantauan gunung api secara episodik maupun secara kontinyu dengan GPS	Sedang dan akan berlanjut (Dir.Vulkanologi, ITB)
15	Pemetaan karakteristik ionosfer dan kandungan uap air di wilayah Indonesia	Potensial dan sedang diteliti (LAPAN, BAKOSURTANAL, ITB)
16	Akuisasi data gaya berat dengan metode <i>GPS Airborne Gravimetry</i>	Potensial (DIR. Geologi)
17	Sinkronisasi pembangkit-pembangkit tenaga listrik	Potensial (PLN)

Survey GPS umumnya dikategorikan atas fungsi aplikasinya yang biasanya langsung terkait dengan ketelitian posisi dari titik-titik yang diperlukan. Dalam hal ini ada beberapa jenis kategori survey berdasarkan tingkat ketelitiannya.

Tabel 2.2 Kategori Survey GPS dan ketelitian yang diperlukan (*Seeber, 1993*)

No.	Kategori	Ketelitian Relatif (ppm)	Ketelitian dalam cm (bergantung jarak)
1.	Survey Topografi	10	20-100
2.	Survey Rekayasa Skala Kecil		
3.	Survey Kadaster	1-5	1-20
4.	Survey Rekayasa Ketelitian Menengah		
5.	Survey Kontrol Geodetik	0.5-1	< (1-5)
6.	Survey Rekayasa Ketelitian Tinggi		
7.	Survey Geodinamika	0.1	0.1-2
8.	Survey Rekayasa Ketelitian Sangat Tinggi		

2.2 Receiver GPS

Kualitas dari receiver GPS dikarakterisasi oleh banyak parameter seperti jumlah sinyal yang dapat diamati (satu atau dua), jumlah kanal (*channel*), karakteristik dan level noise dari antenanya, kecanggihan metode pemrosesan sinyal yang digunakan, dan lain-lainnya. Yang perlu diperhatikan adalah dalam pemilihan receiver GPS yang akan digunakan untuk survai, disamping pertimbangan teknis yang terkait dengan kualitas receiver, faktor non teknis lainnya juga harus diperhitungkan. (*Geomatics Canada, 1994*)

Table 2.3 Faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan receiver GPS untuk keperluan survai (*Geomatics Canada, 1994*)

<p>Pertimbangan Teknis</p> <ul style="list-style-type: none">• Tipe data yang diamati• Satu atau dua frekuensi• Metode pengamatan fase L2• Kanal sekuensial atau paralel• Jumlah kanal• Jenis dan karakteristik antena• Ketelitian dari pseudorange dan fase• Level noise dari data pengamatan	<p>Kesesuaian Lapangan</p> <ul style="list-style-type: none">• Berat• Ukuran• Kekuatan• Kekedapan terhadap air• Selang suhu operasional• Kebutuhan energi/baterai
<p>Pengoperasian Receiver</p> <ul style="list-style-type: none">• Kemudahan operasi• Kemudahan untuk memasukkan data-data• Kemampuan untuk memantau status pengamatan• Jenis survai yang bias ditangani (static, static singkat, stop-and-go, pseudokinematik, dll)	<p>Perangkat Lunak</p> <ul style="list-style-type: none">• Perangkat lunak utama (pengolahan awal, pengolahan baseline, perataan jaringan, transformasi koordinat)• Prediksi satelit• Kemampuan <i>downloading</i> data• Pilihan-pilihan pengolahan data
<p>Pertimbangan Finansial</p> <ul style="list-style-type: none">• Harga• Dukungan teknis• Garansi• Pelayanan purna jual	<p>Perangkat Lunak</p> <ul style="list-style-type: none">• Perangkat lunak utama (pengolahan awal, pengolahan baseline, perataan jaringan, transformasi koordinat)• Prediksi satelit• Kemampuan <i>downloading</i> data• Pilihan-pilihan pengolahan data

2.3 Klasifikasi Receiver GPS

Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk pengklasifikasian receiver GPS (seeber, 1993), yaitu antara lain berdasarkan fungsi, data yang direkam, jumlah kanal ataupun penggunaannya.

Dilihat dari fungsinya, secara umum receiver dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Receiver GPS

1. Penentuan posisi :
 - a. Tipe Navigasi : - tipe sipil
- tipe militer
 - b. Tipe Pemetaan
 - c. Tipe Geodetik : - tipe satu frekuensi
- tipe dua frekuensi

2. Penentuan waktu : timing receiver

Berdasarkan jenis data yang direkam atau diberikan, receiver GPS juga dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- ❖ Receiver kode-C/A (contohnya receiver tipe navigasi dan tipe pemetaan)
- ❖ Receiver kode-C/A + fase-L1 (contohnya receiver tipe geodetic satu frekuensi)
- ❖ Receiver kode-C/A + fase-L1 + fase-L2 (contoh receiver tipe geodetik dua frekuensi yang menggunakan teknik *signal squaring*), dan
- ❖ Receiver code-C/A + kode-P + fase-L1,L2 (contohnya receiver tipe geodetik dua frekuensi kode-P).

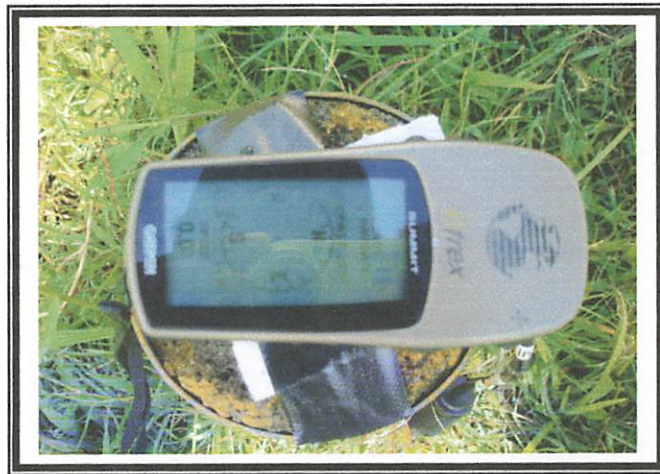
Receiver GPS untuk penentuan posisi dibagi 3 yaitu

1. tipe navigasi,
2. tipe pemetaan dan
3. tipe geodetik.

2.3.1 Receiver GPS Penentuan Posisi

2.3.1.1 Receiver Tipe Navigasi

Kadang disebut tipe genggam (*handheld receiver*) umumnya digunakan untuk penentuan posisi absolut secara instan yang tidak menuntut ketelitian terlalu tinggi. Receiver navigasi tipe sipil dapat memberikan ketelitian posisi sekitar 50-100 m, dan tipe milimeter sekitar 10-20 m. harga dari receiver navigasi ini umumnya juga relatif lebih murah. Data yang diberikan adalah data *pseudorange* (kode-C/A).



Gambar 2.1 GPS Tipe Navigasi

2.3.1.2 Receiver Tipe Pemetaan

Seperti pada tipe navigasi, receiver tipe pemetaan juga memberikan data *pseudorange* (kode-C/A). Hanya bedanya pada receiver tipe pemetaan, data tersebut direkam dan dapat kemudian dipindahkan (*download*) ke komputer untuk diproses lebih lanjut. Oleh sebab itu, tidak seperti hanya receiver tipe navigasi, receiver tipe pemetaan ini dapat digunakan untuk penentuan posisi secara diferensial, dan dalam hal ini ketelitian yang dapat diperoleh adalah sekitar 1-5 m. Contoh aplikasi yang dapat dilayani oleh receiver tipe pemetaan ini antara lain adalah survey dan pemetaan geologi dan pertambangan, peremajaan peta, serta pembangunan dan peremajaan basis data SIG. Beberapa merek *receiver* yang beredar dipasaran yang dapat diklasifikasikan dalam tipe ini antara lain adalah *Trimble Pro-XRTM*, *Magellan Pro-MARK XTM*, dan *Ashtech RelianceTM*.

2.3.1.3 Receiver Tipe Geodetik

Dari ketiga tipe receiver GPS untuk penentuan posisi, tipe geodetik adalah tipe receiver yang relatif paling canggih, paling mahal, dan juga memberikan data yang paling presisi. Oleh sebab itu receiver tipe geodetik umumnya digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang menuntut ketelitian yang relatif tinggi (dari orde mm sampai dm), seperti untuk pengadaan titik-titik kontrol geodesi, pemetaan deformasi dan studi geodinamika.



Gambar 2.2 GPS Tipe Geodetik

2.3.2 Receiver GPS Penentuan Waktu (*Timing Receiver*)

Berbeda dengan receiver untuk penentuan posisi, receiver GPS untuk penentuan waktu (*timing receiver*) didesain hanya untuk memberikan informasi tentang waktu ataupun frekuensi yang teliti. Receiver ini umumnya dilengkapi dengan keluaran 1 pps (*pulse-per-second*). Beberapa receiver tipe ini juga dilengkapi dengan receiver Loran-C, dalam rangka untuk meningkatkan keandalannya. Beberapa yang lain juga dilengkapi dengan jam atom Rubidium atau Cesium, dalam

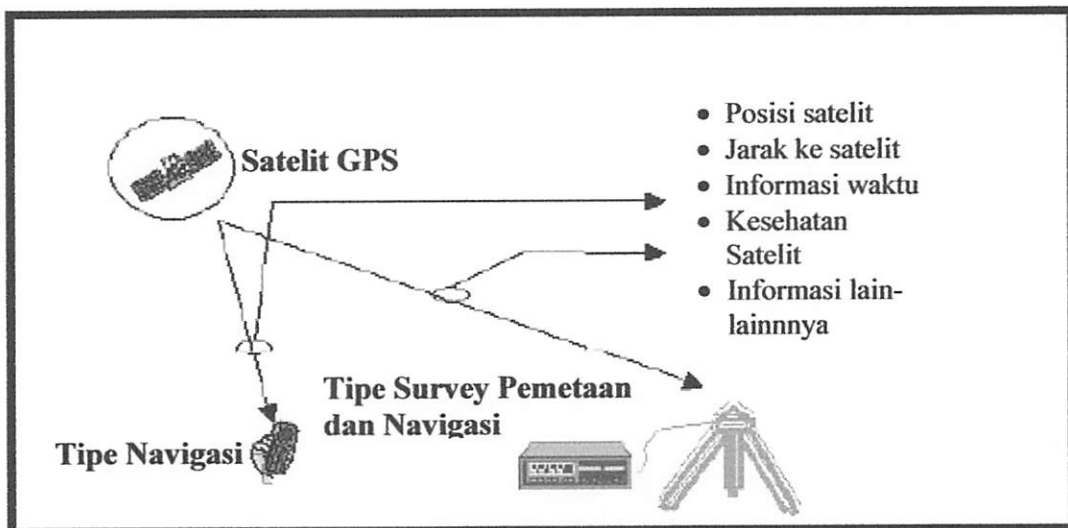
rangka untuk meningkatkan stabilitas jangka pendek (*short term*) maupun jangka panjang (*long term*).

Disamping untuk penentuan waktu dan frekuensi secara teliti, receiver tipe ini juga dapat digunakan untuk aplikasi-aplikasi seperti transfer waktu antar benua, sinkronisasi jaringan telekomunikasi digital, maupun sinkronisasi jaringan pembangkit tenaga listrik.

2.4 Sinyal GPS

Satelit GPS memancarkan sinyal-sinyal, pada prinsipnya untuk “memberi tahu” si pengamat tersebut tentang posisi satelit yang bersangkutan serta jarak dari si pengamat lengkap dengan informasi waktunya.

Sinyal GPS juga digunakan untuk menginformasikan kelayakan (kesehatan) satelit kepada si pengamat, serta informasi pendukung lainnya seperti parameter untuk perhitungan koreksi jam satelit, parameter model ionosfer satu frekuensi, transformasi waktu GPS ke UTC (*Universal Time Coordinated*), dan status konstelasi satelit dalam jumlah yang cukup, si pengamat dapat menentukan posisi dan kecepatannya.



Gambar 2.3 Skema Jalannya Sinyal GPS ke Receiver

Pada dasarnya sinyal GPS cukup kompleks. Ini disebabkan sinyal GPS didesain untuk memenuhi beberapa obyektif, baik untuk keperluan sipil maupun militer.

Tabel 2.4 faktor-faktor yang membuat sinyal GPS cukup kompleks (Abidin, 2000)

<p><i>GPS didesain sebagai sistim multi-pemakai ;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pada saat yang sama sinyal harus dapat diamati oleh banyak orang • Sinyal harus dapat mencakup ruang/wilayah yang relatif luas
<p><i>GPS didesain untuk melayani penentuan posisi secara instan (real-time);</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pada saat epok tertentu, pengamat harus dapat mengamati sinyal dari beberapa satelit sekaligus → perlu mekanisme pembedaan sinyal-sinyal dari satelit yang berlainan yaitu dengan menggunakan CDMA (Code Division Multiple Access) • Jarak ke satelit-satelit tersebut harus dapat ditentukan oleh si pengamat → sinyal GPS harus dapat memberikan data dan informasi yang terkait. • Koordinat satelit harus dapat ditentukan oleh pengamat → sinyal GPS harus dapat memberikan data untuk menentukannya.
<p><i>GPS didesain untuk keperluan militer dan juga sipil ;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan dua jenis kode untuk penentuan jarak (yang lebih teliti untuk militer), yaitu kode-P dan kode C/A • Memerlukan mekanisme penggabungan kedua kode dalam satu sinyal pembawa • Memerlukan mekanisme pencegahan pemakaian kode-P yang lebih teliti oleh pihak sipil dengan kebijaksanaan <i>Anti Spoofing</i>.
<p><i>Sinyal GPS harus tahan terhadap gangguan (jamming) ;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Memerlukan struktur kode yang unik • Memerlukan teknik pemancaran sinyal yang andal → <i>spread spectrum technique</i>
<p><i>GPS juga didesain untuk penentuan posisi secara teliti ;</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Perlu adanya kode dengan frekuensi tinggi (kode-P) • Perlu adanya data pada dua frekuensi untuk mengeliminasi bias ionosfer → perlu gelombang pembawa pada dua frekuensi • Perlu adanya pemilihan frekuensi gelombang pembawa yang optimal

Pada dasarnya sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu :

- Penginformasi jarak (kode) yang berupa kode-P dan kode-C/A

Ada dua *pseudo-random noise* (PRN) yang digunakan sebagai penginformasian jarak, yaitu :

- P-code (P = *Precise* atau *private*)
- C/A code (C/A = *Coarse Acquisition* atau *Clear Acces*)

Code ini merupakan rangkaian kombinasi tertentu bilangan-bilangan 0 dan 1 secara umum jarak perbandingan P-code 10 kali lebih presisi dibandingkan dengan C/A-code.

- Penginformasian posisi satelit (*navigation message*), dan

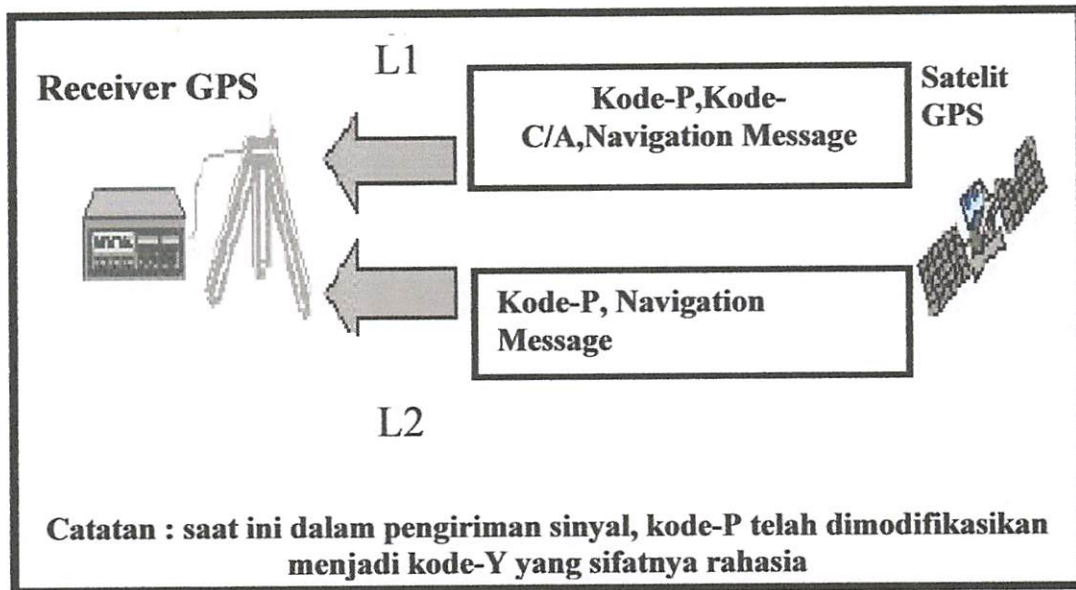
Disamping berisi kode-kode, sinyal GPS juga berisi pesan navigasi (*navigation message*) yang informasi tentang koefisien koreksi jam satelit, parameter orbit, almanak satelit, UTC, parameter koreksi ionosfer, serta informasi lainnya seperti konstelasi dan kesehatan satelit.

Pesan navigasi ini ditentukan oleh segmen sistim kontrol dan dikirimkan (*broadcast*) ke pengguna menggunakan satelit GPS. Salah satu informasi yang terkandung dalam pesan navigasi GPS adalah ephemeris (orbit) satelit yang biasa disebut *broadcast ephemeris*.

Broadcast ephemeris ini ditentukan oleh sistim kontrol GPS dalam dua tahapan (Seeber, 1993). Pada *tahap pertama* ephemeris referensi ditentukan berdasarkan data pengamatan GPS (pseudorange dan fase) selama 7 hari dari semua monitor station 9proses *off-line*), dengan menggunakan program perhitungan orbit yang canggih. Pada *tahap kedua* yang merupakan proses *on-line*.

- Gelombang pembawa (*carier wave*) L1 dan L2

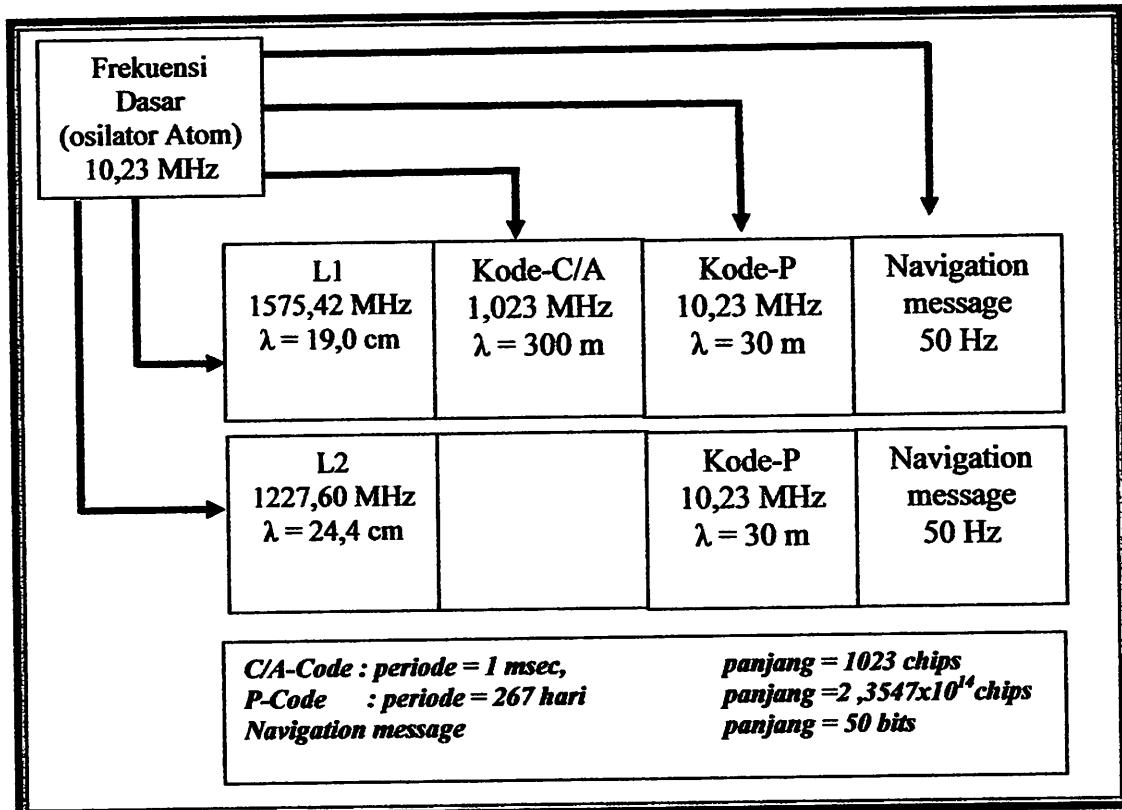
Ada dua gelombang pembawa yang digunakan yaitu L1 dan L2. Dalam hal ini, gelombang L1 membawa kode-kode-P dan C/A beserta pesan navigasi, sedangkan gelombang L2 membawa kode-P dan pesan navigasi



Gambar 2.4 Komponen Sinyal GPS

Agar gelombang pembawa dapat "membawa" data kode dan pesan navigasi, maka data tersebut harus ditumpangkan ke gelombang pembawa. Dengan kata lain, gelombang pembawa dimodulasi oleh kode dan pesan navigasi. Perlu dicatat di sini bahwa dalam memodulasikan suatu gelombang ada beberapa parameter yang dapat diubah dalam proses modulasi, yaitu frekuensi (modulasi frekuensi), amplitudo (modulasi amplitudo), dan fase (modulasi fase). Dalam kaitannya dengan sinyal GPS, modulasi yang digunakan adalah modulasi fase.

Dalam proses pemodulasian sinyal GPS ada dua tahap yang terlibat yaitu tahap *binary-to-binary modification of codes* dan tahap *binary biphas modulation*. Pada tahap pertama, navigation message ditumpangkan ke kode-P(Y) dan kode-C/A. Sedangkan pada tahap kedua, masing-masing kode yang telah 'membawa' navigation message ditumpangkan ke gelombang pembawa L1 dan L2.



Gambar 2.5 Struktur frekuensi dan parameter dasar komponen sinyal GPS

2.4.1 Perjalanan Sinyal GPS

Dalam perjalanannya dari satelit ke pengamat di permukaan bumi, sinyal GPS harus melalui medium-medium ionosfer dan troposfer, dimanadalam kedua lapisan ini sinyal GPS akan mengalami refraksi dan sintilasi (*scintillation*) di dalamnya, serta pelemahan (*atmospheric attenuation*) dalam lapisan troposfer. Disamping itu, sinyal GPS juga dapat dipantulkan oleh benda-benda di sekitar pengamat sehingga dapat menyebabkan terjadinya multipath, yaitu fenomena dimana sinyal GPS yang diterima oleh antenna adalah resultan dari sinyal langsung dan sinyal pantulan.

Kesalahan dan bias tersebut, beserta berbagai jenis kesalahan dan bias lainnya seperti kesalahan orbit dan waktu, akan menyebabkan kesalahan pada jarak ukuran dengan GPS (pseudorange serta jarak fase), dan oleh sebab itu harus diperhitungkan

dalam pemrosesan sinyal GPS untuk keperluan penentuan posisi ataupun parameter lainnya.

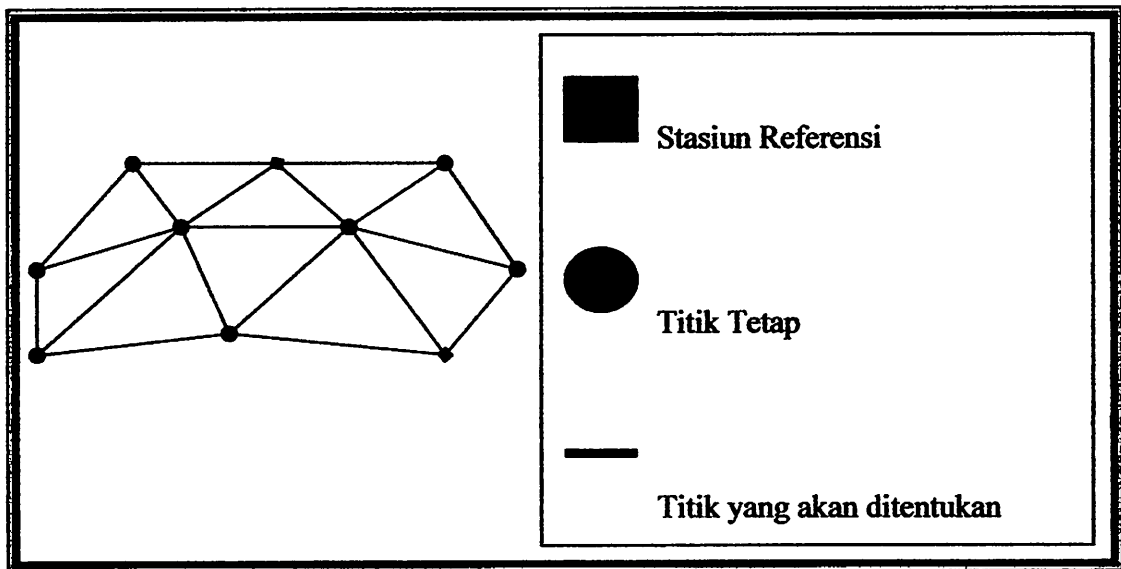
2.4.2 Cakupan Pancaran Sinyal GPS

Sinyal GPS dipancarkan oleh antenna di satelit ke arah bumi dalam bentuk berkas sinyal (*signal beam*). Sinyal yang dipancarkan oleh satelit GPS mempunyai *polarisasi lingkaran tangan kanan (Right-Hand circular polarisation, RHCP)*. Polarisasi lingkaran umum digunakan untuk sinyal yang dipancarkan dari wahana angkasa dalam rangka untuk melawan *fading problem* yang terkait dengan *rotasi Faraday* dari bidang polarisasi yang disebabkan oleh *medan magnetik bumi*. Agar sinyal RHCP dapat memberikan kekuatan sinyal yang maksimum kepada receiver, maka antena RHCP juga harus digunakan.

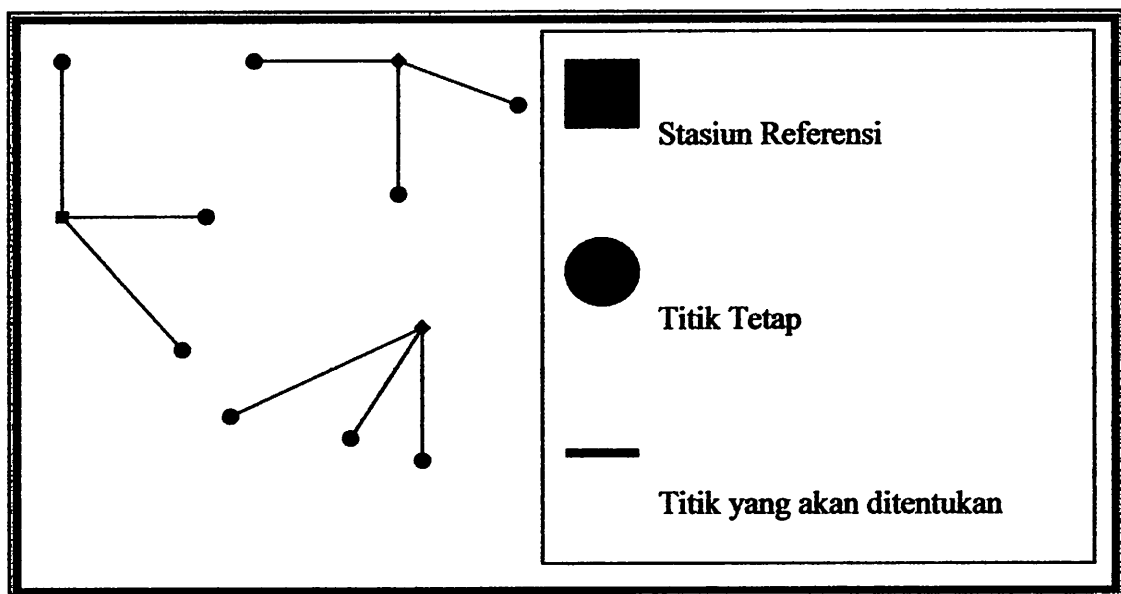
Sinyal GPS yang dapat digunakan untuk penentuan posisi dan parameter lainnya adalah yang berada dalam ruang pancaran utama serta berada diluar ruang bayang bumi. Cakupan sinyal GPS tidak hanya mencakup permukaan bumi saja, tapi juga ruang di atas permukaan bumi (sampai ketinggian tertentu) sehingga GPS dapat dimanfaatkan juga untuk aplikasi-aplikasi kedirgantaraan.

2.5 Karakteristik Survey GPS

Pada prinsipnya survey GPS bertumpu pada metode penentuan posisi statik secara deferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS. Umumnya dilakukan baseline per baseline selama selang waktu tertentu (beberapa menit sampai beberapa hari bergantung pada tingkat ketelitian yang diinginkan), dalam suatu jaringan (kerangka) dari titik-titik yang akan ditentukan posisinya. Bila menggunakan lebih dari dua receiver GPS, maka pada satu sesi pengamatan (*observing session*) dapat diamati lebih dari satu baseline sekaligus.



Gambar 2.6 Penentuan Posisi Titik-Titik Dengan metode Survey GPS (metode jaringan). [Abidin, 2000]

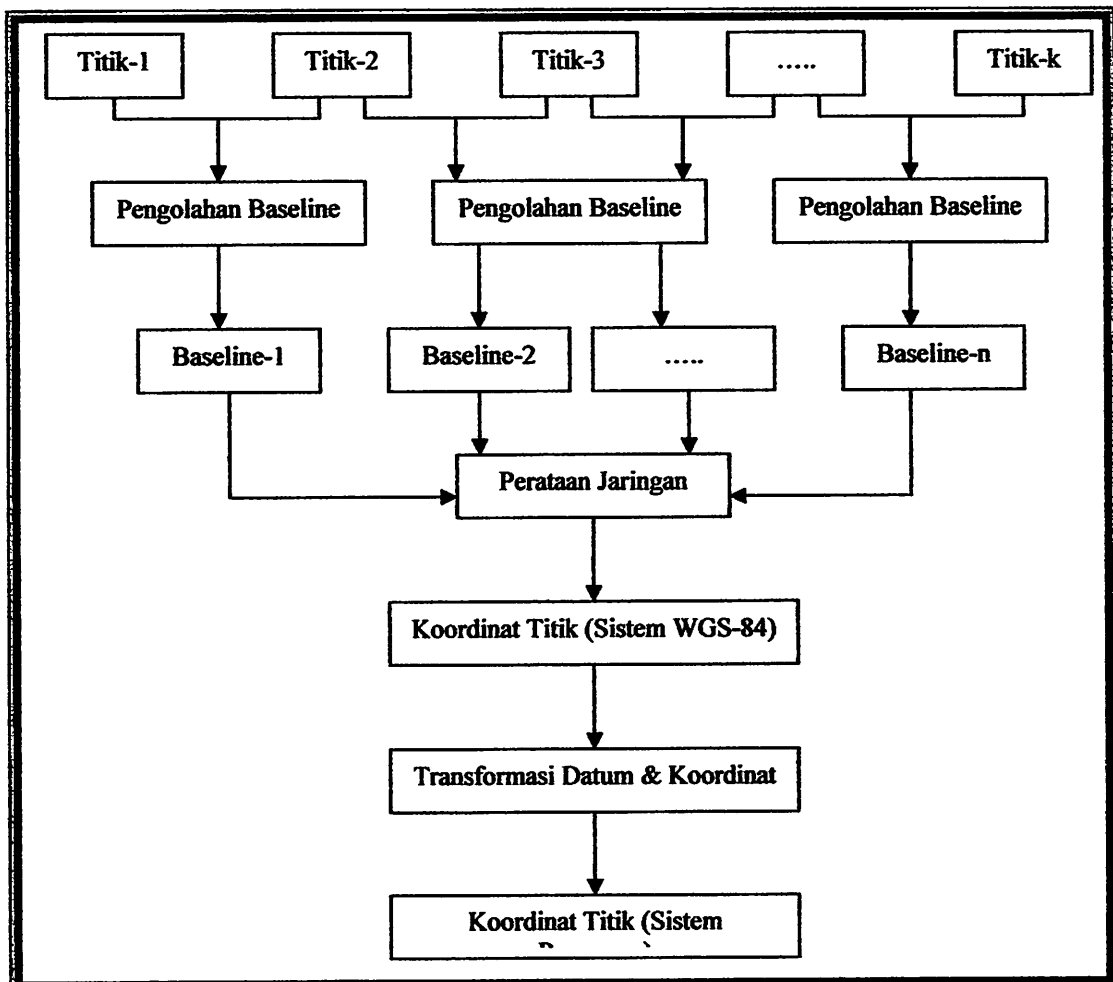


Gambar 2.7 Penentuan Posisi Titik-Titik Dengan metode Survey GPS (metode Radial). [Abidin, 2000]

Pada survey GPS, proses penentuan koordinat dari titik-titik dalam suatu jaringan pada dasarnya terdiri atas tiga tahap, yaitu :

- Pengolahan data dari setiap baseline dalam jaringan.
- Perataan jaringan yang melibatkan semua baseline untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan.
- Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum WGS'84 ke datum yang diperlukan oleh pengguna.

Penentuan vektor baseline ini dilakukan dengan metode hitung perataan kuadrat terkecil (*least squares adjustment*), selanjutnya diolah dalam suatu proses hitungan perataan jaringan (*network adjustment*) untuk mendapatkan koordinat final dari titik-titik yang diinginkan.



Gambar 2.8 Diagram alir perhitungan koordinat titik-titik jaringan GPS (Abidin,2000)

2.5.1 Ketelitian Posisi GPS

Ketelitian posisi yang didapat dari suatu survey GPS secara umum akan bergantung pada empat faktor yaitu : ketelitian data yang digunakan, geometri pengamatan, strategi pengamatan yang digunakan dan strategi pengolahan data yang diterapkan.

Ketelitian data GPS pada dasarnya akan bergantung pada tiga faktor yaitu jenis data (*pseudorange* atau *fase*), kualitas dari receiver GPS yang digunakan pada saat pengamatan, serta level dari kesalahan dan bias yang mempengaruhi data pengamat.

Geometri pengamatan yang mencakup geometri pengamat dan geometri satelit juga akan mempengaruhi ketelitian posisi titik yang diperoleh dengan survey GPS. Dalam survey GPS, geometri pengamatan harus didesain dengan sebaik mungkin, karena pengaruhnya tidak hanya pada ketelitian titik yang diperoleh tetapi juga pada aspek-aspek operasional yang berdampak finansial.

Faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian survey GPS :

1. Ketelitian Data :

- Jenis data
- Kualitas receiver GPS
- Level dari kesalahan dan bias

2. Geometri Pengamatan :

- Lokasi titik
- Jumlah titik
- Konfigurasi jaringan
- Karakteristik baseline
- Jumlah satelit
- Lokasi dan distribusi satelit

3. Strategi Pengamatan :

- Metode pengamatan
- Waktu pengamatan
- Lama pengamatan
- Pengikatan ke titik tetap

4. Strategi Pengolahan Data :

- Perangkat lunak
- Pengolahan awal
- Eliminasi kesalahan dan bias
- Pengolahan baseline
- Perataan jaringan
- Kontrol kualitas
- Transformasi koordinat

Hal yang terkait dengan perencanaan strategi pengamatan adalah metode pengamatan, waktu pengamatan, lama pengamatan serta peningkatan ke titik tetap. Strategi pengamatan tersebut disamping harus optimal dipandang dari segi ketelitian biaya, waktu juga harus mengandung implisit suatu mekanisme kontrol kualitas.

Metode pengamatan dalam survey GPS biasa digunakan adalah metode survey statik, metode survey statik singkat, *stop and go*, dan *pseudo-kinematik*. Pemilihan metode survey memperhatikan tuntutan ketelitian yang akan dicapai, efisiensi dan efektifitas.

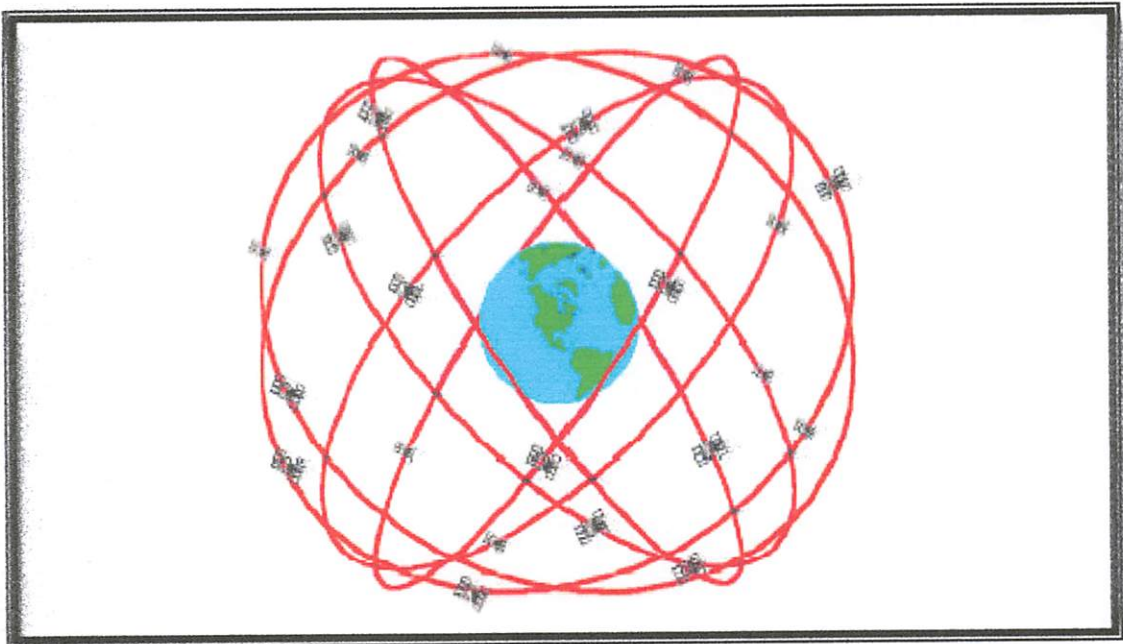
Waktu dan lama pengamatan harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Jumlah satelit GPS yang harus diamati.
- b. Kekuatan dari geometri satelit (ditunjukkan dengan *DOP*)
- c. Aktifitas ionosfer.
- d. Obstruksi sekitar titik pengamatan.
- e. Jenis receiver GPS yang digunakan (*single* atau *dual frekuensi*)

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah dengan pengikatan kebelakang dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui.

2.6 Orbit GPS

Satelit GPS mempunyai konstelasi 24 satelit dalam 6 orbit yang mendekati lingkaran. Setiap orbit ditempati oleh empat buah satelit dengan interval antara yang tidak sama. Orbit satelit GPS berinklinasi 55° terhadap bidang equator dengan ketinggian rata-rata dari permukaan bumi sekitar 20.200 km. Satelit GPS bergerak dalam orbitnya dengan kecepatan kira-kira 3,87 km/detik. Dengan adanya 24 satelit di angkasa, 4 sampai dengan 10 satelit GPS setiap saat akan selalu dapat diamati di seluruh permukaan bumi. Sinyal satelit GPS dipancarkan secara *broadcast* oleh satelit GPS secara berturut-turut. Dengan mengamati sinyal satelit menggunakan *receiver* GPS dapat ditentukan posisi (lintang, bujur) dipermukaan bumi. Informasi lainnya yang didapat dari satelit GPS selain posisi adalah kecepatan, arah, jarak, dan waktu.



Gambar 2.9 Konstelasi Satelit GPS

Suatu orbit satelit GPS dinyatakan berkualitas apabila satelit berada pada titik berat dari satelit GPS sendiri, bumi hanya bergravitasi pada jagat raya (bumi itu sendiri), bumi mempunyai luasan gravitasi spherikal yang simetris, tidak ada bidang magnet, tidak terpengaruh atmosfer, tidak terpengaruh gaya yang lain. Selain itu satelit mengikuti orbit Keplerian yang sempurna, tidak ada efek relativitas, gaya gravitasi bulan dan matahari, efek relatif yang lain, meliputi : tekanan radiasi (matahari), *Atmospheric drag* dan bidang *geomagnetic*. Periode orbit nominal dari satelit ini adalah kurang lebih 12 jam (tepatnya 11 jam 58 menit) diulang setiap 12 jam sideral. Akibat beberapa gaya yang mempengaruhi pergerakan satelit pada orbitnya, agar satelit tetap di dalam orbitnya maka digunakan perataan pada orbit satelit dari waktu ke waktu, menggunakan *onboard thrusters*, membuat satelit mendekati angka 12 waktu sideral. Variasi dari parameter orbit dibawa oleh pesan navigasi (*navigation message*) oleh receiver GPS yang memberikan serangkaian elemen orbit terkini. Saat di up-date, terjadi banyak penyimpangan kecil dari pesan navigasi tersebut sehingga timbul beberapa kesalahan pada waktu melakukan pengamatan posisi. Kualitas posisi dalam pengukuran GPS diartikan berkualitas apabila posisi yang akan ditentukan mempunyai titik ikat dengan titik-titik yang ditetapkan IGS. Sehingga hasil pengolahan baseline antara titik tetap IGS maupun dengan titik yang ditentukan akan relatif sama. Hal ini dengan memperhatikan standar deviasi yang dihasilkan baik dari setiap koordinatnya maupun standar deviasi baseline, semakin kecil standar deviasinya, maka semakin teliti hasil pengolahan baseline. Selain itu dapat diketahui dari nilai PDOP maupun GDOP saat pengamatan dilakukan, jumlah satelit yang terekam cukup banyak, tidak terjadi *cycle slip*, sehingga hasil *ambiguities* fase maksimal.

2.6.1 Broadcast Ephemeris

Merupakan tipe data GPS yang didapatkan secara langsung pada saat pengamatan, tipe data ini biasa disebut tipe navigasi yang ketelitiannya sangat rendah. Biasa digunakan pada *survey* secara *real time* dan untuk keperluan praktis

yang tidak membutuhkan ketelitian yang tinggi. Bentuk datanya berupa *navigation file*. Ketelitian yang dihasilkan relatif kecil sekitar 260 cm.

Broadcast Ephemeris ditentukan dalam dua tahap :

1. Ephemeris referensi ditentukan berdasarkan data pengamatan GPS selama 7 hari dari 5 monitor station (proses *off-line*), dengan menggunakan program perhitungan orbit yang canggih.
2. Pada tahap ini (proses *off-line*) perbedaan-perbedaan antara hasil pengamatan dari monitor station yang terbaru dengan ephemeris referensi diturunkan, dan kemudian diproses menggunakan metode *Kalman Filtering* untuk memprediksi koreksi-koreksi bagi ephemeris referensi.

Untuk penentuan *Broadcast Ephemeris* pengamatan *pseudorange* dan *fase* dilakukan dari semua monitor station terhadap semua satelit yang terlihat. Data tersebut kemudian dikoreksi terhadap efek-efek dari *refleksi ionosfir* dan *troposfir*, serta efek *relativistic*. Data yang telah dikoreksi kemudian di smooting dalam interval waktu 15 menit, dan untuk setiap interval dihasilkan 2 data pengamatan untuk setiap station dan satelit. Data-data tersebut diproses menggunakan metode *Kalman Filtering* untuk mengestimasi parameter-parameter berikut :

- 6 elemen orbit untuk setiap satelit
- 3 parameter jam untuk setiap satelit
- 3 koefisien tekanan radiasi matahari untuk setiap satelit
- 2 parameter jam untuk setiap monitor station
- 1 faktor skala toposfir untuk setiap monitor station, dan
- 3 parameter pergerakan kutub.

Broadcast Ephemeris pada dasarnya berisi parameter waktu, parameter orbit satelit, dan parameter perturbasi dari orbit satelit.

Parameter orbit satelit terdiri dari 6 parameter yaitu akar dari sumbu panjang ellips, eksentrisitas, inklinasi, *right ascension of the ascending node*, *argument of perigee*, dan anomali mengengah. *Broadcast Ephemeris* dikirim setiap 1 jam.

2.6.2 Rapid Ephemeris

IGS memproduksi super rapid orbit untuk keperluan satelit GPS dengan yang dihitung satu hari setelah pengamatan terakhir. Hasil yang diproduksi tersebut berupa *IGR*, yang ditentukan dari hasil rata-rata perhitungan yang diperoleh dari IGS *analysis centres* yang berbeda. Ketelitian yang dicapai dari tipe orbit ini sebesar kurang lebih 5 cm.

Informasi *IGR* pada orbit ini tersedia dalam format SP3, sedangkan penamaan file *IGR* terdiri dari 'angka dari minggu' (*weeknumbers*) dan 'angka dari hari' (*daynumbers*), yaitu angka 0...6, diman 0 sama dengan hari minggu.

Pada tipe orbit *RAPID ORBIT COMBINATION* ini sangat berhubungan dengan agensi pengolah data dari *IGR* (*file headers*). Pusat analisis yang berpartisipasi dalam perhitungan orbit *IGR* seperti yang tercantum di bawah ini (dilengkapi dengan akronim tiap agensi).

Tabel 2.5 Daftar Pusat Analisis (*Analysis Centre*) IGS

Akronim	Agensi (Pusat Analisis/Analysis Centre)
COD	Centre of Orbit Determination for Europe (CODE) Universitas Bern, Switzerland
EMR	Geodetic Survey Division, Department of Natural Resources Canada (NRCan), Ottawa, Canada, Former Energi Mining and Resources
ESA	European Space Agency, Darmstadt, Jerman
GPZ	Geoforschungszentrum, Postdam, Jerman
JPL	Jet Propulsion Laboratory, Pasedena CA, Amerika Serikat
SIO	Scripps Institution of Oceanograpgy, San Diego CA, Amerika Serikat

2.6.3 Ultra Rapid Ephemeris

Berawal pada tanggal 6 november 2000 (minggu 1087 hari ke-1), *IGS Ultra Rapid Products (IGU's)* menjadi produk dari *IGS*. *IGS Ultra Rapid Products (IGU's)* adalah sebuah data layanan orbit dengan ekstensi orbit file (.sp3), *Earth Rotation file (IGS/IERS format)* dan kombinasi dari *summary file*.

Konvensi penamaan dari IGU product adalah

Igu WWWWD_HH.EXT

Dimana :

WWW : GPS week (minggu GPS)

D : Hari dalam minggu/Day of week (0,...,6: Sun,...,Sat)

HH : Jam dimulainya orbit yang terprediksi.

HH berupa "00" yang ditampilkan pada jam 03:00 UTC

HH berupa "12" yang ditampilkan pada jam 15:00 UTC

EXT : Extensi produk IGU. Antara lain : sp3, erp and sum

Catatan : WWW dan D merupakan hari dimana prediksi orbit dimulai.

IGU didasarkan dari file *RINEX* tiap jamnya dari jaringan *IGS*, *IGU* produk terdiri dari 48 jam waktu orbit, 24 jam pertama berhasil dari orbit nyata (*real orbit*) yaitu pengamatan secara aktual. Sedangkan 24 jam selanjutnya berisi orbit prediksi. Bagaimanapun orbit harus dilanjutkan pada *boundary* antara bagian yang nyata dan prediksi.

Saat ini, *ultra rapid (IGU) product* dikembangkan selama 2 kali setiap harinya, yaitu pada jam 03:00 dan 15:00 UTC, serta mempunyai sebuah *time-log* (waktu sesudah pengamatan terakhir yang digunakan *ultra rapid (IGU) product* dapat diaplikasikan untuk pengukuran secara *real-time*.

Kualitas dari *Ultra Rapid (IGU) products* bisa mencapai level 20 cm terutama untuk aplikasi (*near-*) *real-time-applications*. Sebuah hasil yang cukup signifikan dan ekspek untuk menghasilkan pada stasiun-stasiun *IGS* yang mengirim file *RINEX*.

2.6.4 Precise Ephemeris

Merupakan data orbit GPS yang memiliki ketelitian paling tinggi, karena data yang diperoleh ± 7 hari setelah pengamatan. Dari data ini ketelitian yang dihasilkan mencapai kurang dari 3 cm.

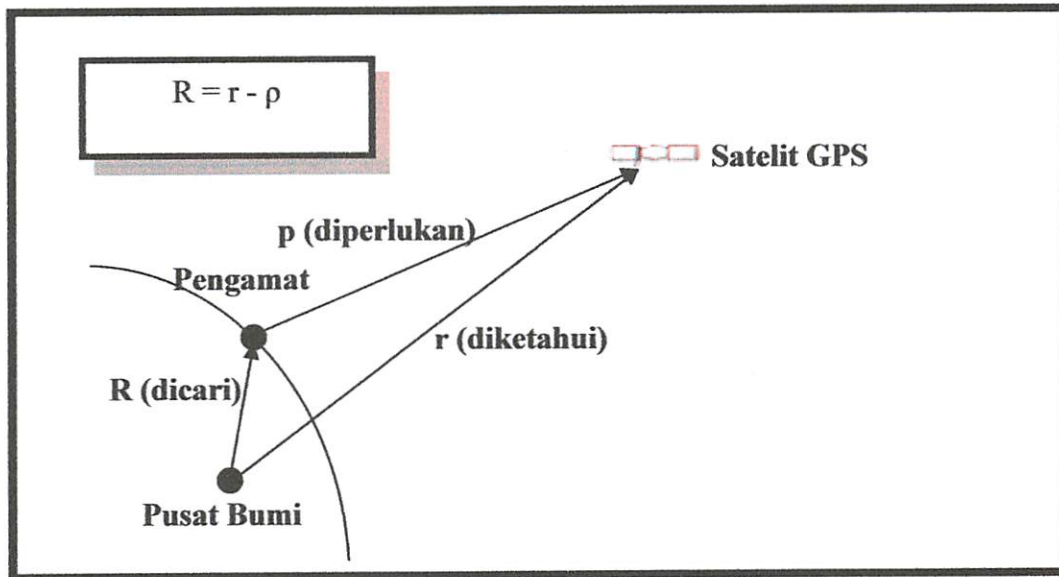
Bentuk data dari *ultra rapid*, *rapid*, dan *precise ephemeris* dapat berekstensi *.sp3*, *.erp*, *.sum*, yang dapat diperoleh pada data IGS (*International GPS Service*) yang merupakan pusat data orbit GPS yang telah diakui dunia. Pada instansi ini data rapid disebut *IGR (IGS Rapid Product)*, *Ultra Rapid IGS (IGS Ultra-Rapid Product)*, dan *Precise Ephemeris* disebut *IGS (Final Product)*. Untuk pengolahan baseline digunakan data yang berekstensi *.nav* untuk *broadcast orbit* dan *.sp3* untuk data *rapid-ultra-precise orbit*.

Pada tipe orbit ini data informasi-informasi yang diperoleh dari *broadcast* diolah lagi dengan menggunakan teori-teori perhitungan orbit yang sangat rumit dan kompleks untuk kemudian menentukan koordinat satelit dalam sistem *INERTIA* yang selanjutnya ditransformasikan ke sistem bumi (*ECEF*).

Secara teori hasil dari *Final Product* ini diteliti, karena telah dihitung menggunakan hitungan matematika yang rumit dan kompleks berdasarkan data satelit selama lebih dari tujuh hari.

2.7 Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep dasar penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi (pengikatan ke belakang) dengan jarak, yaitu dengan pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Dalam hal ini parameter yang akan ditentukan adalah vektor posisi geosentrik pengamat (R). Untuk itu, karena vektor posisi geosentrik satelit GPS (r) telah diketahui, maka yang perlu ditentukan adalah vektor posisi toposentris satelit terhadap pengamat (ρ).



Gambar 2.10 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS

Penentuan posisi pengamat dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap beberapa satelit sekaligus secara simultan, dan tidak hanya terhadap satu satelit. Penentuan posisi dengan GPS dilakukan oleh 24 satelit dengan ketinggian 20.200 km di atas permukaan bumi. Ini menyebabkan GPS dapat meliputi wilayah yang cukup luas, dimana penentuan posisi ini didukung oleh tiga segmen utama, yaitu segmen angkasa (*space segment*) yang terdiri dari stasiun-stasiun pemonitor dan pengontrol satelit, segmen sistem kontrol (*control system segment*) dan segmen pemakai (*user segment*) yang terdiri dari pemakai GPS termasuk alat-alat penerima dan pengolah sinyal dan data GPS.

Pada operasionalisasinya, prinsip penentuan posisi dasar dengan GPS, tergantung pada mekanisme pengaplikasiannya dapat diklasifikasikan atas beberapa metode penentuan posisi. Posisi titik dapat ditentukan dengan menggunakan satu receiver GPS terhadap pusat bumi dengan menggunakan metode *absolute (point) positioning*, ataupun terhadap titik lainnya yang telah ditentukan koordinatnya (*monitor station*) dengan menggunakan metode *differensial (relative) positioning* yang menggunakan minimal dua receiver.

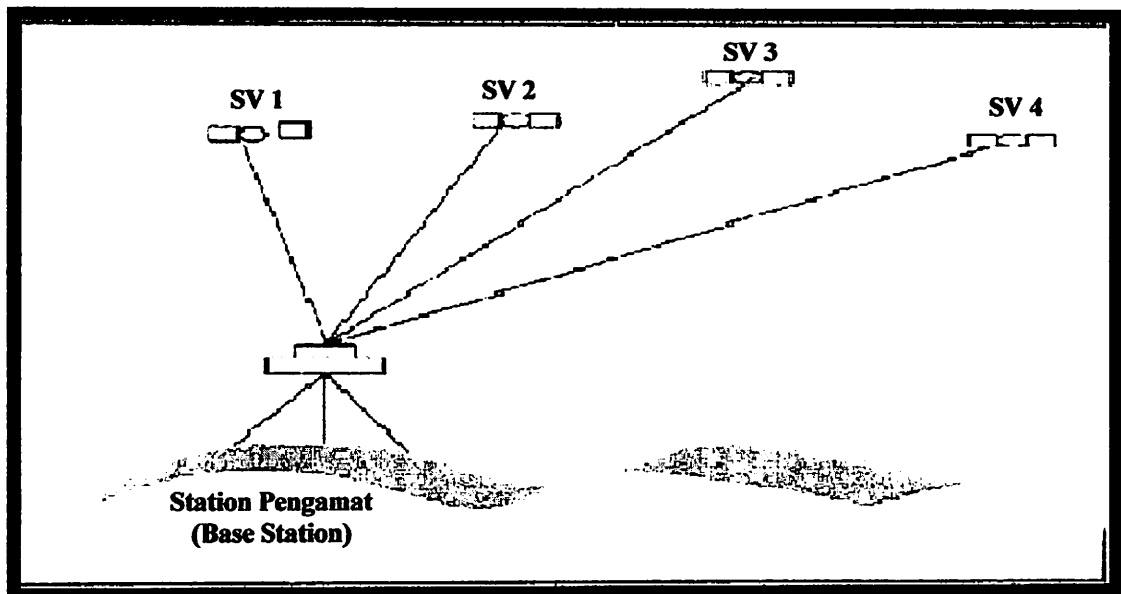
Disamping itu, GPS dapat memberikan posisi secara instan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan setelah data pengamatannya di proses secara lebih ekstensif (*post processing*) yang biasanya dilakukan untuk mendapatkan ketelitian yang lebih baik.

Tabel 2.6 Penentuan Posisi dengan GPS

Metode	ABSOLUT (1 receiver)	RELATIF (2 receiver)	Titik	Receiver
Satik	√	✓	Diam	Diam
Kinematik	√	✓	Bergerak	bergerak
Rapid Statik	—	✓	Diam	Diam (singkat)
Pseudo_kinematik	—	✓	Diam	Diam & bergerak
Stop and go	—	✓	Diam	Diam & bergerak

2.7.1 Metode Penentuan Posisi Absolut

Merupakan metode penentuan posisi paling mendasar dari GPS dan dinamakan juga *Point Positioning*. Penentuan posisi Absolut hanya menggunakan satu GPS *Receiver*, umumnya menggunakan data *Pseudorange*. Ketelitian posisi sangat tergantung pada satelit geometri dan ketelitian data.



Gambar 2.11 Penentuan Posisi GPS secara Absolut

Berkaitan dengan penentuan posisi secara absolut, ada beberapa catatan yang perlu diperhatikan yaitu :

- Metode ini kadang dinamakan juga metode *point positioning*, karena penentuan posisi dapat dilakukan per titik tanpa bergantung pada titik lainnya.
- Posisi ditentukan dalam sistem WGS-84 terhadap pusat masa bumi.
- Prinsip penentuan posisi adalah reseksi dengan jarak ke beberapa satelit secara simultan.
- Untuk penentuan posisi hanya memerlukan satu receiver GPS, dan tipe receiver yang umum digunakan untuk keperluan ini adalah tipe navigasi atau kadang dinamakan tipe genggam (*hand held*).
- Titik yang ditentukan posisinya bisa dalam keadaan diam (moda statik) maupun dalam keadaan bergerak (moda kinematik).
- Biasanya menggunakan data pseudorange
- Ketelitian posisi yang diperoleh sangat bergantung pada tingkat ketelitian data serta geometri dari satelit.

- Metode ini tidak dimaksudkan untuk penentuan posisi yang teliti.
- Aplikasi utama dari metode ini adalah untuk keperluan navigasi atau aplikasi-aplikasi lain yang memerlukan informasi posisi yang tidak terlalu teliti tapi tersedia secara instan (*real time*).

Metode penentuan posisi absolut dengan menggunakan data pseudorange pada prinsipnya adalah metode penentuan dasar yang didesain untuk GPS. Dalam hal ini ada dua level ketelitian yang diberikan oleh GPS, yaitu :

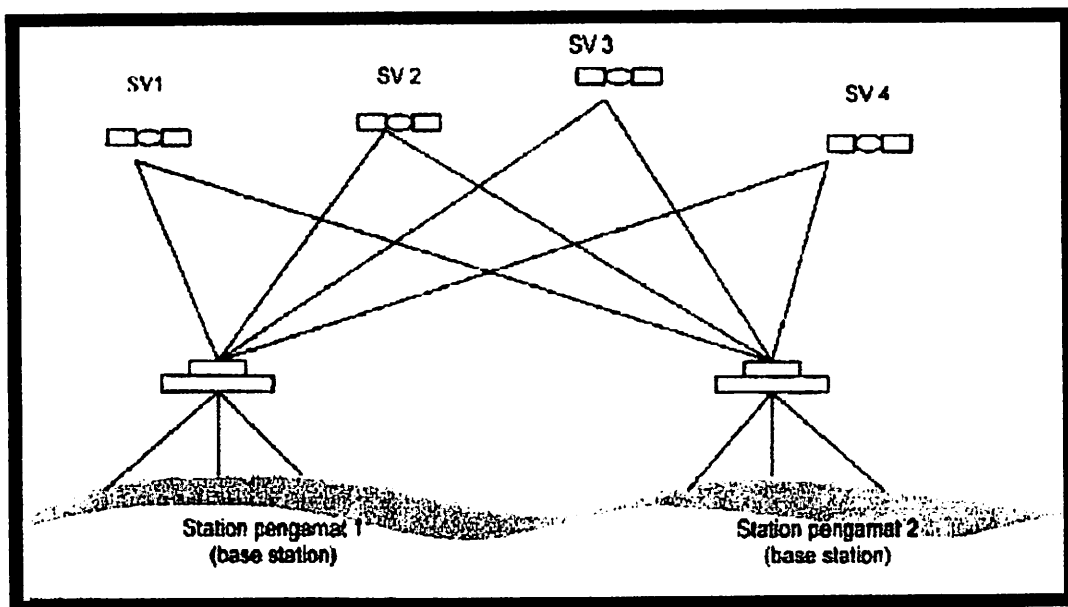
- **SPS (*Standar Positioning Service*)**
Adalah pelayanan standar yang diberikan oleh GPS secara umum kepada siapa saja tanpa dipungut biaya, dengan mengasumsikan penggunaan kode C/A. Tingkat ketelitian yang diberikan adalah tingkat ketelitian yang sudah secara sengaja diturunkan dengan menerapkan kebijaksanaan *Selective Availability* (SA). Tingkat ketelitian posisi tipikal yang diberikan dalam hal ini adalah sekitar 100 m (horizontal) dengan tingkat kepercayaan 95%.
- **PPS (*Precise Positioning Service*)**
Adalah pelayanan yang dikhususkan untuk pihak militer Amerika Serikat serta pihak-pihak yang diizinkan, melalui pemakaian kode-P yang terdapat pada 2 frekuensi, L1 dan L2. Disamping itu PPS ini juga mempunyai karakteristik *anti-jamming* (sinyal yang lebih kuat), *anti-spoofing*, dan bebas dari pengaruh SA. Tingkat ketelitian yang diberikan dalam hal ini adalah 21 m (horizontal) dengan tingkat ketelitian 95%.

2.7.2 Metode Penentuan Posisi Diferensial (relatif)

Pada penentuan posisi diferensial, posisi suatu titik ditentukan relatif terhadap titik lainnya yang telah diketahui koordinatnya (*monitor station*). Pada metode diferensial, yang kadang kala dinamakan metode penentuan relatif, dengan mengurangkan data yang diamati oleh 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 dari posisi yang diperoleh. Pada penentuan posisi diferensial, jenis-jenis kesalahan dan bias yang dapat serta tidak dapat dieliminasi atau direduksi dengan proses pengurangan data.

Perlu ditekankan di sini bahwa penentuan posisi secara diferensial adalah metode penentuan posisi yang harus digunakan untuk mendapatkan ketelitian posisi yang relatif tinggi. Ketelitian posisi yang dapat diberikan oleh metode penentuan posisi secara diferensial berkisar dari level mm sampai level beberapa meter.



Gambar 2.12 Penentuan Posisi GPS secara relatif

Penentuan posisi secara *differensial* dapat diaplikasikan secara statik (diam) maupun kinematik (bergerak) dengan menggunakan data *pseudorange* atau data fase. Metode survey dengan GPS yang banyak diaplikasikan saat ini, seperti : metode statik, statik singkat, pseudo-kinematik dan stop-and-go, juga didasarkan pada metode penentuan posisi secara *differensial*.

Ketelitian posisi GPS secara umum bergantung pada empat faktor, yaitu :

- Metode penentuan posisi yang dilakukan,
- Geometri dan distribusi satelit yang diamati,
- Ketelitian data yang digunakan,
- Strategi metode pengolahan data yang digunakan, [Abidin, Z. 2001 Modul Ajar]

2.7.3 Metode Penentuan Posisi Statik

Penentuan posisi secara statik (*static positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik (diam). Penentuan posisi tersebut dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial, dengan menggunakan data pseudorange dan/atau fase. Dibandingkan metode penentuan posisi kinematik, ukuran lebih pada suatu titik pengamatan yang diperoleh dengan metode statik biasanya lebih banyak. Ini menyebabkan keandalan dan ketelitian posisi yang diperoleh umumnya relatif lebih tinggi (dapat mencapai orde mm sampai cm). Salah satu bentuk implementasi dari metode penentuan posisi statik yang populer adalah survai GPS untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan ataupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika.

Pada prinsipnya, survai GPS bertumpu pada metode-metode penentuan posisi statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Dalam hal ini pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan baseline per baseline selama selang waktu tertentu dalam suatu jaringan dari titik-titik yang akan ditentukan posisinya.

2.7.4 Metode Penentuan Posisi Kinematik

Penentuan posisi kinematik (*kinematic positioning*) adalah penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak dan receiver GPS tidak dapat atau tidak punya kesempatan untuk berhenti pada titik-titik tersebut. Penentuan posisi kinematik ini dapat dilakukan secara absolut ataupun diferensial dengan menggunakan data

pseudorange dan/atau fase. Hasil penentuan posisi bisa diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post-processing*). Untuk *real-time differential positioning* diperlukan komunikasi data antara monitor station dengan receiver yang bergerak.

Berdasarkan jenis data yang digunakan serta metode penentuan posisi yang digunakan, ketelitian posisi kinematik yang diberikan oleh GPS dapat berkisar dari tingkat : rendah (penentuan posisi absolut dengan pseudorange) sampai tingkat tinggi (penentuan posisi diferensial dengan fase). Dari segi aplikasinya, metode kinematik GPS akan bermanfaat untuk navigasi, pemantauan (*surveillance*), guidance, fotogrametri, airborne gravimetry, survai hidrografi. Dll.

Akhir-akhir ini banyak aplikasi yang menuntut ketelitian posisi dari titik-titik yang bergerak secara teliti (tingkat ketelitian berorde centimeter), seperti untuk sistem pendaratan pesawat, kalibrasi altimeter satelit, dan studi oceanografi (arus, gelombang, pasut). Dalam hal ini ada beberapa karakteristik dari metode kinematik teliti yang perlu dicatat yaitu :

- Metode ini harus berbasiskan penentuan posisi diferensial yang menggunakan data fase.
- Problem utama dari penentuan posisi kinematik secara teliti adalah penentuan ambiguitas fase secara *on-the-fly*, yaitu penentuan ambiguitas fase pada saat receiver sedang bergerak dalam waktu sesingkat mungkin.
- Penentuan ambiguitas secara *on-the-fly* akan meningkatkan ketelitian keandalan, dan fleksibilitas dari penentuan posisi kinematik.
- Saat dikenal beberapa teknik penentuan ambiguitas fase secara *on-the-fly*.
- Hasil penentuan posisi bila diperlukan saat pengamatan (*real-time*) ataupun sesudah pengamatan (*post-processing*).
- Untuk moda *real-time*, diperlukan komunikasi data antara *monitor station* dengan receiver yang bergerak.

2.7.5 Metode Penentuan Posisi Statik Singkat

Metode penentuan posisi dengan survey statik singkat (*rapid static*) pada dasarnya adalah survey statik dengan waktu pengamatan jauh lebih singkat, yaitu 5-20 menit. Prosedur operasional lapangan dari survey statik singkat adalah sama seperti statik hanya selang waktunya yang lebih singkat.

Untuk merealisasikan hal tersebut metode statik singkat sangat bertumpu pada proses penentuan *ambiguitas fase* secara cepat. Untuk itu disamping memerlukan perangkat lunak yang handal pengamatan ini memerlukan geometri pengamatan yang lebih baik tingkat residu dan bias relatif lebih rendah serta lingkungan pengamatan tidak menimbulkan efek multipath. Mengingat persyaratan yang relatif cukup ketat maka metode ini sangat sesuai jika dilakukan untuk panjang baseline lebih kecil dari 5 km. (Abidin,2002). Aplikasi utama dari metode statik singkat ini adalah pada survey dan pemetaan (orde yang tidak terlalu tinggi)

Kalau dibandingkan dengan metode statik singkat dengan metode statik maka ada beberapa hal yang patut untuk dijadikan catatan :

- Survey statik singkat mempunyai tingkat produktifitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan statik, karena waktu pengamatan yang relatif lebih singkat.
- Metode Survey statik memberikan ketelitian yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan statik singkat.
- Metode survey statik singkat membutuhkan perangkat lunak yang lebih canggih dan modern.
- Karena harus memastikan nilai ambiguitas fase secara benar dengan data pengamatan yang lebih sedikit, metode statik singkat kurang fleksibel dalam hal spesifikasi pengamatan dibandingkan metode statik.
- Metode statik singkat relatif lebih rentan terhadap efek dari kesalahan dan bias.

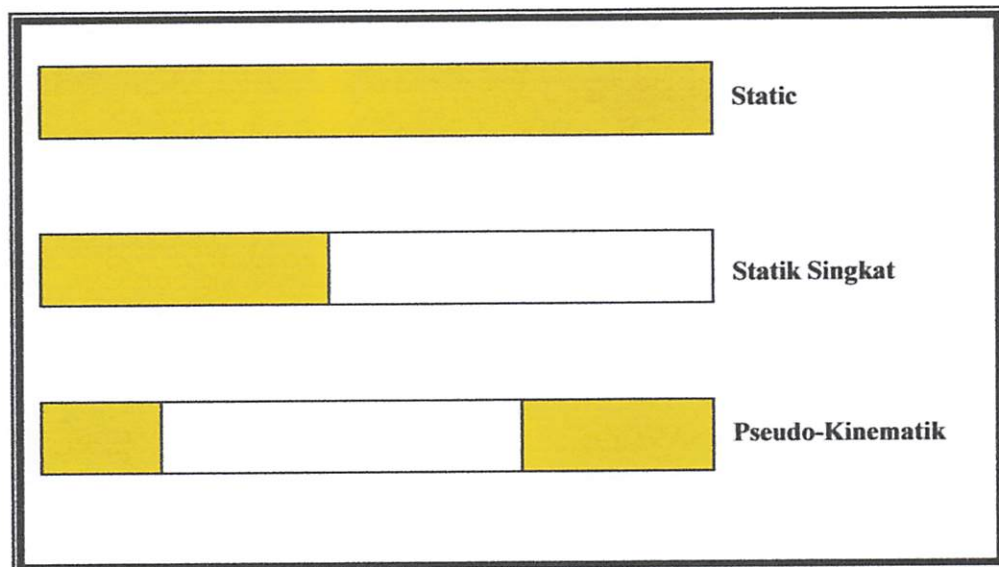
Untuk keperluan survey dan pemetaan bisa digunakan metode gabungan antara metode statik dan statik singkat. Dalam hal ini metode statik digunakan untuk

sebagai titik kontrol dan metode statik singkat digunakan untuk penentuan koordinat titik kontrol yang relatif dekat.

2.7.6 Metode Pseudo-Kinematik

Metode pseudo-kinematik atau *intermittent* atau *reoccupation*, pada dasarnya dapat dilihat sebagai realisasi dari dua metode statik singkat yang dipisahkan oleh selang waktu relatif lama yaitu antara satu sampai beberapa jam.

Pada metode ini pengamatan dilakukan dalam dua sesi yang berselang waktu yang lama dimaksudkan untuk meliputi perubahan geometri yang cukup besar, sehingga dapat digunakan untuk penentuan ambiguitas fase serta mendapatkan ketelitian yang relatif lebih baik. Dalam hal ini perhitungan vektor baseline dilakukan dengan menggunakan data gabungan dari dua sesi pengamatan tersebut. Dan untuk pengolahan data ini tidak semua *software* komersial memiliki fasilitas pengolahan data jenis ini.



Gambar 2.13 Perbandingan Metode Statik, dan Pseudo Kinematik

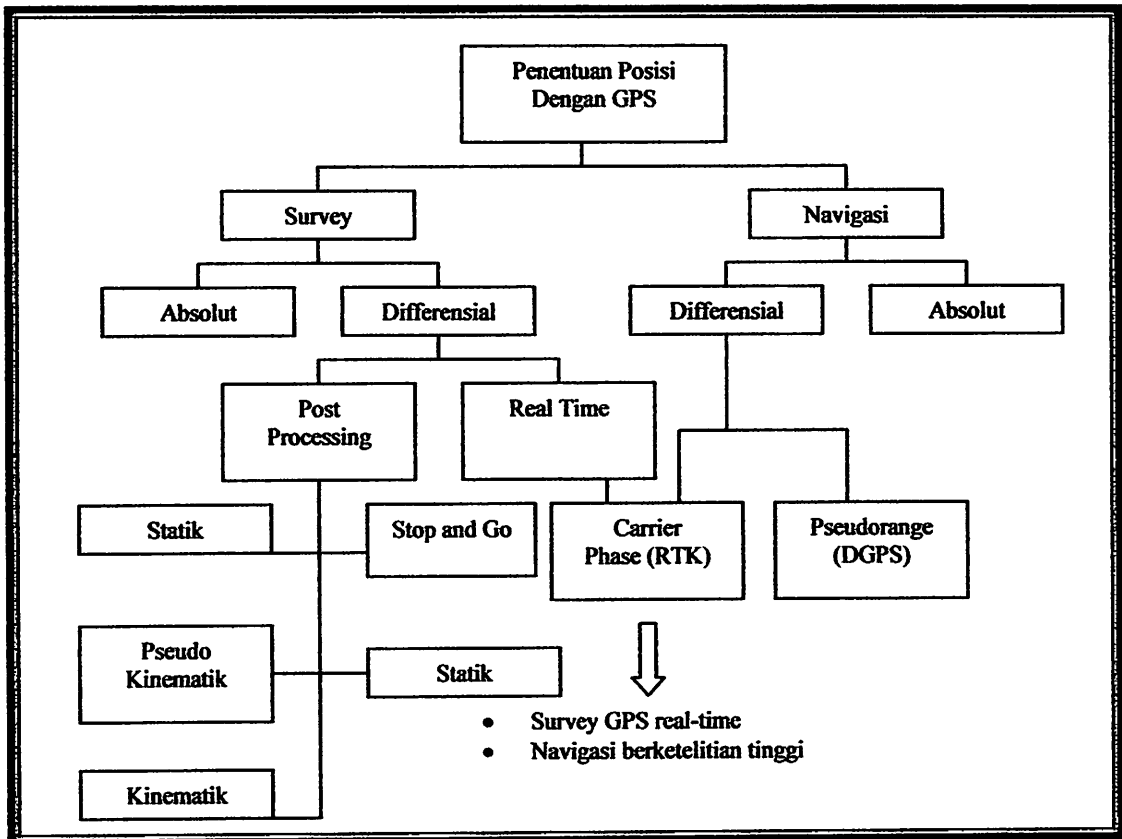
2.7.7 Metode Pengamatan Stop and Go

Metode *stop and go* adalah salah satu metode survey penentuan posisi dengan GPS, yang kadang juga disebut semi kinematik. Pada metode ini titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak, sedangkan receiver yang bersangkutan diam beberapa saat di titik tersebut.

Dalam operasionalnya penentuan posisi secara *stop and go* dapat dilakukan secara *real time* maupun *post processing*. Dalam hal ini metode *real-time* yang bersangkutan serta strategi pengamatan yang lebih ketat. Oleh sebab itu pengamatan secara *stop and go* ini diaplikasikan dengan metode *post processing* dimana pengolahan data dilakukan di kantor setelah semua pengamatan selesai dilakukan.

Disamping hal di atas kalau kita bandingkan metode *stop and go* dan kinematik maka ada beberapa hal yang perlu untuk sebagai catatan :

- Metode *stop and go* harus berbasiskan metode penentuan posisi *diferensial* dengan menggunakan data *fase*, sedangkan metode kinematik tidak perlu, kecuali untuk penentuan posisi *kinematik* secara teliti.
- Pada kedua metode, penentuan *ambiguitas fase* merupakan hal yang terpenting untuk mendapatkan hasil yang teliti. Ini bisa dilakukan dengan metode-metode yang bersifat statik maupun metode *on-the-fly*. Pada metode *kinematik* kebutuhan terhadap metode *on-the-fly* lebih besar.
- Jika penentuan *ambiguitas fase* dilakukan secara *on-the-fly* dengan tingkat keandalan yang tinggi maka terjadinya *cycle slip* pada kedua metode ini tidak menjadi masalah.
- Metode *kinematik* pada umumnya membutuhkan kondisi pengamatan (satelit geometri serta tingkat kesalahan dan bias) yang baik untuk mencapai ketelitian posisi yang relatif tinggi.
- Kedua metode ini dapat di implementasikan dengan metode *post processing* maupun *diferensial*.



Gambar 2.14 Berbagai Metode Pengukuran dengan GPS

2.8 Data Pengamatan GPS

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi atau pengikatan kebelakang dengan jarak yaitu pengukuran jarak secara simultan kebeberapa satelit GPS yang koordinat satelitnya telah diketahui (Abidin 2000). Data pengamatan GPS berupa data pseudorange dan data fase.

$$P_1 = \rho + d\rho + dtrop + dion + (dt - dT0 + MP_1 + \delta P_1$$

$$L_1 = \rho + d\rho + dtrop + dion + (dt - dT) + MC_1 - \lambda_1 N_1 + \delta C_1$$

Dimana :

P_1 = pseudo range

L_1 = jarak fase

- ρ = jarak geometris antara pengamat dengan satelit (x,y,z)
 c = kecepatan cahaya dalam vakum
 λ = panjang gelombang
 $d\rho$ = kesalahan jarak yang disebabkan kesalahan ephemeris (orbit)
 $dtrop$ = bias yang disebabkan oleh troposfer
 $dion$ = bias yang disebabkan oleh ionosfer
 dt, dT = kesalahan dan offset dari jam receiver dan jam satelit
 MP_1, MC_1 = efek dari multipath pada hasil pengamatan P_1 dan L_1
 $\delta P_1, \delta C_1$ = derau (noise) dari hasil pengamatan P_1 dan L_1

Ada beberapa perbedaan karakteristik antara hasil pengamatan *pseudorange* dan *jarak fase*. Pada dasarnya *jarak fase* akan jauh lebih presisi dibandingkan dengan pengamatan secara *pseudorange*, dan disamping itu juga efek *multipath*nya juga lebih kecil. Oleh sebab itu untuk keperluan survey dan pemetaan yang umumnya menuntut ketelitian yang relatif cukup tinggi menggunakan data *fase*, *pseudorange* digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang tidak menuntut ketelitian tinggi.

Tabel 2.7 Perbedaan antara pseudorange dan data fase

	Pseudorange	Data Fase
Noise (1% of λ)	$P = 0.3$ m $C/A = 3$ m	$L_1 = 1.9$ mm $L_2 = 2.4$ mm
Ambiguitas	Tidak ada	Ambiguitas Fase
Efek Ionosfer	Diperlambat	Dipercepat
Multipath	I code width (maks) $P = 30$ m $C/A = 300$ m	0,25 gelombang (maks) $L_1 = 4.8$ cm $L_2 = 6.1$ cm

Seperti yang dijelaskan sebelumnya meskipun lebih presisi, data fase mempunyai ambiguitas fase yang harus ditentukan sebelumnya agar data fase tersebut dapat dikonversikan menjadi jarak geometrik yang sebenarnya dari satelit ke antena. Penentuan ambiguitas fase bukan merupakan pekerjaan yang mudah. Dalam hal ini untuk menentukan ambiguitas fase secara benar maka harus memperhitungkan secara benar mengenai kesalahan dan bias yang mempengaruhi sinyal GPS, satelit geometri, dan juga metode penentuan ambiguitas fase yang digunakan. Hasil pengamatan pseudorange dilain pihak tidak dihindari oleh problem ambiguitas tersebut.

Patut juga dicatat bahwa pengamatan dasar di atas dapat saling dikurangkan (*differencing*) dan juga dikombinasikan menjadi beberapa jenis pengamatan GPS lainnya.

2.9 Kesalahan dan Bias

Dalam perjalanannya dari satelit hingga mencapai antena di permukaan bumi, sinyal GPS akan dipengaruhi oleh beberapa kesalahan dan bias. Kesalahan dan bias GPS pada dasarnya dapat dikelompokkan atas kesalahan dan bias yang terkait dengan

:

1. **satelit**, seperti kesalahan ephemeris, jam satelit, dan selective availability
2. **medium propagasi**, seperti bias ionosfer dan bias troposfer
3. **receiver GPS**, seperti kesalahan jam receiver, kesalahan yang terkait dengan antena, dan noise (derau)
4. **data pengamatan**, seperti ambiguitas fase dan cycle slips
5. **lingkungan sekitar GPS receiver**, seperti multipath dan imaging

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

juga akan mempengaruhi efek dari kesalahan dan bias pada data pengamatan, dan sebaliknya proses minimalisasi efek dari kesalahan dan bias akan mempengaruhi strategi pengamatan yang harus diterapkan. Disamping itu struktur dan tingkat kecanggihan dari perangkat lunak pemroses data GPS akan dipengaruhi oleh mekanisme yang digunakan dalam menangani kesalahan dan bias. Perlu juga dicatat di sini bahwa besar dan karakteristik dari kesalahan dan bias akan mempengaruhi kesuksesan dari proses resolusi ambiguitas, yang selanjutnya juga tentunya akan mempengaruhi ketelitian dari posisi yang diperoleh.

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

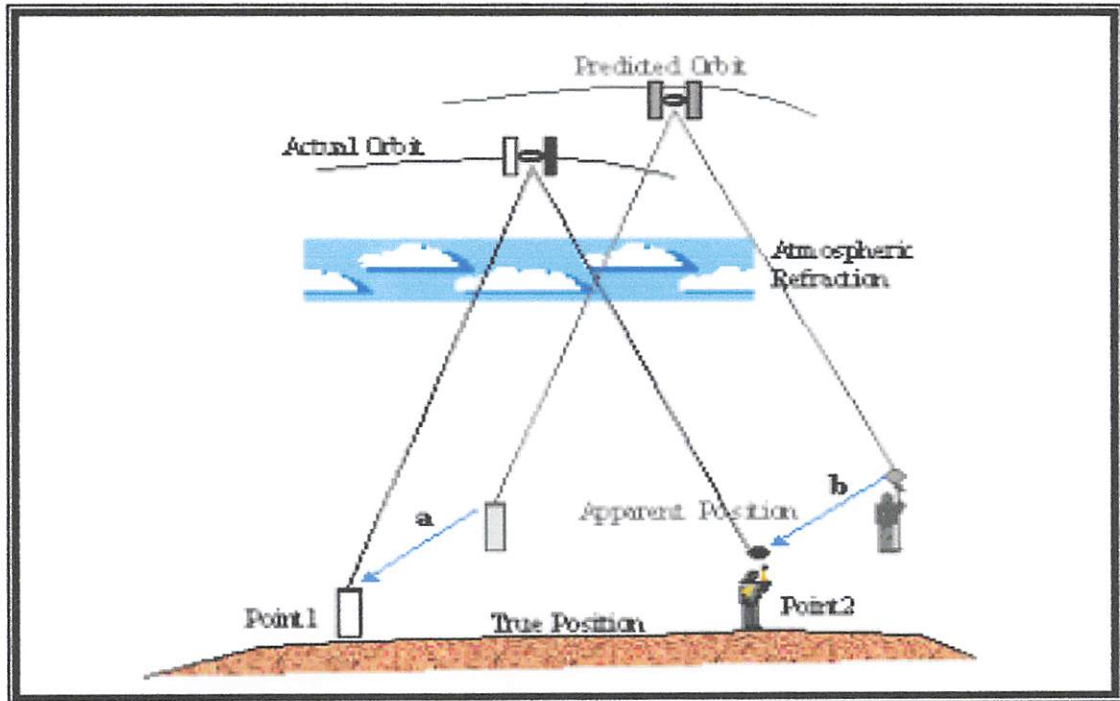
- Estimasi parameter dari kesalahan dan bias dalam proses hitung perataan,
- Terapkan mekanisme *differencing* antar data,
- Hitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan data ukuran langsung,
- Hitung besarnya kesalahan/bias berdasarkan model,
- Gunakan strategi pengamatan yang tepat,
- Gunakan strategi pengolahan data yang tepat..

Pada dasarnya kesalahan dan bias yang terjadi pada saat pengukuran dengan GPS antara lain di uraikan seperti di bawah ini.

2.9.1 Kesalahan Ephemeris (Orbit)

Kesalahan *ephemeris* adalah kesalahan dimana orbit satelit yang dilaporkan oleh *ephemeris* tidak sama dengan orbit satelit yang sebenarnya.

Kesalahan *ephemeris* ini akan mempengaruhi ketelitian dan koordinat titik-titik *absolute* maupun relatif yang ditentukan. Pada penentuan posisi secara relatif, makin panjang baseline yang diamati maka efek dari *bias ephemeris* satelit akan semakin besar.



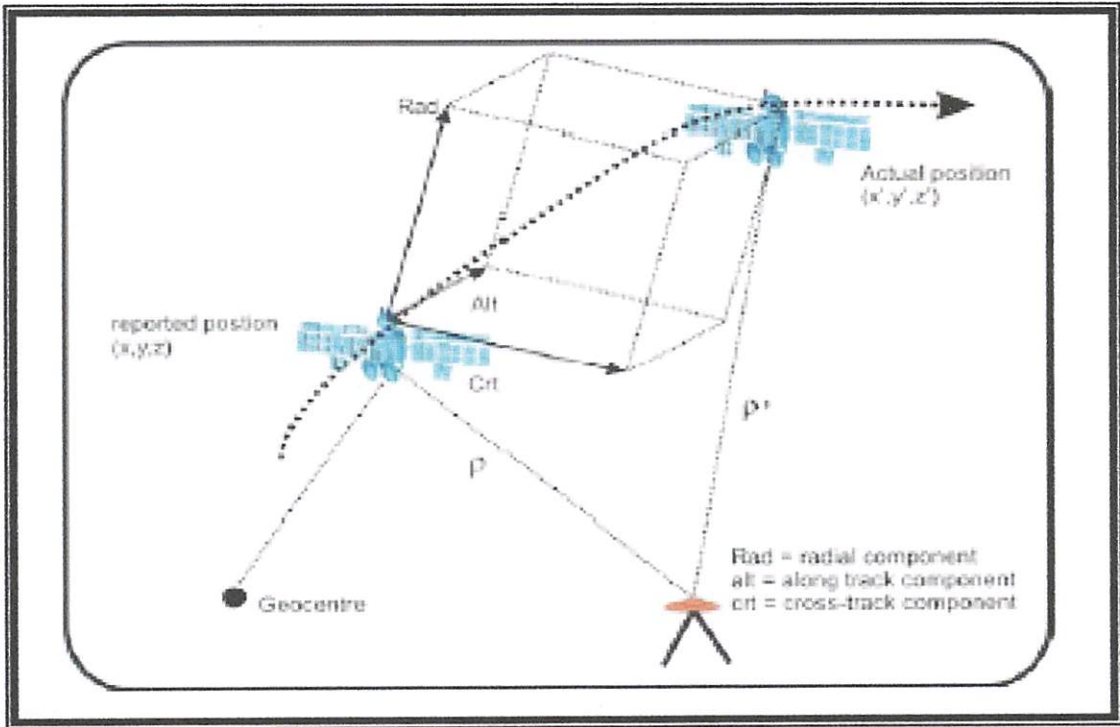
Gambar 2.15 Efek dari Kesalahan

Kesalahan orbit satelit GPS pada dasarnya dapat disebabkan oleh tiga faktor, diantaranya :

1. Kekurang-telitian pada proses perhitungan orbit satelit oleh stasiun-stasiun pengontrol satelit.
2. Kesalahan dalam prediksi orbit untuk periode waktu setelah *uploading* ke satelit.
3. Penerapan kesalahan orbit yang sengaja diterapkan, yang juga dinamakan *Selective Availability*

Selective Availability (atau biasa disingkat SA) adalah metode yang diaplikasikan untuk memproteksi ketelitian posisi absolut secara real-time yang tinggi dari GPS hanya untuk pihak militer Amerika Serikat dan pihak-pihak yang diberi ijin.

Secara tipikal besar dari setiap komponen kesalahan orbit satelit GPS (dengan adanya *Selective Availability*) adalah sekitar 20 m (komponen radial), 50 m (komponen *along-track*), dan 30 m (komponen *cross track*)



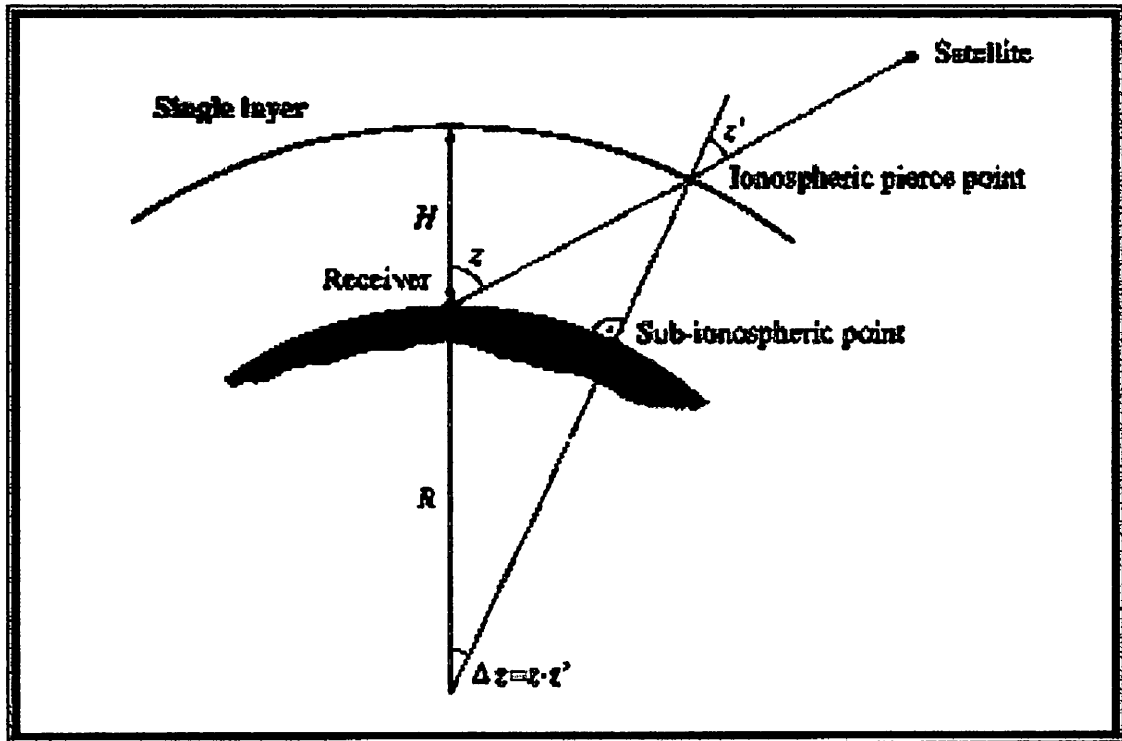
Gambar 2.16 Kesalahan Ephemeris (Orbit)

2.9.2 Medium Propagasi

a) Bias Ionosfer

Ionosfer adalah bagian dari lapisan atmosfer dimana terdapat sejumlah elektron dan ion bebas yang mempengaruhi perlambatan gelombang radio. Lapisan ini diperkirakan antara 60 – 1000 km di atas permukaan bumi. Jumlah elektron dan ion bebas pada lapisan ionosfer bergantung pada besarnya intensitas radiasi matahari serta densitas gas pada lapisan tersebut. Dalam hal ini efek ionosfer yang terbesar adalah pada kecepatan sinyal, dimana akan menimbulkan perbedaan ukuran jarak. Perlu dicatat untuk efek dari ionosfer sendiri adalah memperlambat *pseudorange* dan

mempercepat *fase*. Sinyal yang dipengaruhi adalah berupa kecepatan, arah, polarisasi, dan kekuatan.



Gambar 2.17 Efek kesalahan *Bias Ionosfer*

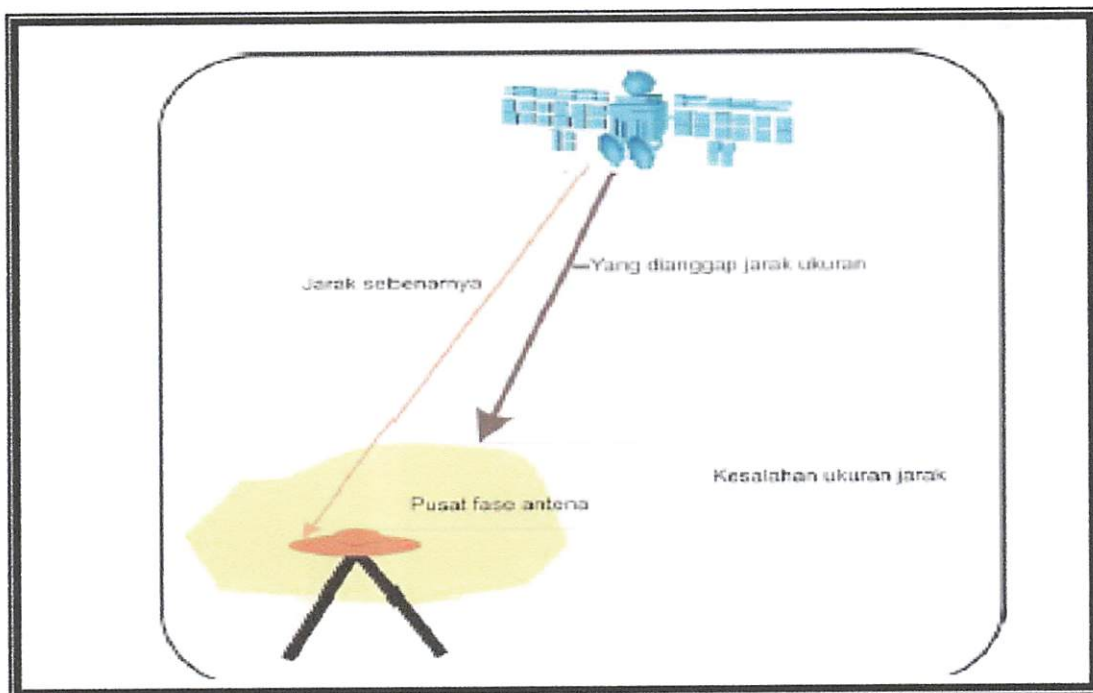
b) Bias Troposfer

Lapisan ini mempunyai ketebalan 9 sampai 16 km. ketika sinyal GPS masuk ke dalam lapisan ini akan mengalami refleksi yang menyebabkan perubahan terhadap arah dan kecepatan. Lapisan ini dibedakan menjadi dua jenis yaitu komponen basah dan komponen kering. Untuk komponen basah biasanya dapat diprediksi sampai ketelitian 3-4 cm. [Abidin, 2000]

2.9.3 Kesalahan Pada Receiver

Secara umum kesalahan pada *receiver* disebabkan antara lain karena kesalahan jam *receiver* dan kesalahan pada antena. Kesalahan yang disebabkan karena jam pada *receiver* mempunyai kestabilan dan ketelitian yang lebih rendah dari jam pada satelit.

Kemudian kesalahan yang selanjutnya adalah pada pergerakan pusat fase antena. Pusat fase antena adalah pusat (sumber) yang sebenarnya dari radiasi. Dan dalam konteks GPS merupakan titik referensi yang sebenarnya digunakan dalam pengukuran sinyal elektronik. Titik radiasi yang ideal akan mempunyai muka fase berbentuk bola serta pusat fase yang tetap. Tetapi dalam realitanya sumber radiasi yang ideal sulit direalisasikan pada antena GPS. Dalam pengukuran jarak dari antena GPS ke satelit, jarak ukur diasumsikan mengacu ke pusat geometris antena. Akan tetapi sebenarnya secara elektronik terjadi perbedaan antara pusat fase dengan pusat geometris yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini.

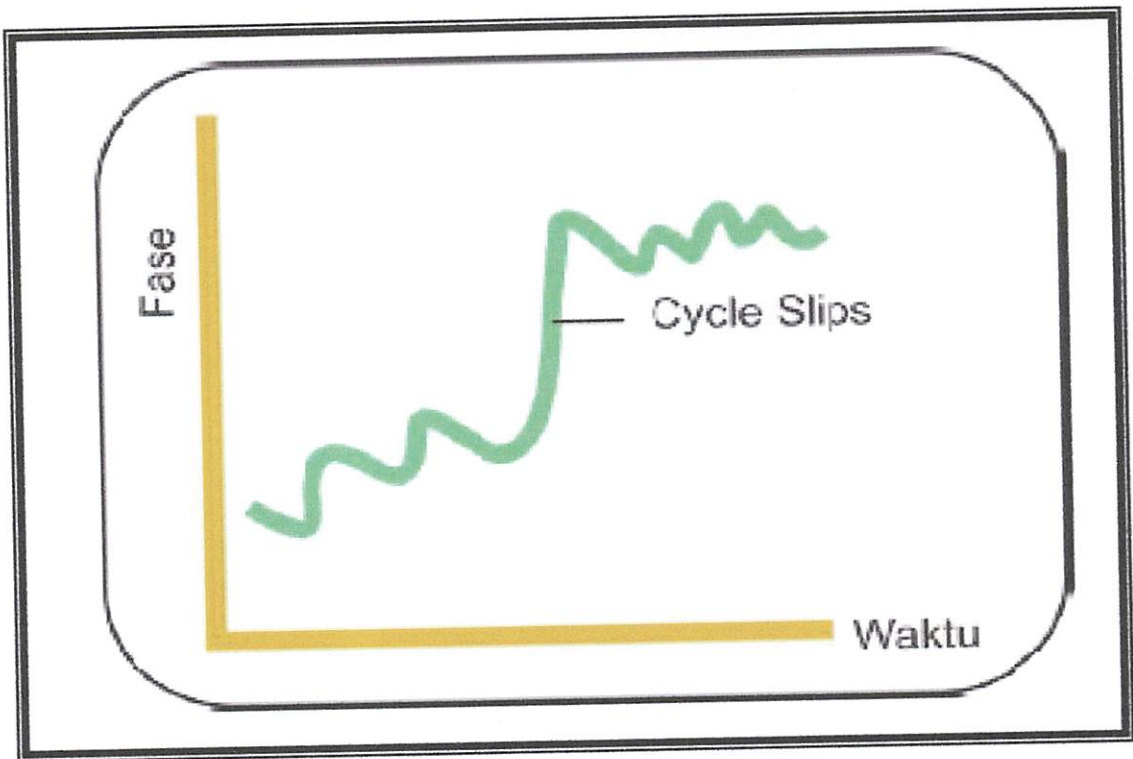


Gambar 2.18 Kesalahan Pengukuran Jarak karena Perbedaan Pusat Fase dan Geometri

2.9.4 Kesalahan Data Pengamatan

Pada kesalahan ini terjadi karena *ambiguitas fase* dan *cycle slips*. *Ambiguitas fase* adalah panjang gelombang penuh yang tidak mampu di rekam oleh receiver GPS. Penentuan harga *ambiguitas fase* ini tidaklah mudah. Terutama yang dilakukan sambil bergerak (*on the fly*).

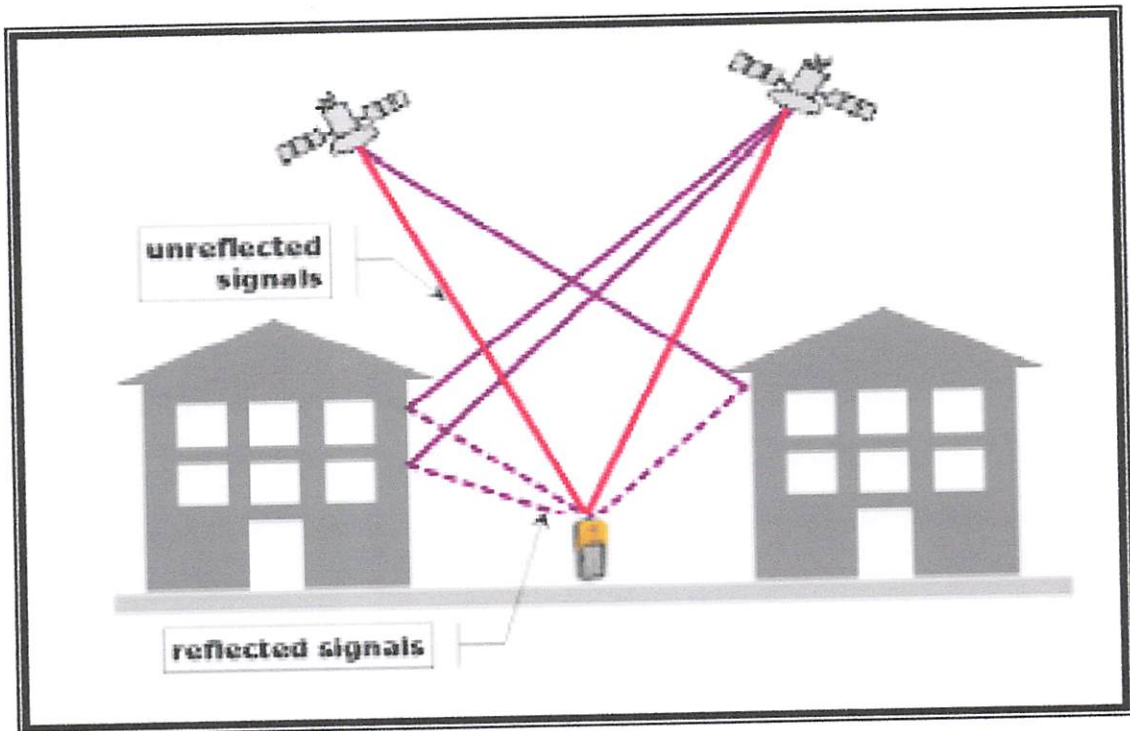
Kemudian *cycle slips* adalah ketidak kontinuan dalam jumlah gelombang penuh dari fase gelombang pembawa yang diamati, karena *receiver* disebabkan oleh suatu hal.



Gambar 2.19 *Cycle Slips*

2.9.5 Kesalahan Lingkungan Sekitar GPS

Kesalahan yang bisa disebabkan karena lingkungan sekitar GPS adalah kesalahan *multipath*. *Multipath* adalah kesalahan dimana sinyal dari satelit yang tiba ke *receiver* bukan merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena, melainkan sebelumnya dipantulkan dahulu oleh benda yang berada di sekeliling GPS. Sehingga ukuran jarak bukan merupakan jarak langsung.



Gambar 2.20 Kesalahan Akibat *Multipath*

Secara keseluruhan didapatkan pendekatan nilai kesalahan seperti diuraikan dalam table dibawah ini :

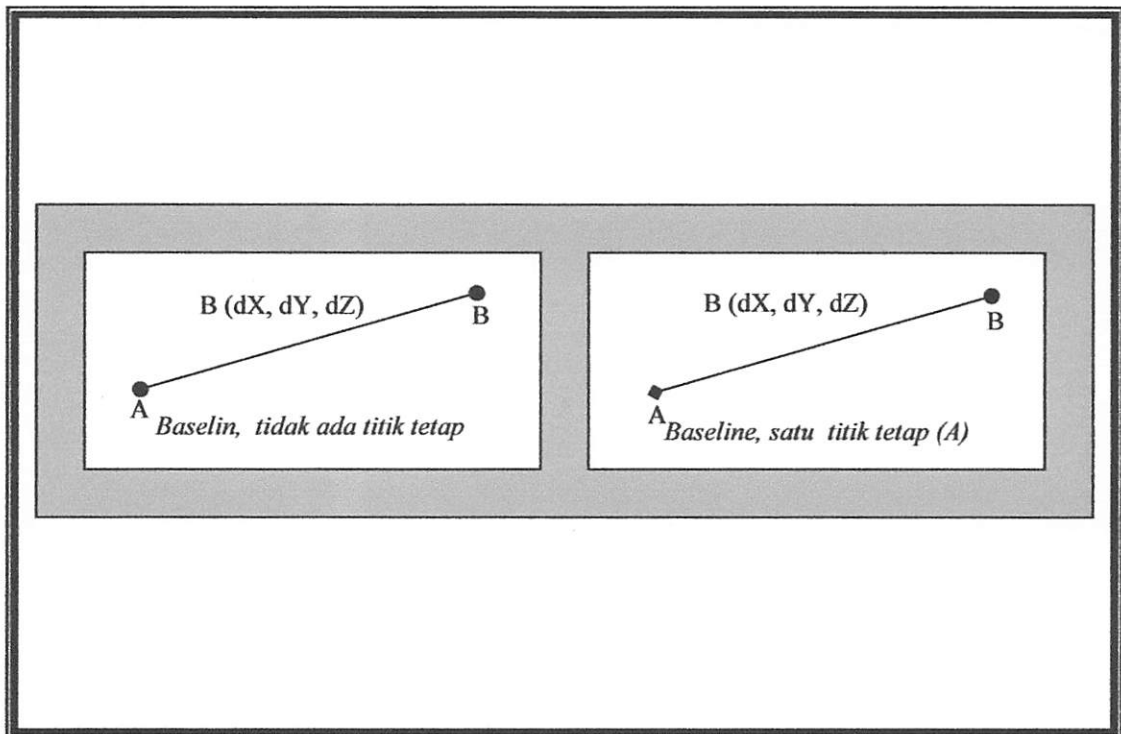
Tabel 2.8 *GPS error budgeted.* (<http://www.montan.edu/places/gps/understd.html>)

Error source	Potential error	Typical error
<i>Ionosphere</i>	5.0 meters	0.4 meters
<i>Troposphere</i>	0.5 meters	0.2 meters
<i>Ephemeris data</i>	2.5 meters	0 meters
<i>Satellite clock drift</i>	1.5 meters	0 meters
<i>Multipath</i>	0.6 meters	0.6 meters
<i>Measurement noise</i>	0.3 meters	0.3 meters
<i>Total</i>	~ 15 meters	~ 10 meters

2.10 Hitung Perataan Jaring GPS

Pengolahan data suatu jaringan survey GPS akan melibatkan sejumlah *vector baseline* serta beberapa titik kontrol yang sudah diketahui koordinatnya dalam system WGS 1984. hitung perataan tersebut umumnya dilakukan menggunakan hitung perataan kuadrat terkecil, baik dengan metode parameter maupun bersyarat. Persamaan pengamatan dapat disusun dalam system koordinat kartesian maupun geodetik. Berikut ini penjelasan tentang konsep hitung perataan jaring GPS, mengsumsikan penggunaan metode parameter dalam system koordinat *kartesian*. Untuk memudahkan penjelasan, model matematis untuk satu *baseline* yang geometrinya ditunjukkan pada Gambar 2, akan dijelaskan terlebih dahulu sebelum

model matematis yang mencakup suatu jaringan diberikan. Penjelasan yang mendetail tentang hitung perataan jaring GPS dapat dilihat di [Leick, 1995].



Gambar 2.21 Gambar Kasus Geometri Suatu Vektor *Baseline*

Pada hitung perataan kuadrat terkecil metode parameter, persamaan pengamatan suatu *vector baseline* yang lepas, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 (bagian kiri), dapat dituliskan dalam bentuk persamaan vector sebagai berikut :

$$V + B = X_B - X_A$$

dimana $B (d_{X_{AB}}, d_{Y_{AB}}, d_{Z_{AB}})$ adalah 'data ukuran' *vector baseline* yang merupakan hasil dari perhitungan *baseline*, $V (v_x, v_y, v_z)$ adalah vektor residual yang juga dapat dilihat sebagai vektor koreksi terhadap *vector baseline*, dan $X_A (X_A, Y_A, Z_A)$ serta $X_B (X_B, Y_B, Z_B)$ adalah vektor posisi geosentrik dari titik-titik A dan B yang

akan ditentukan harganya (merupakan parameter yang dicari). Dalam formulasi *matriks*, persamaan (1) di atas dapat ditulis juga sebagai berikut :

$$V = [-I \quad I] \cdot \begin{bmatrix} x_a \\ x_b \end{bmatrix} + B$$

Jika mengacu pada formulasi yang umum digunakan persamaan pengamatan dari hitung perataan parameter :

$$V = AX - L$$

Dimana V adalah vektor residu, A adalah matriks desain, X adalah vektor parameter, dan L adalah vektor pengamatan. [Abidin 2000]

Metode Perataan Jaring GPS :

1. Metode *Free Adjustment Constraint*

Metode *Free Adjustment Constraint* dimaksudkan untuk mengecek kualitas dan konsistensi dari data vektor baseline, dimana metode *Free Adjustment Constraint* tidak menggunakan titik ikat.

2. Metode *Minimally Adjustment Constraint*

- Satu titik dianggap sebagai titik tetap yang diketahui koordinatnya dalam hitung perataan.
- Dalam hal ini vektor-vektor baseline bebas berinteraksi dengan sesamanya untuk membentuk suatu jaring GPS yang "optimal". Dalam hal ini tidak ada kendala dari luar yang mempengaruhi.
- Nilai residual yang diperoleh merefleksikan konsistensi internal dari data vektor baseline, atau dengan kata lain juga merefleksikan tingkat presisi dari data vektor baseline.
- Nilai residual maupun bentuk dan ukuran dari ellips kesalahan relatif, tidak akan terpengaruh oleh lokasi titik dalam jaringan yang dianggap sebagai titik tetap.

3. Metode *Fully Adjustment Constraint*

- Metode perataan ini akan mengikutsertakan semua data ukuran yang valid serta akan menggunakan semua titik kontrol sebagai titik tetap atau terkendala.
- Perangkat lunak komersil GPS umumnya *menganggap* titik kontrol sebagai titik tetap (tidak mempunyai kesalahan).
- Perataan *Fully Adjustment Constraint* akan memberikan koordinat *definitiv* untuk semua titik yang baru.

Metode *Fully Adjustment Constraint* berfungsi :

- Mengecek konsistensi data ukuran dengan titik-titik control yang telah ada (suatu mekanisme kontrol kualitas).
- Mengintegrasikan titik-titik dalam jaringan baru ke jaringan titik yang telah ada yang tingkat ketelitiannya lebih tinggi atau setidaknya sama (kepastian datum dan sistem koordinat).

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1 Persiapan Penelitian

Sebelum melaksanakan proses penelitian, tahapan pertama yang harus dilakukan adalah menyiapkan segala unsur-unsur yang dapat digunakan untuk mendukung kelancaran proses penelitian. Dalam penelitian ini, unsur-unsur yang harus dipersiapkan adalah sebagai berikut:

3.1.1 Bahan dan Materi Penelitian

Alat-alat yang digunakan selama pengukuran jaring titik kontrol untuk keperluan penelitian adalah :

- Leica GPS Receiver SR399, 1 unit
- GPS Navigasi Garmin GA 27C Low Profile
- Perangkat lunak *Ski Pro* dan *Async* ; dan *Gar2rnx*
- Perangkat keras Laptop

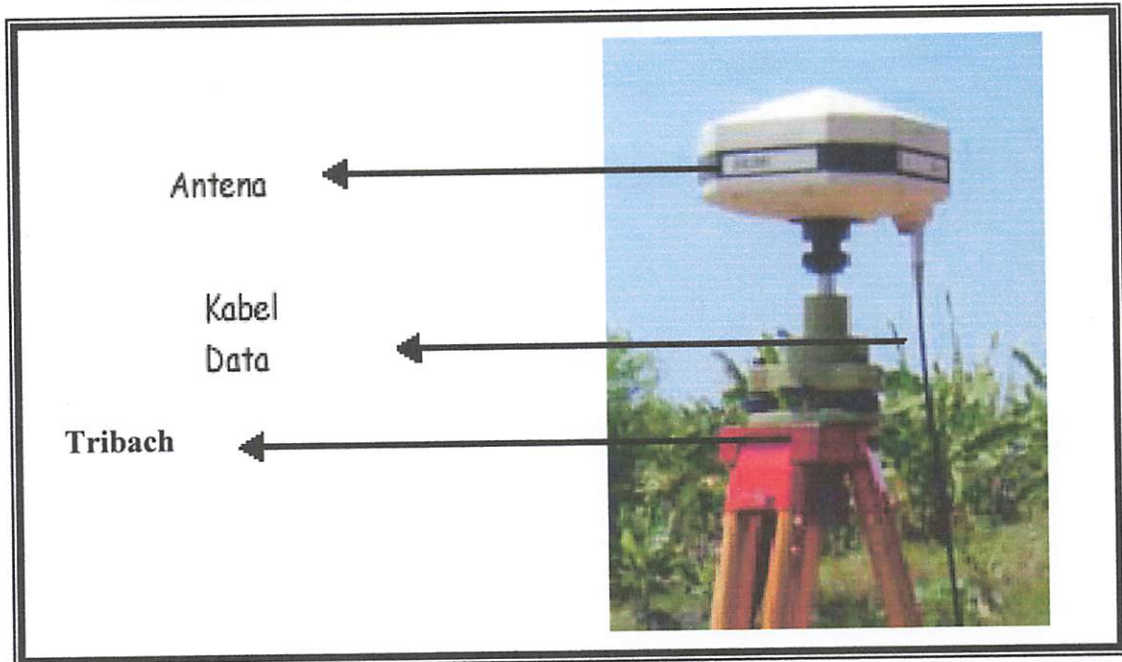
3.1.2 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat yang digunakan untuk pengukuran jaring titik kontrol untuk keperluan penelitian ini yaitu Leica GPS Receiver SR399, dimana spesifikasinya adalah sebagai berikut :

- Merk Alat : Leica GPS Receiver SR399
- Jenis : GPS Geodetic Receiver L1 C/A-code, L1 full-cycle carrier
- Channel : 12 channel
- Ketelitian : - Horizontal : $\pm 5 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} (\leq 10 \text{ km})$
- Vertikal : $\pm 10 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} (\leq 10 \text{ km})$

- Azimuth : ± 1 arc second + 5 per panjang baseline (km).

Gambar Leica GPS Receiver SR399 dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 *Leica GPS Receiver SR399*

3.2 Tahap Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan penentuan daerah penelitian, kemudian merencanakan geometri pengamatan. Berikut beberapa aspek dari perencanaan geometri pengamatan untuk pelaksanaan survey GPS :

a. Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain :

- GPS Geodetic Leica GPS Receiver SR399
- GPS Handheld Garmin etrex
- Laptop

b. Menentukan lokasi titik GPS

Penentuan posisi titik-titik direncanakan dengan melihat obyek-obyek disekitar penentuan titik agar tidak mempengaruhi sinyal GPS pada saat pengamatan.

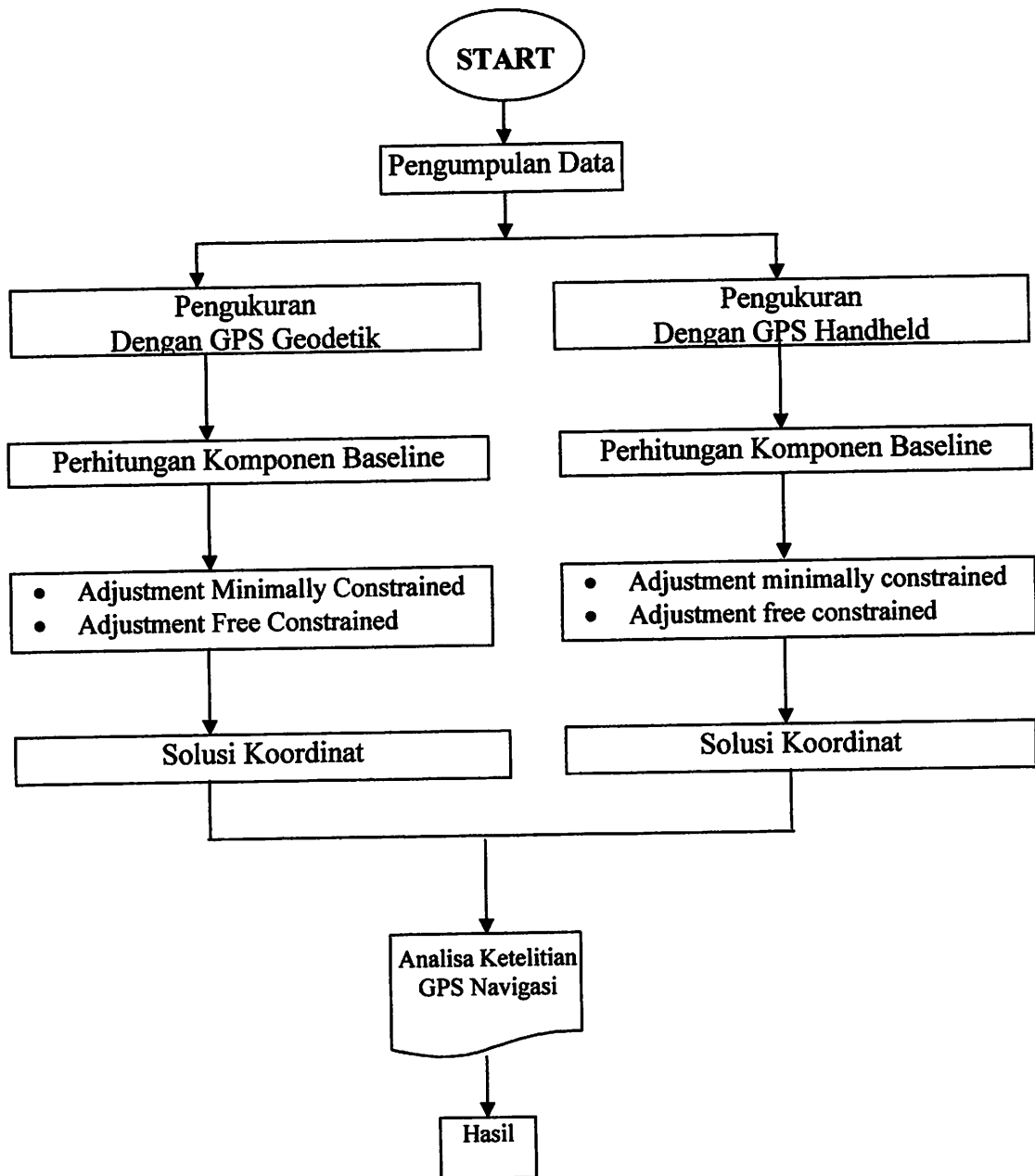
c. Merencanakan jumlah titik

Jumlah titik dalam jaringan GPS harus disesuaikan dengan keperluan serta tujuan dari pelaksanaan dari survai GPS yang bersangkutan, titik-titik kerangka GPS harus terdiri atas titik-titik yang telah diketahui koordinatnya dan titik-titik yang akan ditentukan koordinatnya. Jumlah titik yang akan digunakan pada pelaksanaan survai GPS ini adalah 13 buah titik 25 baseline

d. Metode Pengamatan

Metode pengamatan dalam pelaksanaan survai GPS ini adalah metode pengamatan secara kinematik, dengan menggunakan data pseudorange atau data fase. Metode kinematik adalah penentuan posisi dari titik-titik yang bergerak

3.3 Diagram alir Pelaksanaan Penelitian dengan Judul "UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI MENGGUNAKAN ALAT GPS HANDHELD GARMIN ETREX" dapat dilihat pada gambar 3.2



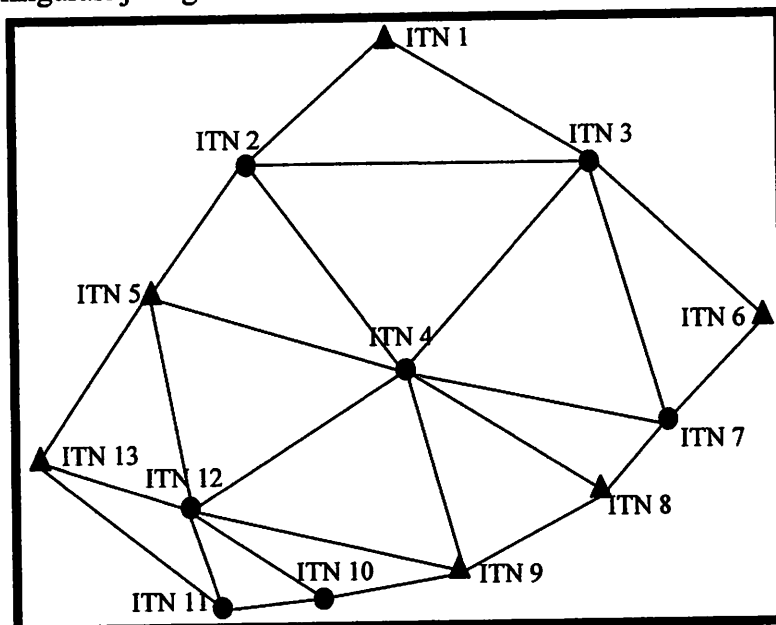
Gambar 3.2 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Dari gambar 3.2 dapat dijelaskan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Tahap Pengumpulan data

Pada tahap pengumpulan data lebih ditekankan pada pengadaan Formulir reconnaissance dan pengadaan Folder Reconnaissance untuk penyimpanan dokumen-dokumen hasil reconnaissance, Folder reconnaissance digunakan untuk menyimpan semua formulir yang telah diisi dan dilengkapi dari Formulir Reconnaissance Titik dan Ringkasan Reconnaissance. Menentukan daerah penelitian, kemudian merencanakan geometri pengamatan. Berikut ini beberapa aspek dari perencanaan geometri pengamatan untuk pelaksanaan survey GPS

- Menentukan lokasi titik GPS
Lokasi yang digunakan sebagai penelitian adalah Kampus II ITN
- Merencanakan jumlah titik
Jumlah titik yang digunakan ada 13 buah titik 25 baseline
- Karakteristik Baseline
Baseline yang digunakan adalah baseline non-trivial.
- Konfigurasi jaringan



Gambar 3.3 konfigurasi jaringan

2. Tahap Pengambilan Data

Di tahap ini, yang dilakukan adalah pengukuran GPS Geodetik secara *post-processing*. Metode yang digunakan dalam pengukuran dengan menggunakan GPS Geodetik ini adalah Metode Kinematik dengan lama pengamatan selama 20 menit. Kemudian titik tersebut digunakan sebagai titik yang fix. Untuk pengambilan data (pengukuran) dengan menggunakan GPS Handheld Garmin Etrex, dengan lama pengamatan selama 20 menit untuk pengamatan setiap titiknya.

3. Tahap Pengolahan Data

Proses dari tahapan ini adalah pengolahan data hasil pengukuran dengan menggunakan GPS baik itu GPS Geodetik maupun GPS Handheld. Pada proses ini menggunakan perangkat lunak *SKI Pro*, *Trimble Geodetic Office*, dan *GeoGenius* yang pertama dilakukan adalah mengolah titik-titik koordinat dan panjang baseline dari data hasil pengukuran menggunakan GPS Geodetik Leica GPS Receiver SR399 maupun GPS Handheld Garmin Etrex, langkah selanjutnya adalah melakukan Adjustment (perataan). Maka didapat solusi koordinat hasil ukuran.

4. Tahap Analisa

Pada tahap analisa ini dilakukan analisis solusi koordinat hasil pengolahan dengan perangkat lunak *SKI Pro*, *Trimble Geodetic Office*, dan *GeoGenius*. Analisa yang pertama adalah menganalisa solusi koordinat yang dihasilkan dan panjang baseline dari hasil pengukuran menggunakan GPS baik itu menggunakan GPS Geodetik Leica GPS Receiver SR399 maupun GPS Handheld Garmin Etrex. Dari hasil analisa tersebut dibandingkan berdasar tingkat ketelitiannya serta panjang baseline yang dihasilkan setelah dilakukan pengolahan data secara *post-processing*.

5. Tahap Pelaporan

Dalam rangka dokumentasi dari semua aktifitas penelitian ini, maka perlu dibuat pelaporan yang dilengkapi dengan kesimpulan secara menyeluruh dari hasil analisa sehingga tercapai tujuan dari penelitian.

3.4 Tahap Pengambilan Data

3.4.1 *Pengambilan data untuk GPS Geodetik*

Pada tahap pengambilan data yang dilakukan adalah pengukuran dengan menggunakan GPS, adapun Peralatan yang digunakan untuk keperluan pengambilan data dari tahap ini berupa GPS Geodetik Leica GPS Receiver SR399 sebanyak 2 buah. Pengambilan data dilakukan sebanyak 14 titik dan 21 baseline. Pada tahap ini yang dilakukan adalah melakukan pengukuran titik kerangka dengan menggunakan GPS Geodetik, yang akan digunakan sebagai titik fix.

Metode yang digunakan dalam pengambilan data ini adalah dengan metode Kinematik dengan lama pengamatan setiap titik selama 20 menit. Data yang diamati tersebut diasumsikan sebagai titik yang dianggap fix yang selanjutnya akan diolah dan dibandingkan dengan hasil pengamatan GPS Handheld.

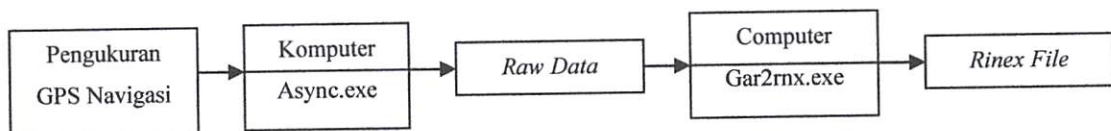


Gambar 3.4 Proses Pengambilan Data Dengan GPS Geodetik

3.4.2 Pengambilan Data Untuk Navigasi

Pada tahap pengambilan data untuk navigasi, peralatan yang akan digunakan dalam proses pengambilan data adalah GPS Garmin Etrex Summit.

Perangkat lunak yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah *Async* dan *Gar2rnx*. Perangkat lunak tersebut berfungsi untuk men *download raw data* dari hasil pengamatan GPS Garmin Etrex Summit. Selain itu juga berfungsi menghasilkan data *rinex* yang nantinya bisa diolah dengan perangkat lunak komersil. Metode yang digunakan dalam proses pengambilan data ini adalah Kinematik dengan lama pengamatan 20 menit.



Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Download Data



Gambar 3.6 Proses Pengambilan Data Dengan GPS Navigasi

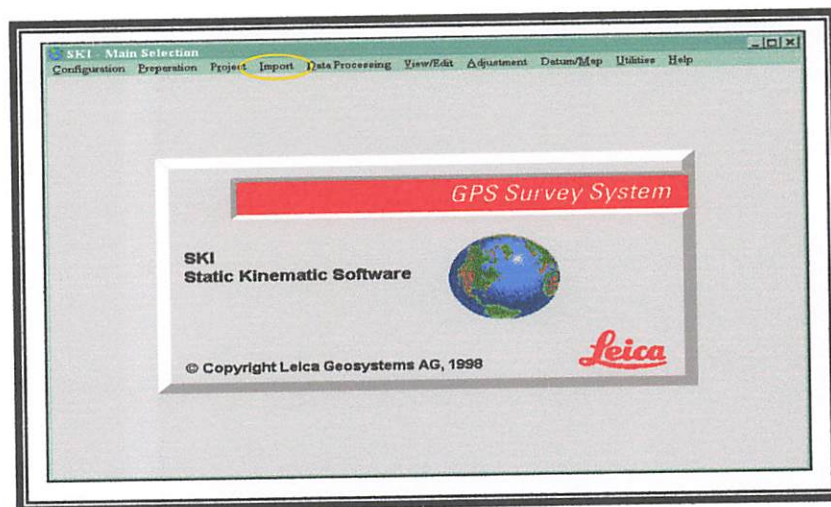
3.5 Proses *Download* Data

Proses *download* data dilakukan untuk mendapatkan data koordinat titik-titik hasil pengukuran lapangan baik data hasil pengukuran titik fix dengan menggunakan GPS Geodetik maupun GPS Navigasi. *Download* data dalam penelitian ini dilakukan dalam dua tahap dengan menggunakan perangkat lunak dan teknik pengolahan yang berbeda tergantung dari alat yang digunakan.

3.5.1 Download Data Hasil Pengukuran GPS Geodetik

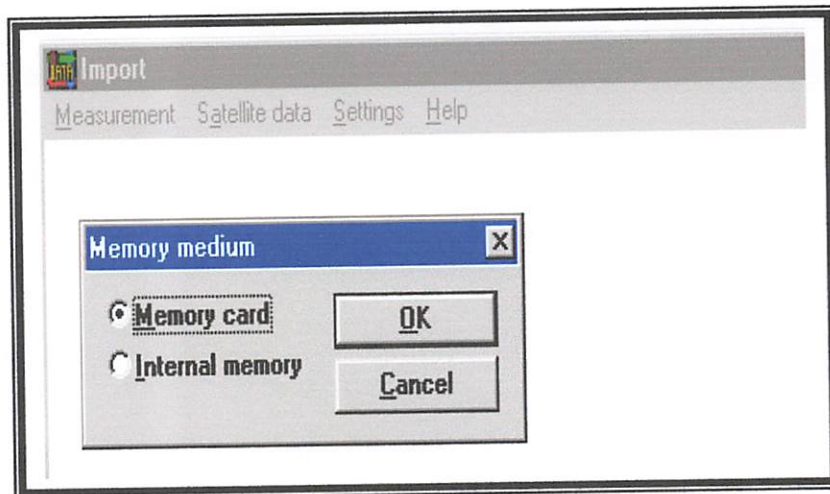
Setelah pengumpulan data dilakukan, maka proses selanjutnya adalah meng *import* data kedalam komputer untuk kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak *SKI Pro*. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

1. *Transfer Data dan Prossesing, langkah kerjanya sebagai berikut:*
 - Jalankan perangkat lunak SKI statik kinematic *post processing* dengan 2 kali “klik” icon SKI.
 - Pilih icon *Import*, lalu *Measurement*, kemudian *GPS Controller*.



Gambar 3.7. Tampilan program SKI 2.3.

- *Memory medium : Memory Card* atau *Internal Memory*, pilih sesuai media yang dipakai untuk langkah di *controller*.



Gambar 3.8. Memory Medium

- Klik **OK**, lalu akan muncul windows **“message”** ikuti perintah pada message untuk langkah di *controller*.
- Hubungkan *controller* (port/1 ke com 2) ke PC
- Tekan **ON** di *controller*, kemudian tekan sembarang tombol
- Pilih menu **Transfer**, lalu tekan **Cont/F1**
- Kemudian tekan **OK** di personal computer
- **“Transmitting Data”** data akan siap di download

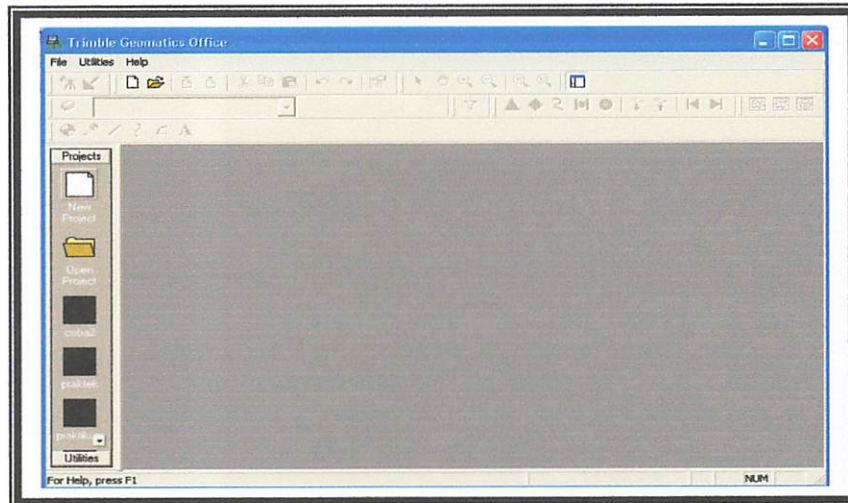
3.5.2 Download Data Hasil Pengukuran GPS

Proses selanjutnya adalah meng *import* data kedalam komputer untuk kemudian diproses dengan menggunakan perangkat lunak *Trimble Geomatics Office* (TGO)

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

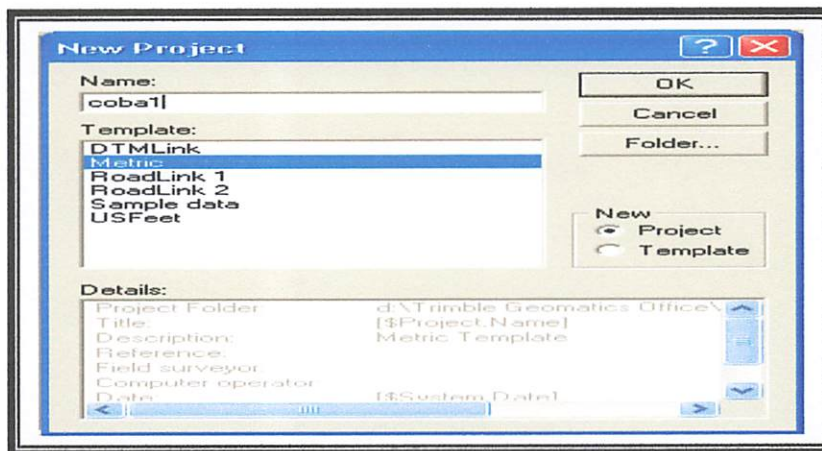
Pengolahan *Baseline*

- 1 Aktifkan perangkat lunak *Trimble Geomatics Office (TGO)*.



Gambar 3.9 *Trimble Geomatics Office*

- 2 Untuk membuat *file* kerja, pilih *icon New Project*, akan tampil *display New Project*.



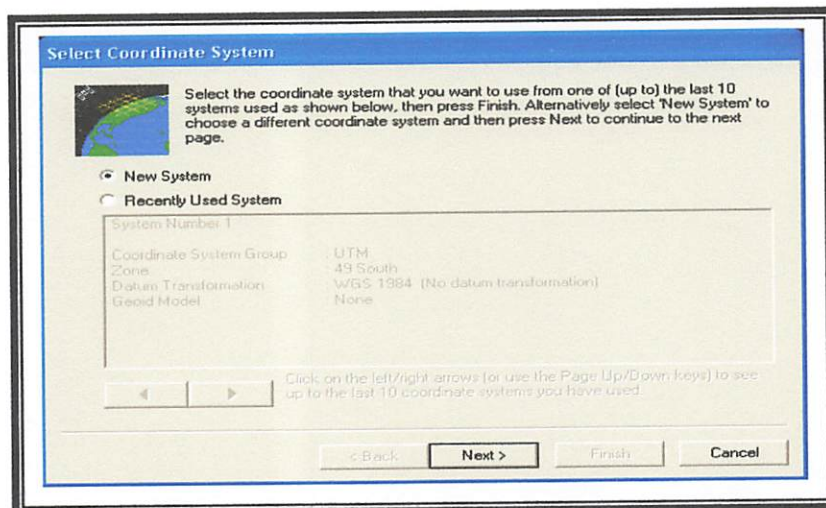
Gambar 3.10 *New Project*

- 3 Input nama *project* yang diinginkan misalnya *Coba1*. Pada *Template* pilih *Matric*, kemudian klik **OK**. Akan tampil *display Project Properties*.



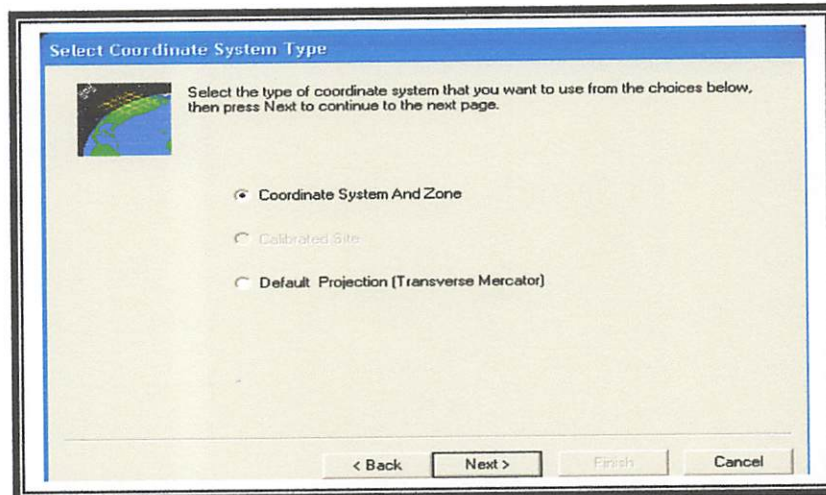
Gambar 3.11 *Project Properties*

- 4 Pada *display Project Properties*, pilih menu *Coordinate System* lalu pilih tombol **Change** akan tampil *display Select Coordinate System*.



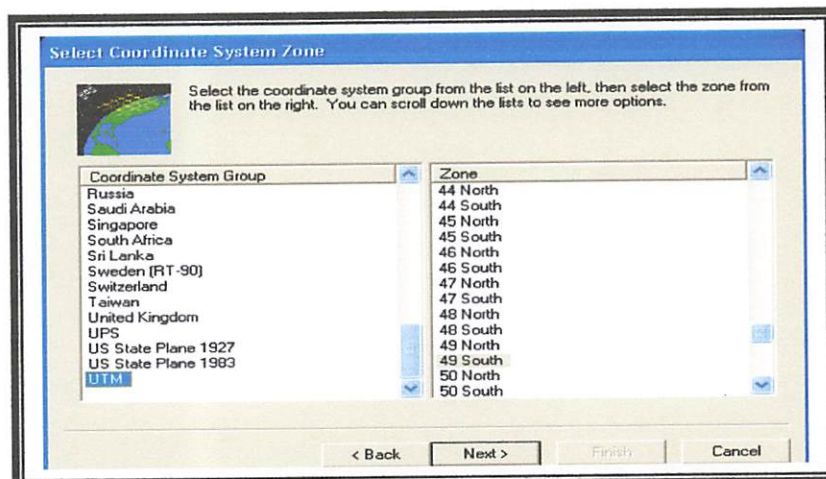
Gambar 3.12 *Select Coordinate System*

- 5 Pilih *New System* kemudian klik tombol *Next >*. Akan tampil *display Select Coordinate System Type*.



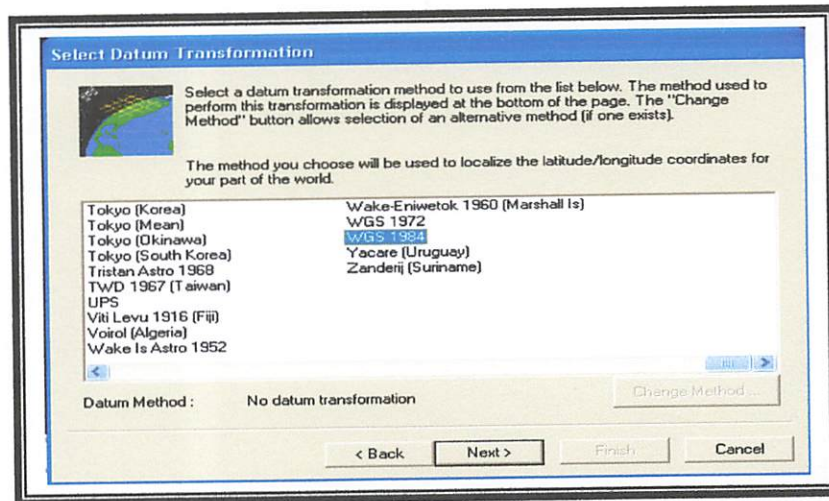
Gambar 3.13 *Select Coordinate System Type*

- 6 Pilih *Coordinate System And Zone* kemudian tekan tombol *Next >*. Akan tampil *display Select Coordinate System Zone*.



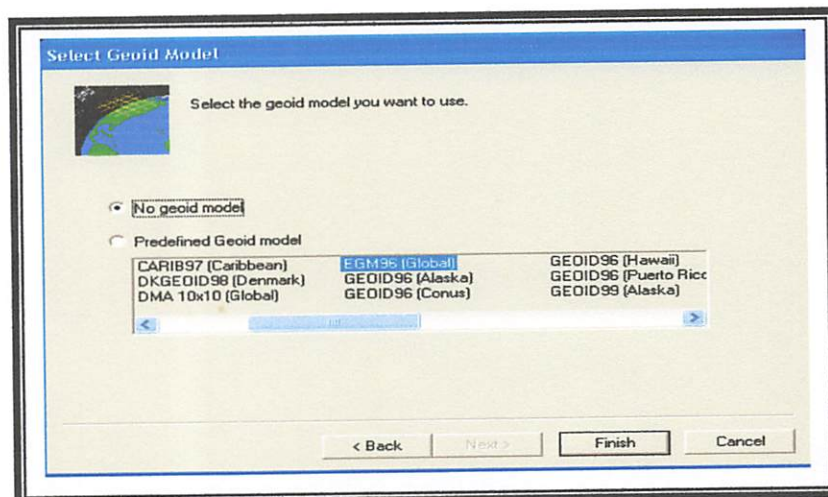
Gambar 3.14 *Select Coordinate System Zone*

- 7 Pada kolom *Coordinate System Group* pilih *UTM* dan pada kolom *Zone* pilih **49 South**. Kemudian klik tombol **Next >**. Akan tampil *display Select Datum Transformation*.



Gambar 3.15 *Select Datum Transformation*

- 8 Pilih *WGS 1984* kemudian klik tombol **Next >**, akan tampil *display Select Geoid Model*.



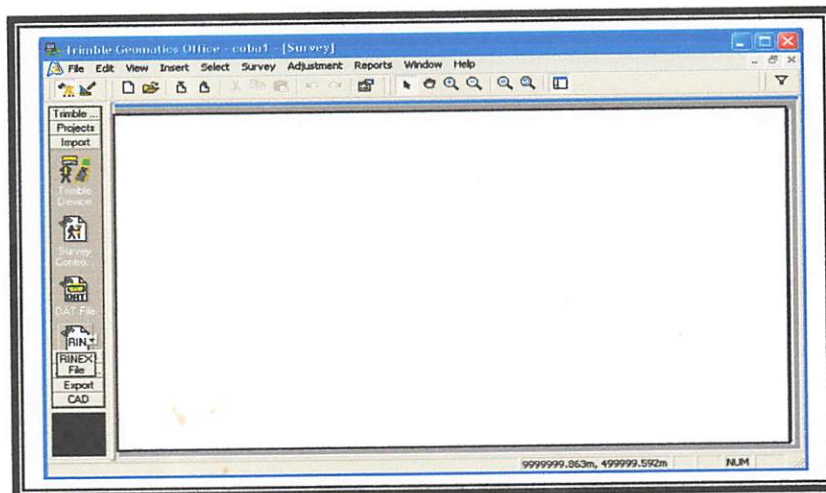
Gambar 3.16 *Select Geoid Model*

- 9 Pilih No *Geoid Model*, kemudian tekan tombol *Finish*. Akan tampil *display Project Properties*.



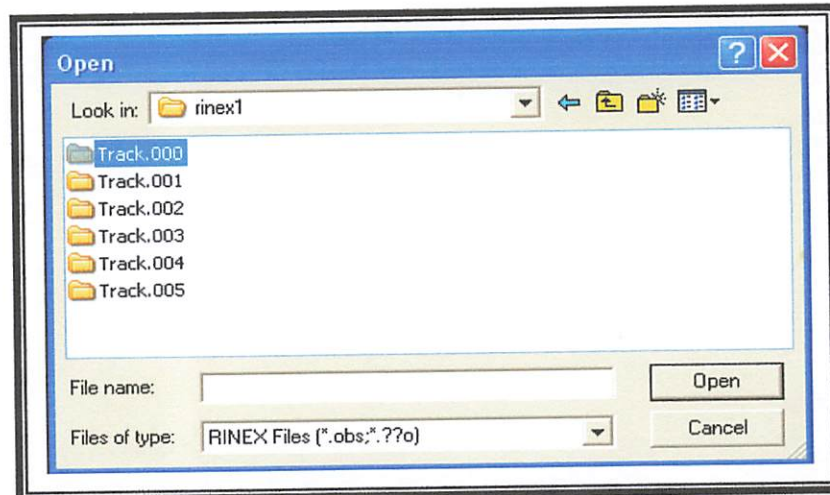
Gambar 3.17 Project properties

- 10 Klik tombol *OK* maka lembar kerja sudah terformat sesuai dengan pengaturan yang dilakukan.



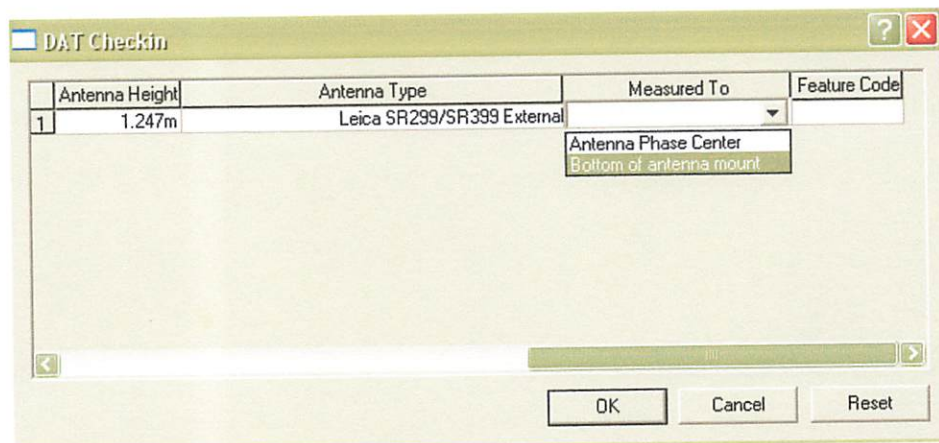
Gambar 3.18 Lembar Kerja

- 11 Pada lembar kerja, pilih *tool bar Import*, kemudian pilih *icon RINEX File*. Akan tampil kotak dialog *Open*. Pilih folder *RINEX file* yang telah disusun berdasarkan *baseline*. Misalnya *baseline 1-2* dan *2-1*.
- 12 Pilih folder **1-2**, klik *Open*. Pilih folder **Track.000**, kemudian klik *Open*.



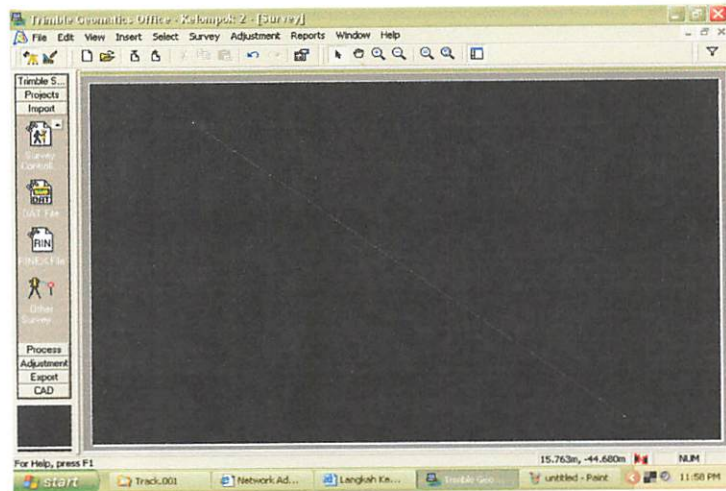
Gambar 3.19 Kotak Dialog

- 13 Akan tampil *display DAT Checkin*



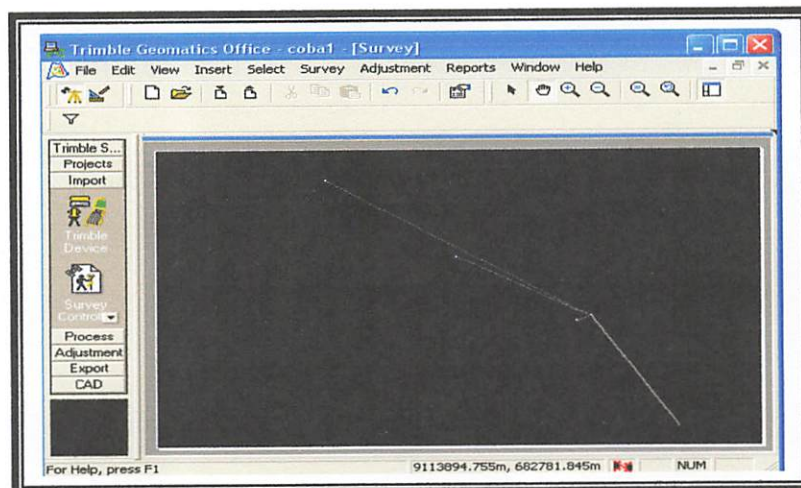
Gambar 3.20 Informasi Data Logging

- 14 Pada Antena Type pilih **Leica SR299/SR399 Internal** dan pada **Measured To** pilih **Bottom of antenna mount**, kemudian klik tombol **OK**. Pada jendela kerja akan tampil gambar **baseline**.
- 15 Lakukan langkah kerja seperti diatas untuk menampilkan semua **baseline** seperti tampilan berikut:



Gambar 3.21 Tampilan Baseline

- 16 Untuk menampilkan nama titik, pada menu **View** pilih **Point Labels**. Pada jendela **Labels**, pilih **Name** dan **Feature Code** kemudian klik tombol **Ok**.
17. Akan tampil **display** seperti di bawah ini.



Gambar 3.22 Tampilan Baseline

18. Untuk merubah nama titik, klik dua kali pada *center point*, akan tampil jendela *Properties*.
19. Pada *point name* diganti dengan nama titik yang diinginkan (misalnya 1). Kemudian klik *Edit...*
20. Untuk merubah simbol titik, klik dua kali pada *center point*, akan tampil jendela *Properties*.
21. Pilih **WGS-84**, kemudian klik tombol *Edit*. Akan tampil jendela *Coordinate Editor*.
22. Pilih *Control Quality*, kemudian klik *OK*.
23. *Select* semua *baseline* kemudian klik kanan dan pilih *Merge Duplicate Points*. Secara otomatis *baseline- baseline* akan tergabung.
24. Lakukan pengaturan, klik menu utama *Survey*, dan pilih *GPS Processing Styles*.
25. Akan tampil *display*, pilih *Edit*.
Untuk *Elevation mask* inputkan 15, pada *Ephemeris* pilih *Brooadcast*. Sedangkan pada *Solution type* dipilih *Fixed*.
26. *Select* semua *baseline* kemudian tekan **F9** untuk proses *baseline*. Tampilan di bawah merupakan laporan dari proses *baseline*.

ID	From station	To station	Baseline length	Solution type	Ratio	Refvar	RMS	
<input checked="" type="checkbox"/>	B1	1	2	98.611m	L1 fixed	19.0	4.061	0.006
<input checked="" type="checkbox"/>	B2	4	1	87.713m	L1 fixed	15.0	4.829	0.008
<input checked="" type="checkbox"/>	B3	5	2	131.642m	L1 fixed	15.5	6.098	0.008
<input checked="" type="checkbox"/>	B4	2	3	104.944m	L1 fixed	16.4	2.470	0.006
<input checked="" type="checkbox"/>	B5	3	5	144.182m	L1 fixed	10.2	2.689	0.006
<input checked="" type="checkbox"/>	B6	3	2	104.937m	L1 fixed	13.4	13.100	0.011
<input checked="" type="checkbox"/>	B7	5	6	109.943m	L1 fixed	97.7	2.650	0.005
<input checked="" type="checkbox"/>	B8	3	6	62.742m	L1 fixed	10.7	3.534	0.006
<input checked="" type="checkbox"/>	B9	5	8	39.304m	L1 fixed	17.2	1.522	0.004
<input checked="" type="checkbox"/>	B10	4	5	121.804m	L1 fixed	23.3	2.442	0.005
<input checked="" type="checkbox"/>	B12	7	8	107.575m	L1 fixed	13.1	3.443	0.007
<input checked="" type="checkbox"/>	B14	7	10	99.271m	L1 fixed	31.3	6.412	0.009
<input checked="" type="checkbox"/>	B13	9	8	112.184m	L1 fixed	86.6	5.419	0.008

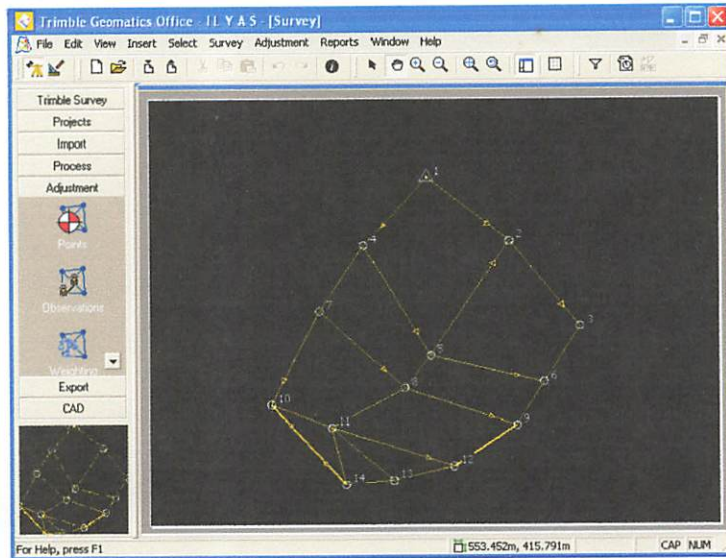
Overwrite duplicate baseline solutions

Pending 26 Acc, 0 Rej

Gambar 3.23 Proses Baseline

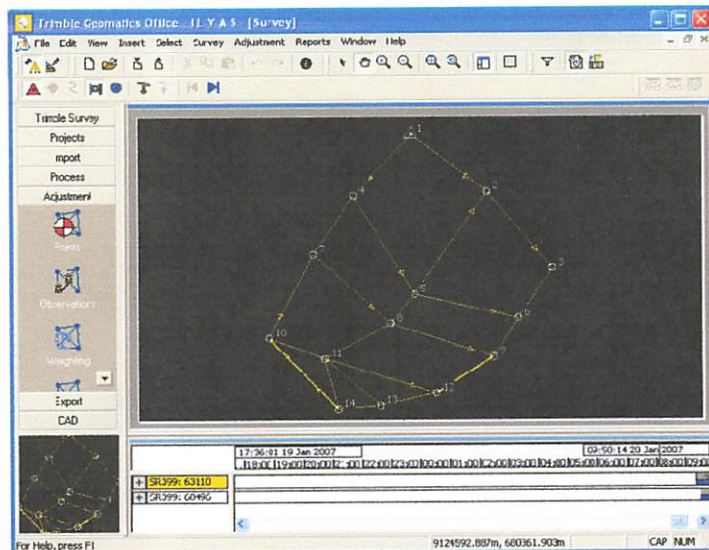
27. Lakukan pengaturan seperti di bawah ini pada *display Trimble Default*.

28. Perhatikan *Refvar* masing-masing *baseline*. *Baseline* yang memiliki *refvar* diatas dua tidak digunakan, kemudian klik Save. (Catatan: Jika *baseline* berwarna kuning artinya *baseline* tersebut sudah *disave*).



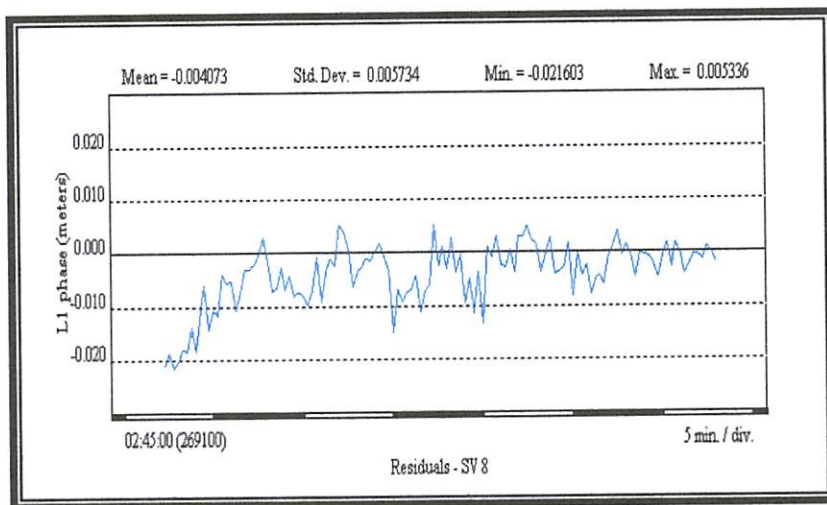
Gambar 3.24 Tampilan Baseline

29. Untuk melakukan proses eliminasi terhadap hasil pengamatan satelit yang buruk, Pilih *View* kemudian klik *Timeline*.
30. Akan tampil *timeline* pada bagian bawah lembar kerja.



Gambar 3.25 Tampilan Timeline

31. Untuk pengolahan masing-masing *baseline* klik *baseline* yang akan diproses (misalnya *baseline* 1-2) kemudian tekan **F9**. Lanjutkan dengan memilih hasil *processing baseline* tersebut kemudian pilih **Report**.
32. Akan tampil laporan mengenai *baseline*. Perhatikan grafik *Residuals*. Jika grafik berada di antara garis -0.016 m sampai 0.015 m maka nilai pengamatan dianggap baik. Sebaliknya jika grafik berada diluarnya maka sinyal satelit dianggap buruk sehingga harus dilakukan eliminasi terhadap nilai pengamatan yang buruk berdasarkan waktu pengamatannya.



Gambar 3.26 Grafik Residuals

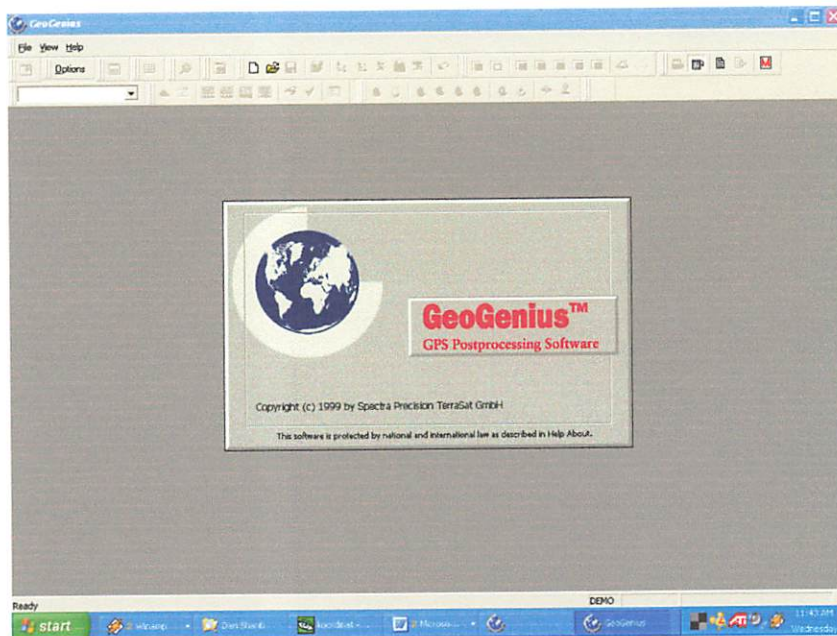
33. Lakukan langkah kerja seperti nomor 29 sampai 30 untuk semua *baseline* yang memiliki **Refvar** lebih dari batas toleransi.

3.5.3 Download Data Hasil Pengukuran GPS Handheld Garmin Etrex

Proses dari tahapan ini adalah pengolahan hasil ukuran dengan GPS *Handheld*. Pada proses ini menggunakan dengan perangkat lunak *GeoGenius*, maka didapat titik koordinat hasil ukuran.

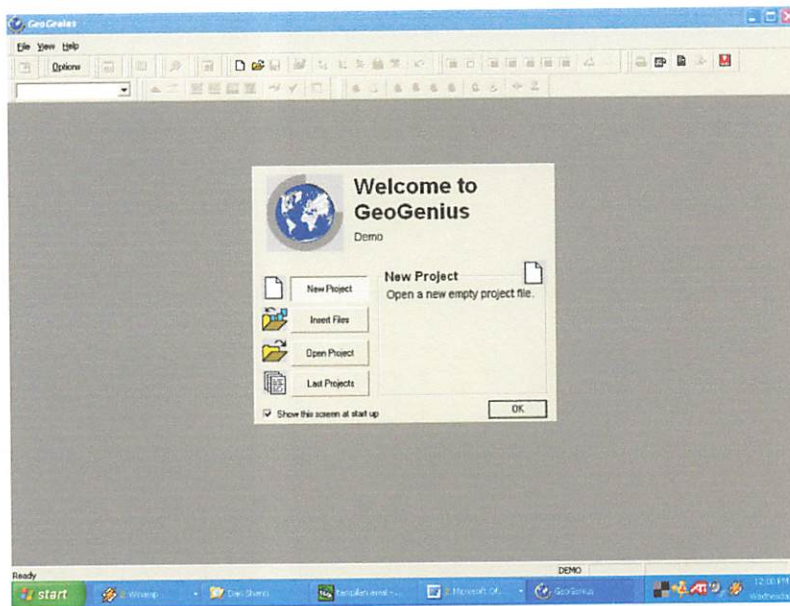
Transfer Data dan Prossesing, langkah kerjanya sebagai berikut:

- a. Jalankan perangkat lunak Geo Genius



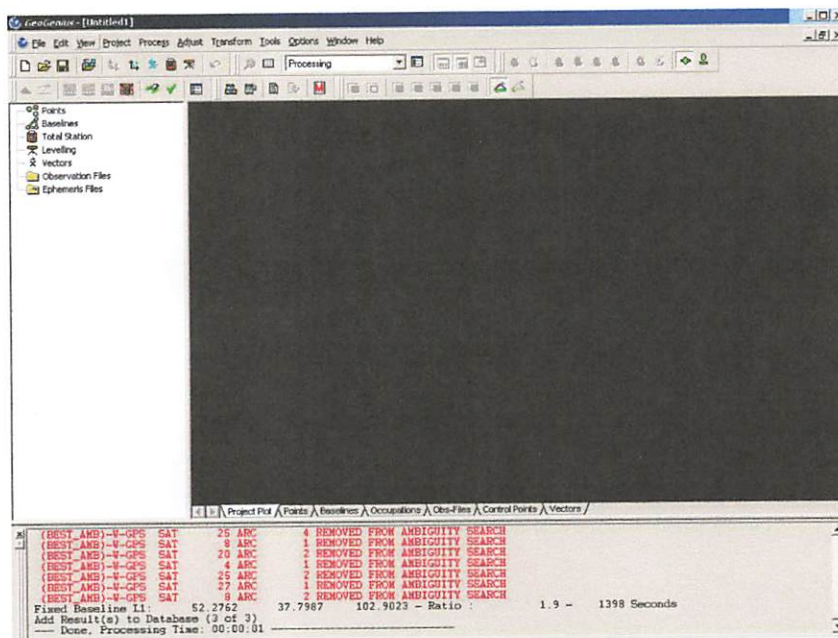
Gambar 3.27 Tampilan Program GeoGenius

b. pilih icon new project, kemudian klik oke



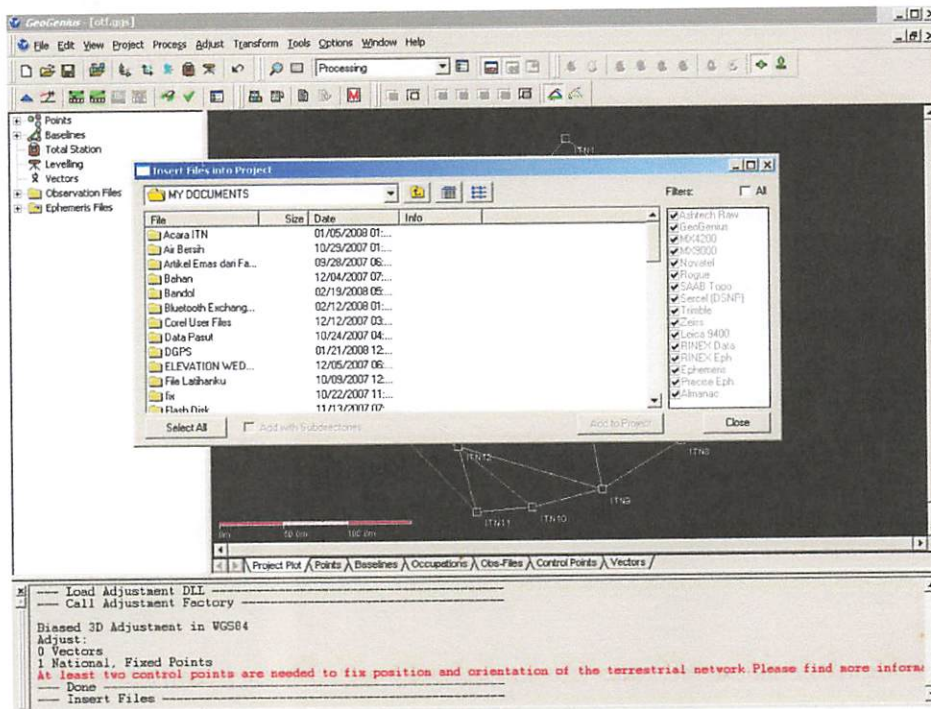
Gambar 3.28 Tampilan New Project GeoGenius

c. Muncul Lembar Kerja Geo Genius, seperti gambar 3.28



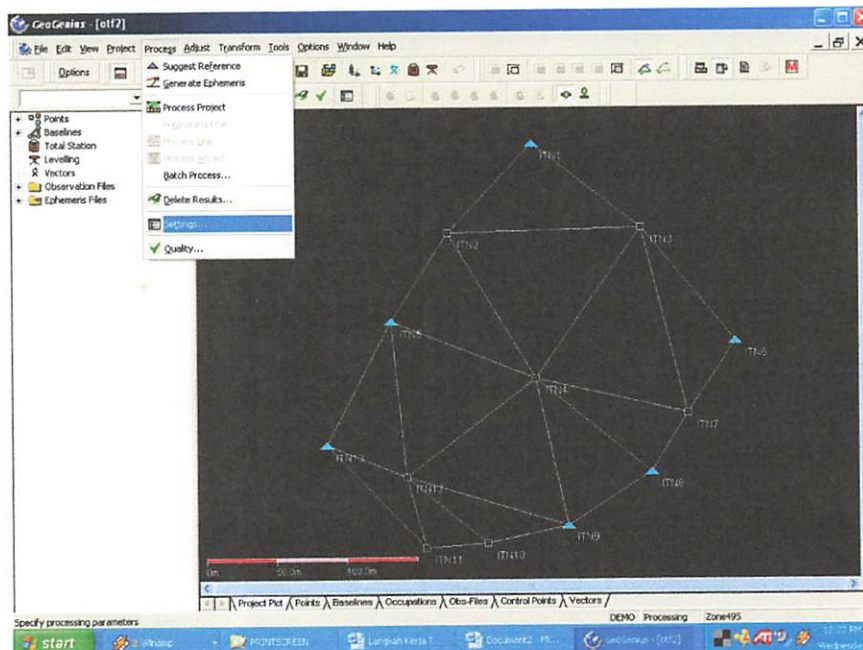
Gambar 3.29 Tampilan Awal Program GeoGenius

d. pilih option project dan klik “Files into Project



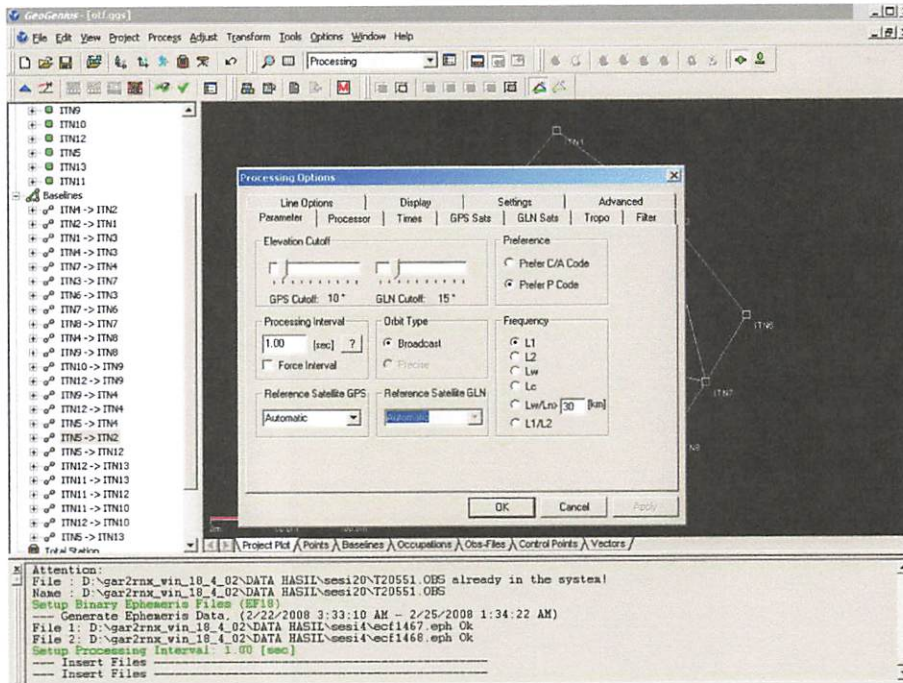
Gambar 3.30 Files Into Project

e. pilih option process dan klik setting



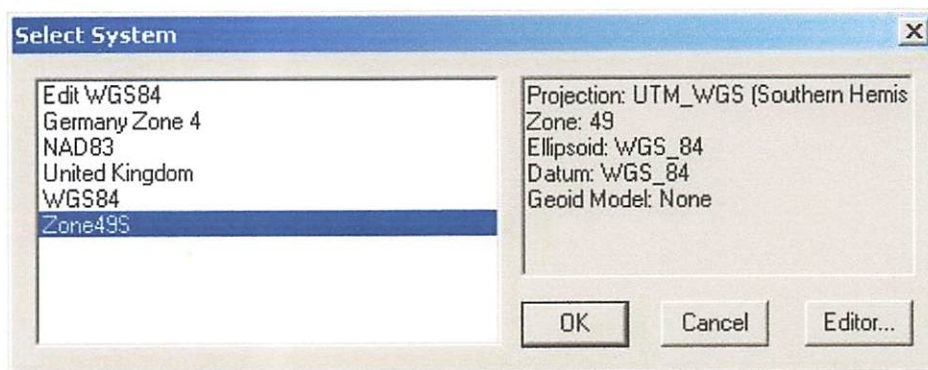
Gambar 3.31 Setting

f. akan muncul display processing options



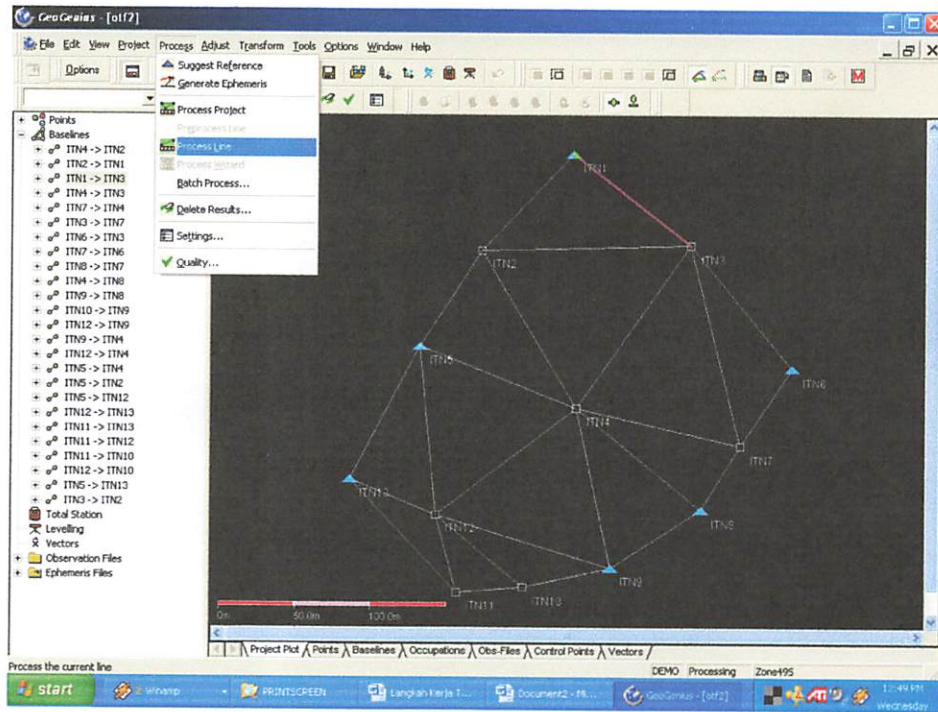
Gambar 3.32 processing options

g. setelah processing options akan muncul display "select system" pilih Zone49S dan klik OK



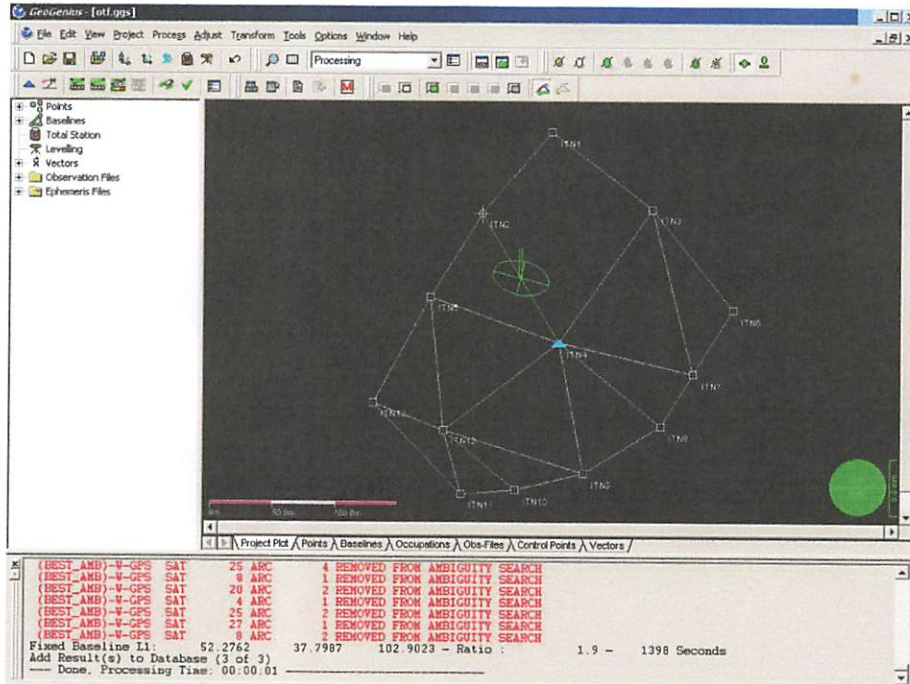
Gambar 3.33 Select System

- h. Langkah Selanjutnya adalah tahap process line dengan cara mengklik salah satu baseline dan memilih options process line



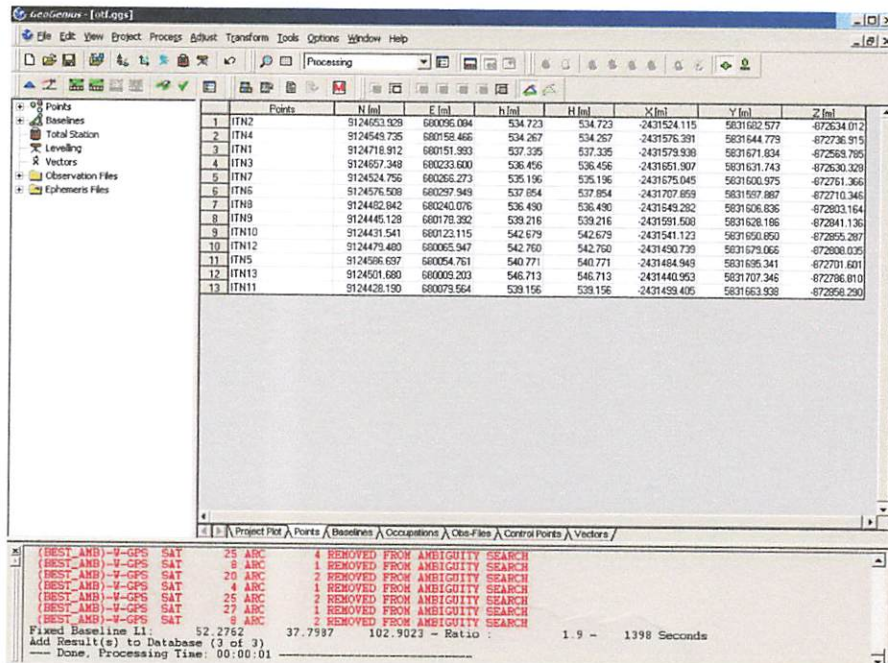
Gambar 3.34 Process Line

- i. Lakukan langkah kerja h untuk processing semua baseline
- j. Setelah processing line dilakukan untuk semua baseline akan muncul seperti tampilan gambar 3.35 sebagai berikut :



Gambar 3.35 Tampilan Hasil Processing Line

k. Tampilan koordinat dan panjang baseline hasil processing line



Gambar 3.36 tampilan koordinat hasil

The screenshot shows the GeoGebra interface with a table of baseline data. The table has the following columns: Reference, Flow, Start, End, Slope, Distance, and Slope Distance. The data is organized into a tree view on the left under 'Baselines'.

Reference	Flow	Start	End	Slope	Distance	Slope Distance
1 ITN11	ITN10	29:07 PM	25 PM			43.626
2 ITN8	ITN7	10:46 AM	02 AM			51.084
3 ITN11	ITN12	30:46 PM	03 PM			53.194
4 ITN9	ITN10	25:20 PM	39 PM			62.906
5 ITN6	ITN7	15:32 AM	47 AM			63.852
6 ITN13	ITN12	23:02 PM	19 PM			64.287
7 ITN9	ITN8	46:51 AM	08 AM			71.029
8 ITN12	ITN10	42:46 PM	02 PM			74.615
9 ITN5	ITN2	29:34 PM	50 PM			76.166
10 ITN1	ITN2	33:10 AM	54 AM			89.058
11 ITN1	ITN2	22:57 AM	45 AM			93.988
12 ITN5	ITN13	37:19 PM	35 PM			99.279
13 ITN13	ITN11	30:29 PM	45 PM			103.648
14 ITN6	ITN3	44:47 AM	05 AM			106.695
15 ITN8	ITN4	42:31 AM	49 AM			108.196
16 ITN9	ITN4	28:54 AM	12 AM			109.196
17 ITN7	ITN4	27:52 AM	10 AM			110.676
18 ITN5	ITN4	34:50 AM	07 AM			111.852
19 ITN5	ITN12	11:04 AM	21 AM			113.393
20 ITN12	ITN4	32:55 AM	13 AM			116.490
21 ITN4	ITN2	34:03 AM	50 AM			121.491
22 ITN9	ITN12	35:59 AM	17 AM			121.866
23 ITN4	ITN3	34:53 AM	10 AM			131.275
24 ITN3	ITN7	15:12 AM	48 AM			136.575
25 ITN3	ITN2	33:16 AM	33 AM			137.581

Gambar 3.37 tampilan panjang baseline hasil

BAB IV

HASIL DAN ANALISA DATA

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan menggunakan receiver Geodetik Leica Seri-300 dan receiver Handheld Garmin Etrex diperoleh data hasil pengukuran berupa posisi titik-titik serta ukuran komponen baseline dalam jaring. Analisis dilakukan dengan membandingkan nilai posisi titik-titik dalam jaring serta panjang nilai komponen baseline. Perbandingan nilai koordinat dilakukan dengan membandingkan nilai koordinat titik-titik dalam jaring sebelum pengolahan serta sesudah pengolahan perataan baseline dengan metode *free adjustment* dan *minimaly constraint adjustment*. Analisis untuk perbandingan nilai komponen baseline dilakukan dengan membandingkan nilai komponen baseline dari masing-masing metode pengamatan. Perlu dicatat disini nilai posisi dari hasil pengukuran menggunakan receiver geodetik dan telah melalui proses perataan *fully constrained adjustment* dianggap sebagai nilai yang benar. Nilai koordinat dan baseline dari masing-masing titik dapat dilihat dalam tabel berikut ini :

Tabel 4.1 nilai koordinat yang dianggap benar

Nama Titik	Timur (meter)	Ketelitian 1.96 σ	Utara (meter)	Ketelitian 1.96 σ	h (meter)	Ketelitian 1.96 σ
ITN1	680155.892	0.000m	9124717.350	0.000m	522.051	0.006m
ITN2	680096.533	0.004m	9124652.787	0.004m	523.207	0.005m
ITN3	680233.849	0.004m	9124656.990	0.004m	520.585	0.005m
ITN4	680159.377	0.004m	9124548.465	0.004m	523.016	0.004m
ITN5	680054.926	0.000m	9124590.754	0.000m	523.980	0.006m
ITN6	680300.817	0.000m	9124576.201	0.000m	519.816	0.006m
ITN7	680266.459	0.004m	9124523.708	0.004m	520.676	0.005m
ITN8	680240.777	0.000m	9124482.869	0.000m	520.889	0.005m
ITN9	680180.963	0.000m	9124444.613	0.000m	522.635	0.008m
ITN10	680123.696	0.006m	9124431.189	0.006m	523.332	0.010m
ITN11	680079.458	0.006m	9124427.540	0.006m	521.929	0.012m
ITN12	680066.426	0.006m	9124480.878	0.006m	523.132	0.010m
ITN13	680009.220	0.000m	9124502.633	0.000m	523.310	0.008m

Tabel 4.2 nilai panjang baseline yang dianggap benar

Reference	Rover	Panjang baesline (d)	ketelitian 1.96 σ
ITN1	ITN2	87.703	0.004
ITN1	ITN3	98.593	0.004
ITN2	ITN4	121.788	0.004
ITN3	ITN4	131.619	0.004
ITN3	ITN6	104.935	0.004
ITN6	ITN7	62.738	0.004
ITN4	ITN7	109.906	0.004
ITN7	ITN8	48.243	0.004
ITN8	ITN9	71.002	0.000
ITN9	ITN10	58.819	0.006
ITN12	ITN13	61.203	0.006
ITN11	ITN13	102.822	0.006
ITN5	ITN13	99.268	0.000
ITN5	ITN2	74.695	0.004

4.1. Perbandingan nilai koordinat hasil pengamatan menggunakan receiver geodetik Leica Seri-300 dan receiver Handheld Garmin Etrex

4.1.1. Perbandingan nilai koordinat pendekatan dari data rinex

Analisis perbandingan posisi titik-titik dalam jaring dilakukan dengan membandingkan nilai koordinat hasil pengamatan menggunakan receiver geodetik Leica seri-300 dan receiver Garmin Etrex. Nilai koordinat hasil pengamatan merupakan nilai koordinat pendekatan yang diperoleh dari data RINEX. Nilai koordiant dinyatakan dalam sistem koordinat grid Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 49S. Proses pengolahan data digunakan software Trimble Geomatics Office (TGO) V.1.6 dan GeoGenius untuk masing-masing data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan handheld.

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan diperoleh koordinat setiap titik dalam jaring untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld sebagai berikut :

**Tabel 4.3. Koordinat UTM Zone 49S Hasil Pendekatan Dari Data RINEX
Menggunakan Receiver Handheld Garmin Etrex**

Nama Titik	Timur (meter)	Utara (meter)	h (meter)
ITN1	680151.993	9124718.912	537.335
ITN2	680096.084	9124653.928	534.723
ITN3	680233.600	9124657.348	536.456
ITN4	680158.466	9124549.735	534.267
ITN5	680054.761	9124586.697	540.771
ITN6	680297.949	9124576.508	537.854
ITN7	680266.273	9124524.756	535.196
ITN8	680240.076	9124482.842	536.490
ITN9	680178.392	9124445.128	539.216
ITN10	680123.115	9124431.541	542.679
ITN11	680079.564	9124428.190	539.156
ITN12	680065.947	9124479.480	542.760
ITN13	680009.203	9124501.680	546.713

**Tabel 4.4. Koordinat UTM Zone 49S Hasil Pendekatan Dari Data RINEX
Menggunakan GPS Geodetik Leica GPS Receiver SR399**

Nama Titik	Timur (meter)	Utara (meter)	h (meter)
ITN1	680154.927	9124717.103	525.278
ITN2	680096.236	9124653.046	522.159
ITN3	680234.250	9124657.731	521.410
ITN4	680158.375	9124549.551	523.300
ITN5	680053.101	9124591.783	519.438
ITN6	680299.980	9124575.742	521.789
ITN7	680266.471	9124522.666	519.049
ITN8	680241.634	9124487.293	521.199
ITN9	680182.162	9124442.861	525.079
ITN10	680124.691	9124429.828	521.467
ITN11	680082.060	9124428.338	524.618
ITN12	680067.872	9124478.754	526.819
ITN13	680011.745	9124503.002	524.513

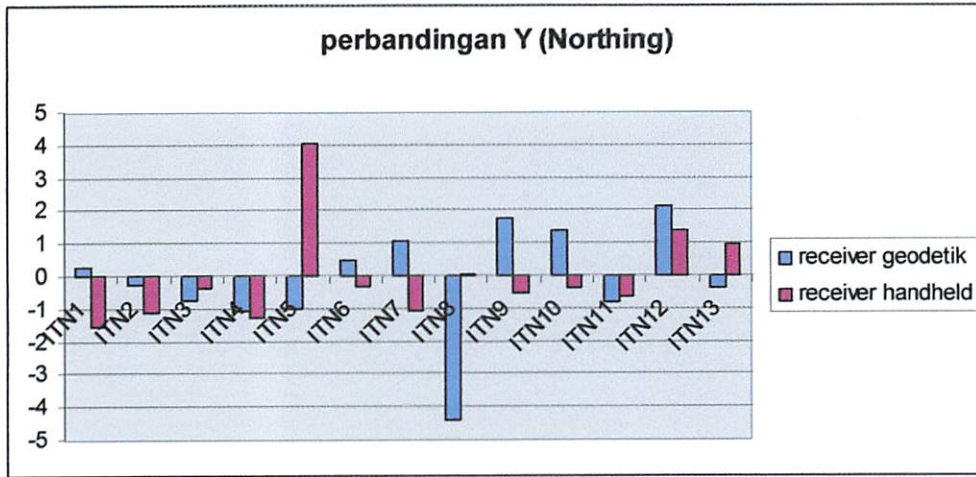
Dari hasil pengolahan koordinat pendekatan data RINEX seperti yang terlihat pada tabel 4.3. dan 4.4. dari masing-masing metode pengamatan dapat dihitung perbedaan nilai koordinat dengan nilai koordinat yang diketahui dari jaring yang digunakan hasil pengamatan menggunakan receiver geodetik sebagai berikut :

Tabel 4.5 Selisih Koordinat Pendekatan Data Rinex Receiver Handheld Dan Receiver Geodetik Serta h (height) terhadap koordinat yang dianggap benar

Nama Titik	SELISIH Receiver Handheld		h (Height)		SELISIH Receiver Geodetik	
	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)	Handheld (m)	Geodetik (m)	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)
ITN1	3.899	-1.562	-15,284	-3.227	0.965	0.247
ITN2	0.449	-1.141	-11,516	1.048	0.297	-0.259
ITN3	0.249	-0.358	-15,871	-0.825	-0.401	-0.741
ITN4	0.911	-1.270	-11,251	-0.284	1.002	-1.086
ITN5	0.165	4.057	-16,791	4.542	1.825	-1.029
ITN6	2.868	-0.307	-19,038	-1.973	0.837	0.459
ITN7	0.186	-1.048	-14,520	1.627	-0.012	1.042
ITN8	0.701	0.027	-15,601	-0.310	-0.857	-4.424
ITN9	2.571	-0.515	-16,581	-2.444	-1.199	1.752
ITN10	0.581	-0.352	-19,347	1.865	-0.995	1.361
ITN11	0.106	-0.650	-17,227	-2.689	-2.602	-0.798
ITN12	0.479	1.398	-19,628	-3.687	-1.446	2.124
ITN13	0.017	0.953	-23,403	-1.203	-2.525	-0.369

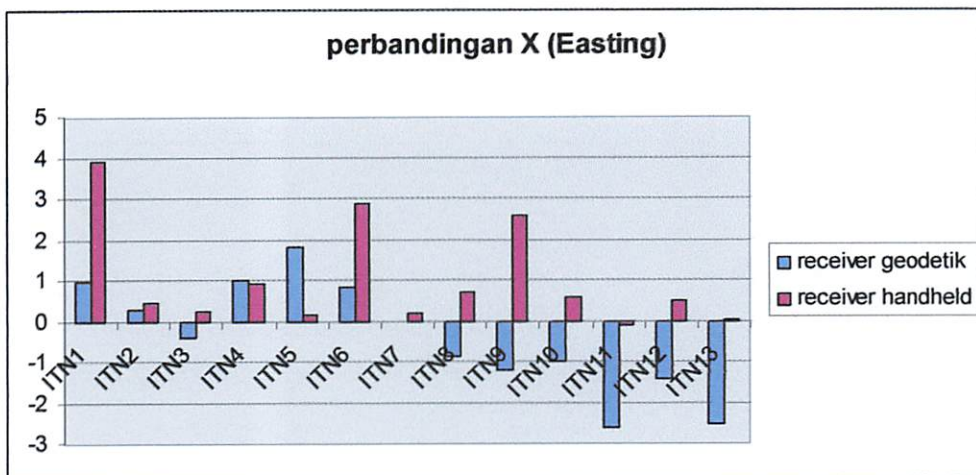
Berdasarkan selisih nilai koordinat pendekatan data rinex receiver handheld dan receiver geodetik pada tabel 4.5 dapat digambarkan grafik sebagai berikut:

Grafik 4.1 perbandingan Y (Northing) GPS receiver handheld dan GPS receiver Geodetik



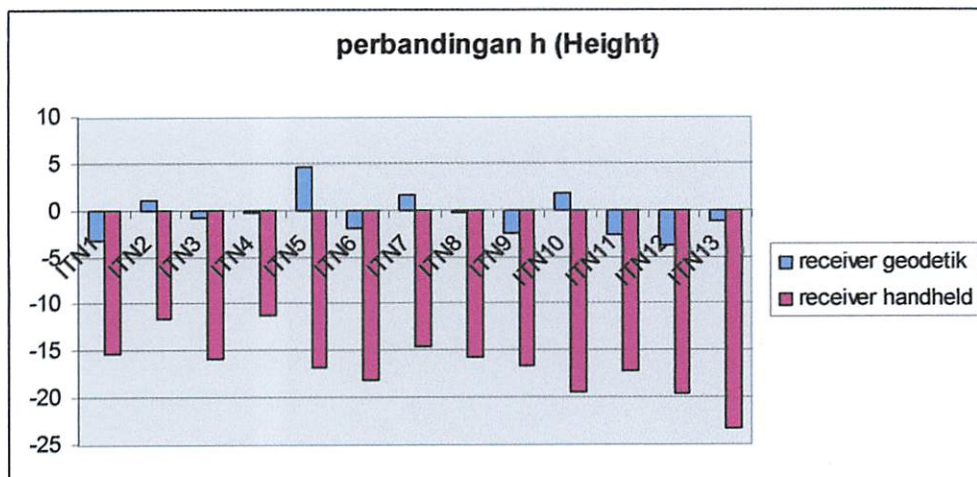
Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaringan hasil pendekatan yang diperoleh dari data RINEX untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen Y (Northing)) berada pada level -1.562 m – 4.057 m untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik berada pada level -4.424 m – 2.124 m.

Grafik 4.2 perbandingan X (Easting) GPS receiver handheld dan GPS receiver Geodetik



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil pendekatan yang diperoleh dari data RINEX untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen X (Easting) berada pada level 17 cm – 3.8 m untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik berada pada level -3.227m – 4.542m.

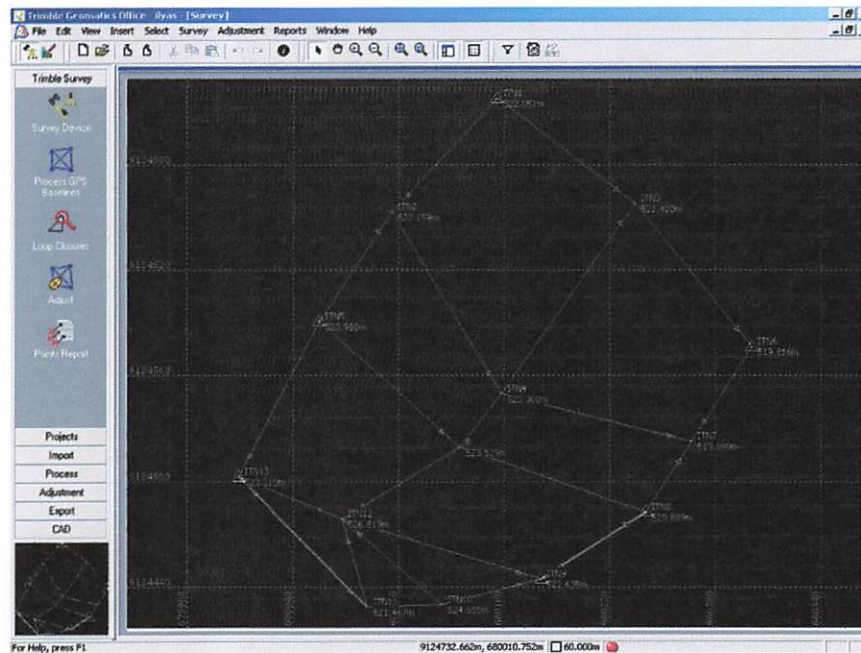
Grafik 4.3 perbandingan h (Height) GPS receiver handheld dan GPS receiver Geodetik



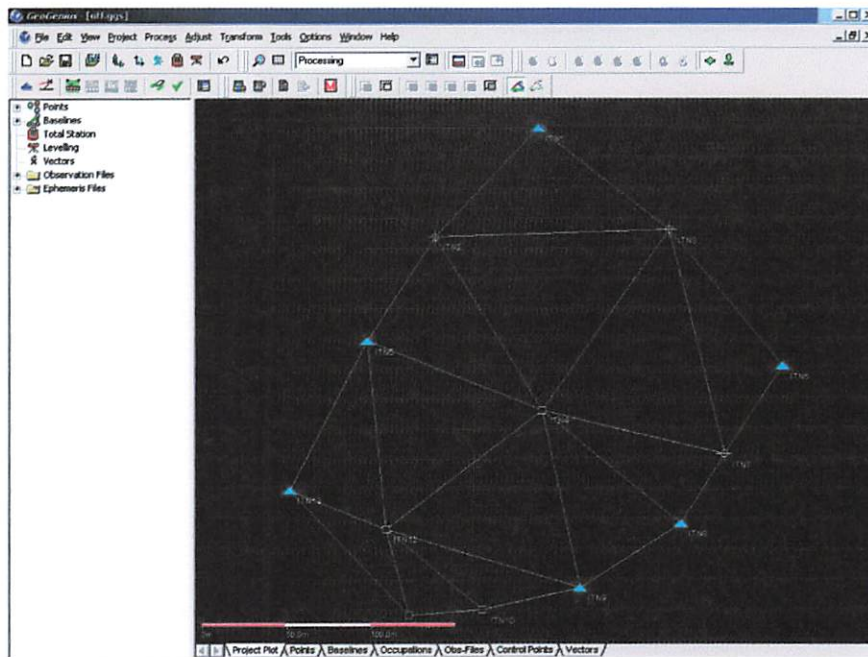
Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil pendekatan yang diperoleh dari data RINEX untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen h (height) berada pada level - 23.403 m - -11.251m untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik berada pada level -3.687 m – 4.542 m.

4.1.2. Perbandingan nilai koordinat hasil perataan

Analisis perbandingan posisi titik-titik dalam jaring dilakukan dengan membandingkan nilai koordinat hasil perataan menggunakan Trimble Geomatics Office (TGO) V.1.6 dan GeoGenius untuk masing-masing data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan handheld. Perbandingan nilai koordinat dari masing-masing metode tersebut diatas dilakukan secara *free adjustment* dimana perataan dilakukan tanpa melibatkan titik tetap (*fix point*) selanjutnya dengan melibatkan satu atau dua titik tetap untuk metode *minimally constraint adjustment* dan melibatkan keseluruhan titik tetap untuk metode *fully adjustment*. Dalam proses perataan ini terdapat 4 titik yang dijadikan sebagai titik tetap yaitu titik ITN1, ITN6, ITN5, ITN8, ITN13 dan ITN9 nilai koordinat dari titik-titik tersebut dapat dilihat pada tabel (lihat diatas). Nilai koordinat dinyatakan dalam sistem koordinat grid Universal Transverse Mercator (UTM) Zone 49S. Gambar jaring yang terbentuk hasil pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.1 Jaring Yang Terbentuk Dari Hasil Pengamatan Receiver Geodetik



Gambar 4.2 Jaring Yang Terbentuk Dari Hasil Pengamatan Receiver handheld

4.1.2.1 Perbandingan nilai koordinat hasil perataan *Free Constrained Adjustment*

Dalam perataan *free Constrained adjustment* pada data pengamatan menggunakan receiver handheld dan receiver geodetik dilaksanakan berdasarkan distribusi titik-titik dalam jaringan hasil pengamatan kedua jenis receiver seperti terlihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 tersebut diatas.

Berdasarkan hasil perataan *free Constrained adjustment* dari data pengamatan menggunakan receiver handheld dan receiver geodetik diperoleh nilai koordinat sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Perataan *Free constrained Adjustment Receiver Geodetik*

Nama Titik	Timur (meter)	Ketelitian 1σ	Utara (meter)	Ketelitian 1σ	h (meter)	Ketelitian 1σ
ITN1	680156.213m	0.061m	9124717.312m	0.052m	522.324m	0.163m
ITN2	680096.841m	0.042m	9124652.790m	0.037m	523.477m	0.097m
ITN3	680234.182m	0.040m	9124656.967m	0.036m	520.761m	0.094m
ITN4	680159.713m	0.027m	9124548.449m	0.025m	523.165m	0.057m
ITN5	680055.252m	0.042m	9124590.716m	0.044m	524.485m	0.123m
ITN6	680301.149m	0.039m	9124576.181m	0.035m	519.976m	0.091m
ITN7	680266.803m	0.026m	9124523.680m	0.024m	520.796m	0.060m
ITN8	680241.123m	0.026m	9124482.850m	0.024m	520.970m	0.060m
ITN9	680181.309m	0.035m	9124444.573m	0.032m	522.553m	0.076m
ITN10	680124.029m	0.036m	9124431.163m	0.036m	523.047m	0.081m
ITN11	680079.789m	0.036m	9124427.495m	0.034m	522.935m	0.085m
ITN12	680066.770m	0.033m	9124480.846m	0.031m	523.964m	0.078m
ITN13	680009.562m	0.036m	9124502.562m	0.036m	524.094m	0.083m

Tabel 4.7 Hasil Perataan *Free constrained Adjustment Receiver Handheld*

Nama Titik	Timur (meter)	Ketelitian 1σ (mm)	Utara (meter)	Ketelitian 1σ (mm)	h (meter)	Ketelitian 1σ (mm)
ITN1	680158.452	0.5	9124717.438	0.6	522.623	0.8
ITN2	680097.485	0.2	9124652.753	0.2	523.653	0.3
ITN3	680234.022	0.6	9124657.060	0.3	520.953	0.4
ITN4	680159.870	10.6	9124548.559	3.4	523.207	2.9
ITN5	680054.929	0.3	9124590.753	0.2	523.990	0.2
ITN6	680301.062	0.4	9124576.265	0.3	520.049	0.4
ITN7	680266.681	12.6	9124523.710	4.5	520.848	4.1
ITN8	680241.035	19.5	9124482.972	8.1	521.077	7.8
ITN9	680181.294	23.5	9124444.570	5.0	521.774	5.1
ITN10	680124.093	0.3	9124431.189	0.2	522.671	0.2
ITN11	680105.195	1255.6	9124438.919	508.4	527.870	444.5
ITN12	680066.847	0.5	9124480.951	0.7	523.919	0.7
ITN13	680011.112	0.5	9124502.186	0.3	524.202	0.3

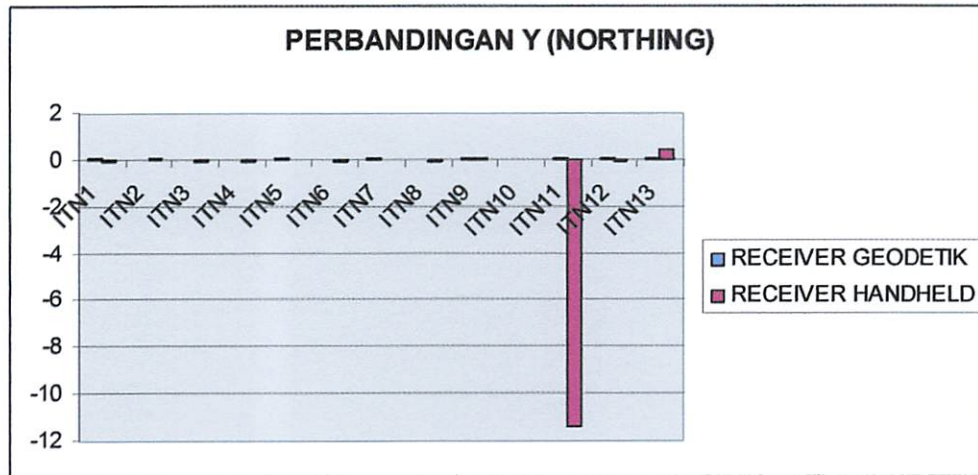
Berdasarkan tabel 4.6 dan 4.7 dapat dihitung selisih nilai koordinat dari hasil metode perataan *Free constrained Adjustment* terhadap nilai koordinat yang dianggap benar seperti yang terlihat pada tabel 4.8 berikut :

Tabel 4.8 selisih nilai koordinat dari hasil metode perataan *Free constrained Adjustment* Receiver Handheld Dan Receiver Geodetik Serta h (height) terhadap nilai koordinat yang dianggap benar

Nama Titik	SELISIH Receiver Handheld		h (Height)		SELISIH Receiver Geodetik	
	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)	Handheld (m)	Geodetik (m)	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)
ITN1	-2.560	-0.088	-0.572	-0.273	-0.321	0.038
ITN2	-0.952	0.034	-0.446	-0.270	-0.308	-0.003
ITN3	-0.173	-0.070	-0.368	-0.176	-0.333	0.023
ITN4	-0.493	-0.094	-0.191	-0.149	-0.336	0.016
ITN5	-0.003	0.001	-0.010	-0.505	-0.326	0.038
ITN6	-0.245	-0.064	-0.233	-0.16	-0.332	0.020
ITN7	-0.222	-0.002	-0.172	-0.12	-0.344	0.028
ITN8	-0.258	-0.103	-0.188	-0.081	-0.346	0.019
ITN9	-0.331	0.043	0.861	0.082	-0.346	0.040
ITN10	-0.397	0.000	0.661	0.285	-0.333	0.026
ITN11	-25.737	-11.379	-5.941	-1.006	-0.331	0.045
ITN12	-0.421	-0.073	-0.787	-0.832	-0.344	0.032
ITN13	-1.892	0.447	-0.892	-0.784	-0.342	0.071

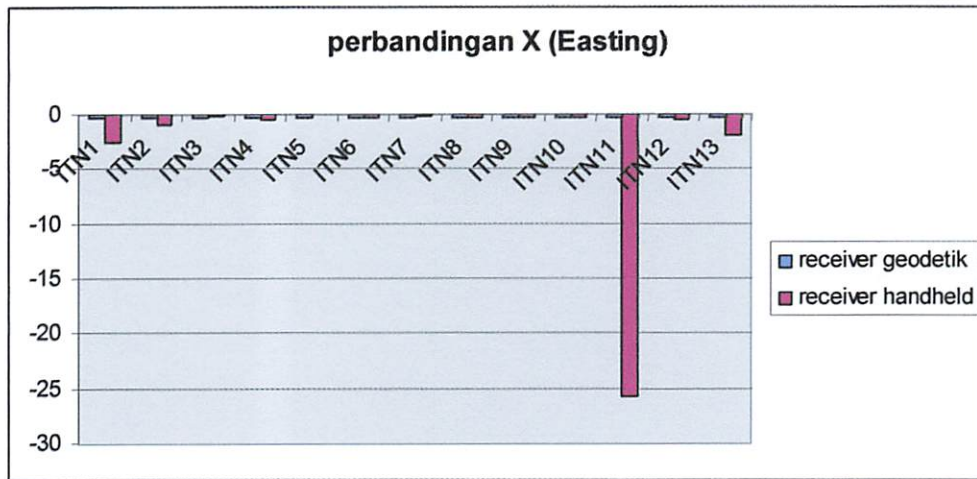
Berdasarkan selisih nilai koordinat hasil perataan *free constrained adjustment* selisih dari masing-masing metode pengamatan terhadap nilai koordinat yang dianggap benar seperti dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

Grafik 4.4 Perbandingan Y (Northing) Receiver geodetik dan Receiver Handheld Perataan *Free constrained Adjustment*



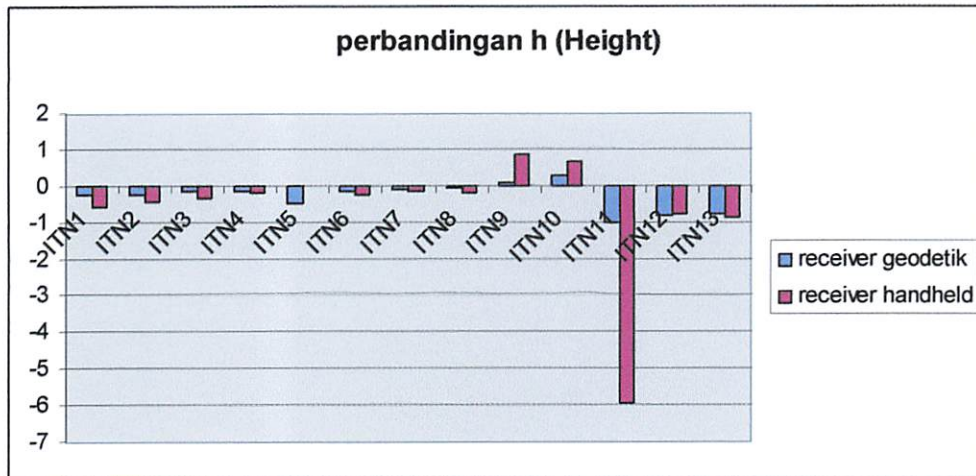
Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *Free constrained Adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen Y (Northing) berada pada level $-0.003\text{m} - 0.071\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-11.379\text{m} - 0.447\text{m}$

Grafik 4.5 Perbandingan X (Easting) Receiver geodetik dan Receiver Handheld Perataan *Free constrained Adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *Free constrained Adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen X (Easting) berada pada level $-0.308\text{m} - -0.346\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-25.737\text{ m} - -0.003\text{ m}$

Grafik 4.6 Perbandingan h (Height) Receiver geodetik dan Receiver Handheld Perataan *Free constrained Adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *Free constrained Adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen h (height) berada pada level $-0.832\text{m} - 0.285\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-5.941\text{ m} - 0.861\text{m}$.

4.1.2.2 Perbandingan nilai koordinat hasil perataan *minimally constrained adjustment*

Berdasarkan hasil perataan *minimally constrained adjustment* dari data pengamatan menggunakan receiver handheld dan receiver geodetik diperoleh nilai koordinat sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil Perataan *minimally constrained adjustment* Receiver Geodetik

Nama Titik	Timur (meter)	1 σ	Utara (meter)	1 σ	h (meter)	1 σ
ITN1	680155.892	0.000	9124717.350	0.000	522.324	0.163
ITN2	680096.520	0.076	9124652.828	0.063	523.477	0.097
ITN3	680233.861	0.051	9124657.005	0.041	520.761	0.094
ITN4	680159.392	0.067	9124548.487	0.055	523.165	0.057
ITN5	680054.930	0.083	9124590.754	0.075	524.485	0.123
ITN6	680300.828	0.058	9124576.219	0.054	519.976	0.091
ITN7	680266.482	0.067	9124523.718	0.059	520.796	0.060
ITN8	680240.802	0.070	9124482.888	0.061	520.970	0.060
ITN9	680180.988	0.078	9124444.611	0.069	522.553	0.076
ITN10	680123.708	0.082	9124431.200	0.074	523.048	0.081
ITN11	680079.468	0.083	9124427.532	0.073	522.935	0.085
ITN12	680066.449	0.080	9124480.883	0.071	523.964	0.078
ITN13	680009.241	0.082	9124502.600	0.073	524.094	0.083

Tabel 4.10 Hasil Perataan *minimally constrained adjustment* Receiver Handheld

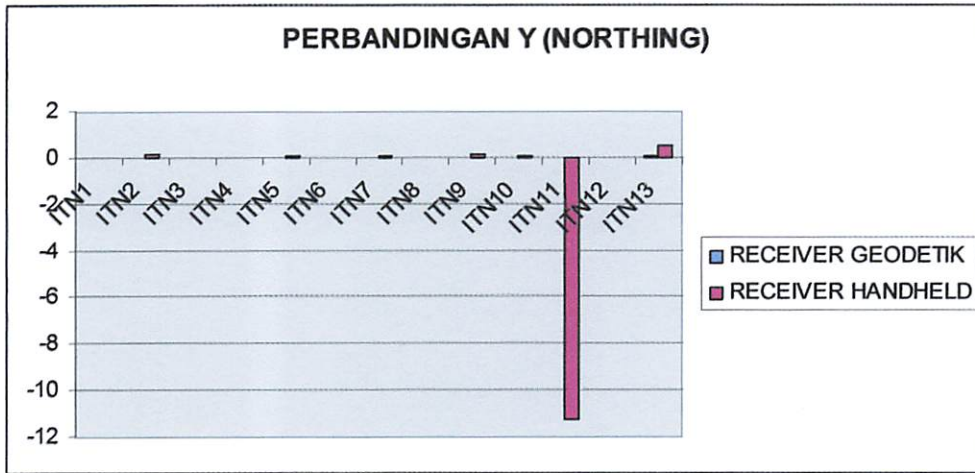
Nama Titik	Timur (meter)	1σ (mm)	Utara (meter)	1σ (mm)	h (meter)	1σ (mm)
ITN1	680155.892	0.5	9124717.350	0.6	522.051	0.8
ITN2	680094.924	0.2	9124652.665	0.2	523.081	0.3
ITN3	680231.461	0.6	9124656.972	0.3	520.381	0.4
ITN4	680157.310	10.6	9124548.471	3.4	522.635	2.9
ITN5	680052.368	0.3	9124590.665	0.2	523.418	0.2
ITN6	680298.502	0.4	9124576.177	5.0	519.477	0.4
ITN7	680264.120	12.6	9124523.622	0.2	520.276	4.1
ITN8	680238.475	19.5	9124482.884	0.3	520.505	7.8
ITN9	680178.734	23.5	9124444.482	0.3	521.202	5.1
ITN10	680121.532	0.3	9124431.101	4.5	522.099	0.2
ITN11	680102.635	1255.6	9124438.831	508.4	527.298	444.5
ITN12	680064.286	0.5	9124480.864	1.7	523.347	0.7
ITN13	680008.551	0.5	9124502.099	0.7	523.630	0.3

Tabel 4.11 selisih nilai koordinat dari hasil metode perataan *minimally constrained adjustment* Receiver Handheld Dan Receiver Geodetik Serta h (height) terhadap nilai koordinat yang dianggap benar

Nama Titik	SELISIH Receiver Handheld		h (Height)		SELISIH Receiver Geodetik	
	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)	Handheld (m)	Geodetik (m)	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)
ITN1	0.000	0.000	0.000	-0.273	0.000	0.000
ITN2	1.609	0.122	0.126	-0.270	0.013	-0.041
ITN3	2.388	0.018	0.204	-0.176	-0.012	-0.015
ITN4	2.067	-0.006	0.381	-0.149	-0.015	-0.022
ITN5	2.558	0.089	0.562	-0.505	-0.004	0.000
ITN6	2.315	0.024	0.339	-0.160	-0.011	-0.018
ITN7	2.339	0.086	0.400	-0.120	-0.023	-0.010
ITN8	2.302	-0.015	0.384	-0.081	-0.025	-0.019
ITN9	2.229	0.131	1.433	0.082	-0.025	0.002
ITN10	2.164	0.088	1.233	0.284	-0.012	-0.011
ITN11	-23.177	-11.291	-5.369	-1.006	-0.010	0.008
ITN12	2.140	0.014	-0.215	-0.832	-0.023	-0.005
ITN13	0.669	0.534	-0.320	-0.784	-0.021	0.033

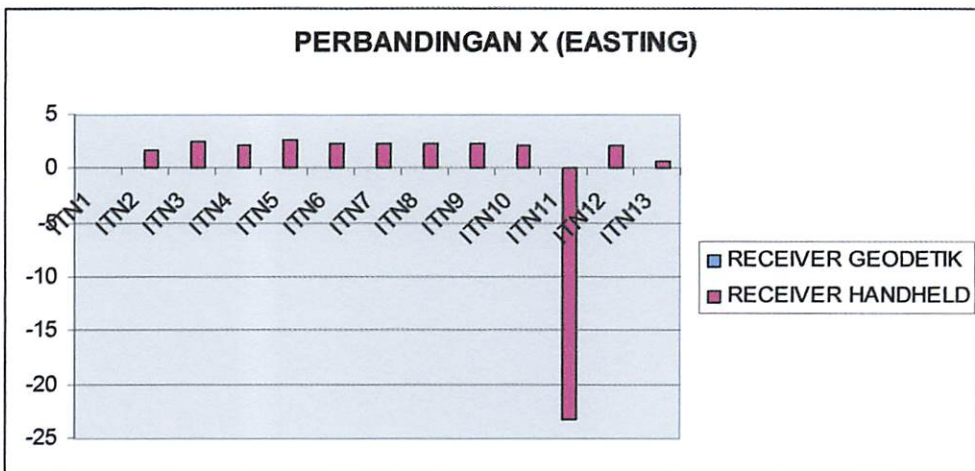
Berdasarkan selisih nilai koordinat hasil perataan *minimally constrained adjustment* selisih dari masing-masing metode pengamatan terhadap nilai koordinat yang dianggap benar seperti dapat digambarkan dalam bentuk grafik sebagai berikut :

Grafik 4.7 Perbandingan Y (Northing) Receiver geodetik dan Receiver Handheld
Perataan *minimally constrained adjustment*



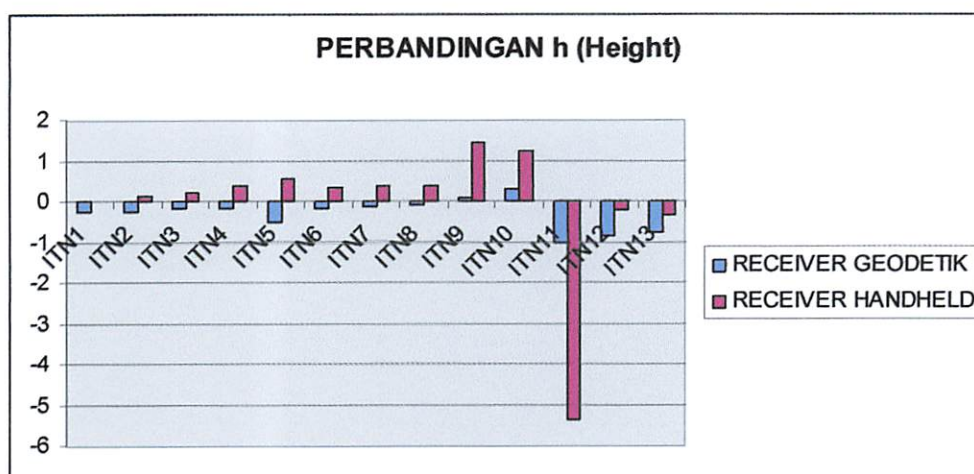
Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaringan hasil Perataan *minimally constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen Y (Northing) berada pada level $-0.019\text{m} - 0.033\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-11.291\text{m} - 0.534\text{m}$

Grafik 4.8 Perbandingan X (Easting) Receiver geodetik dan Receiver Handheld
Perataan *minimally constrained adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *minimally constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen X (Easting) berada pada level $-0.025\text{m} - 0.000\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-23.177\text{m} - 2.558\text{m}$

Grafik 4.9 Perbandingan h (Height) Receiver geodetik dan Receiver Handheld Perataan *minimally constrained adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *minimally constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen h (height) berada pada level $-0.832\text{m} - 0.284\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-5.369\text{m} - 1.433\text{m}$.

4.1.2.3 Perbandingan nilai koordinat hasil perataan *fully constrained adjustment*

Berdasarkan hasil perataan *fully constrained adjustment* dari data pengamatan menggunakan receiver handheld dan receiver geodetik diperoleh nilai koordinat sebagai berikut :

Tabel 4.12 Hasil Perataan *fully constrained adjustment* Receiver Geodetik

Nama Titik	Timur (meter)	1 σ	Utara (meter)	1 σ	h (meter)	1 σ
ITN1	680155.892	0.000	9124717.350	0.000	522.322	0.130
ITN2	680096.520	0.040	9124652.832	0.038	523.466	0.087
ITN3	680233.860	0.023	9124656.994	0.024	520.760	0.081
ITN4	680159.376	0.026	9124548.484	0.025	523.161	0.052
ITN5	680054.926	0.000	9124590.754	0.000	524.477	0.097
ITN6	680300.817	0.000	9124576.201	0.000	519.978	0.080
ITN7	680266.463	0.018	9124523.698	0.016	520.792	0.053
ITN8	680240.777	0.000	9124482.869	0.000	520.970	0.053
ITN9	680180.963	0.000	9124444.613	0.000	522.556	0.068
ITN10	680123.678	0.028	9124431.212	0.029	523.051	0.071
ITN11	680079.437	0.027	9124427.551	0.026	522.940	0.075
ITN12	680066.425	0.022	9124480.903	0.022	523.971	0.069
ITN13	680009.220	0.000	9124502.633	0.000	524.109	0.076

Tabel 4.13 Hasil Perataan *fully constrained adjustment* Receiver Handheld

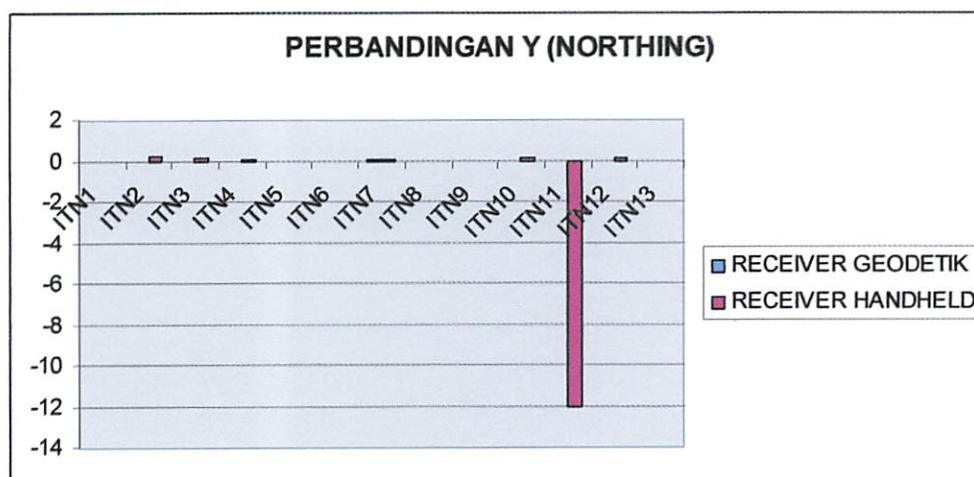
Nama Titik	Timur (meter)	1 σ (mm)	Utara (meter)	1 σ (mm)	h (meter)	1 σ (mm)
ITN1	680155.892	0.5	9124717.350	0.6	522.051	0.8
ITN2	680095.689	0.2	9124652.561	0.2	523.461	0.3
ITN3	680232.232	0.6	9124656.884	0.3	520.752	0.4
ITN4	680159.224	10.6	9124548.392	3.4	523.519	2.9
ITN5	680054.926	0.3	9124590.754	0.2	523.980	0.2
ITN6	680300.817	0.4	9124576.201	0.3	519.816	0.4
ITN7	680266.431	12.6	9124523.629	4.5	520.607	4.1
ITN8	680240.777	19.5	9124482.869	8.1	520.889	7.8
ITN9	680180.963	0.3	9124444.613	5.0	522.635	5.1
ITN10	680123.442	23.5	9124431.023	0.2	522.980	0.2
ITN11	680103.843	1255.6	9124439.553	508.4	527.621	444.5
ITN12	680066.199	0.5	9124480.785	0.7	524.228	0.7
ITN13	680009.220	0.5	9124502.633	0.3	523.310	0.3

Berdasarkan tabel 4.12 dan 4.13 dapat dihitung selisih nilai koordinat dari masing-masing metode pengamatan terhadap nilai koordinat yang dianggap benar seperti yang terlihat pada tabel 4.14 berikut :

Tabel 4.14 selisih nilai koordinat dari hasil metode perataan *fully constrained adjustment* Receiver Handheld Dan Receiver Geodetik Serta h (height) terhadap nilai koordinat yang dianggap benar

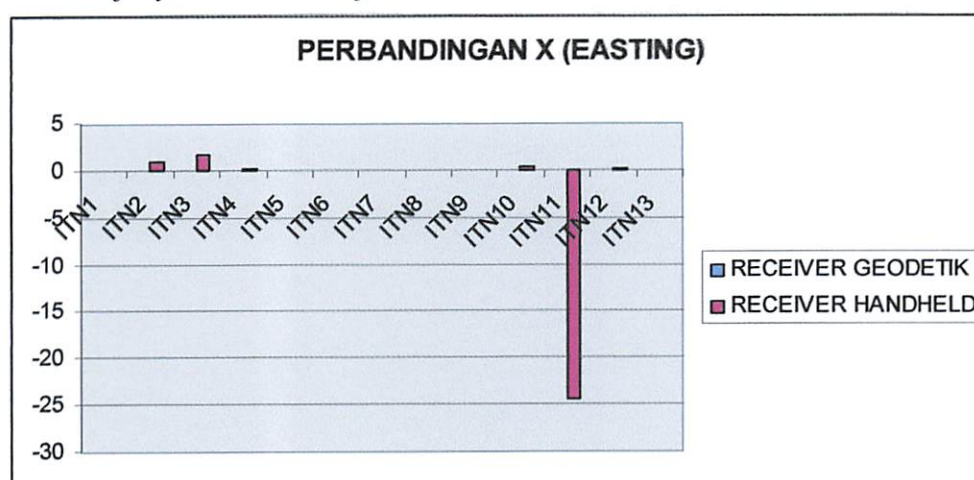
Nama Titik	SELISIH Receiver Handheld		h (Height)		SELISIH Receiver Geodetik	
	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)	Handheld (m)	Geodetik (m)	Δ Timur (m)	Δ Utara (m)
ITN1	0.000	0.000	0.000	-0.271	0.000	0.000
ITN2	0.844	0.226	-0.254	-0.259	0.013	-0.045
ITN3	1.617	0.106	-0.167	-0.175	-0.011	-0.004
ITN4	0.153	0.073	-0.503	-0.145	0.001	-0.019
ITN5	0.000	0.000	0.000	-0.497	0.000	0.000
ITN6	0.000	0.000	0.000	-0.162	0.000	0.000
ITN7	0.028	0.079	0.069	-0.116	-0.004	0.010
ITN8	0.000	0.000	0.000	-0.081	0.000	0.000
ITN9	0.000	0.000	0.000	0.079	0.000	0.000
ITN10	0.254	0.166	0.352	0.281	0.018	-0.023
ITN11	-24.385	-12.013	-5.692	-1.011	0.021	-0.011
ITN12	0.227	0.093	-1.096	-0.839	0.001	-0.025
ITN13	0.000	0.000	0.000	-0.799	0.000	0.000

Grafik 4.10 Perbandingan Y (Northing) Receiver geodetik dan Receiver Handheld
 Perataan *fully constrained adjustment*



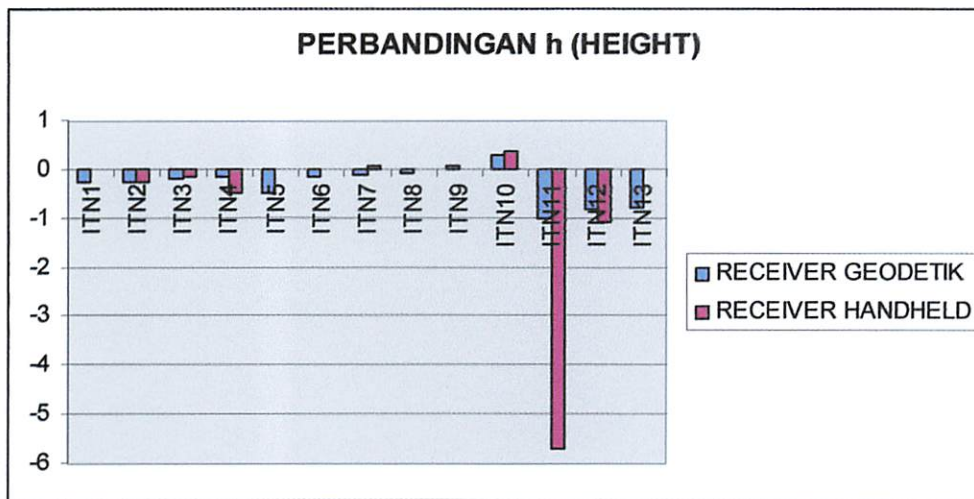
Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaringan hasil Perataan *fully constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen Y (Northing) berada pada level $-0.045\text{m} - 0.000\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-12.013\text{m} - 0.226\text{m}$

Grafik 4.11 Perbandingan X (Easting) Receiver geodetik dan Receiver Handheld
 Perataan *fully constrained adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *fully constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen X (Easting) berada pada level $-0.011\text{m} - 0.021\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-24.385\text{m} - 1.617\text{m}$

Grafik 4.12 Perbandingan h (Height) Receiver geodetik dan Receiver Handheld Perataan *fully constrained adjustment*



Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *fully constrained adjustment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar diketahui bahwa perbedaan nilai koordinat untuk komponen h (height) berada pada level $-0.839\text{m} - 0.281\text{m}$ untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetic sedangkan untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld berada pada level $-5.692\text{m} - 0.352\text{m}$

4.1.3. Perbandingan Komponen Baseline

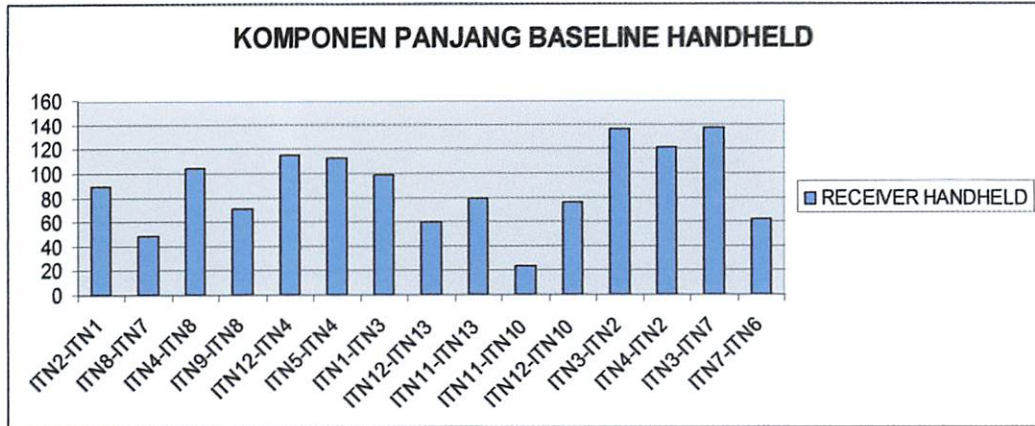
Analisis perbandingan komponen baseline dari titik-titik dalam jaring dilakukan dengan membandingkan nilai komponen baseline (Δx , Δy , Δz) yang diolah menggunakan Trimble Geomatics Office (TGO) V.1.6 dan GeoGenius untuk masing-masing data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan handheld. Perbandingan nilai komponen baseline tersebut dilakukan untuk mengetahui solusi baseline dari masing-masing pengamatan. Perlu dicatat disini bahwa pengolahan baseline menggunakan software TGO untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik memberikan solusi baseline menggunakan data fase L1 disebabkan jarak baseline dari jaring yang terbentuk dikategorikan dalam baseline pendek. Untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld dengan software Geogenius digunakan data fase L1 tetapi perlu dicatat disini karakteristik dari data fase yang terbentuk dari receiver handheld mempunyai nilai panjang gelombang sebesar setengah atau *half cycle*. Perbedaan karakteristik tersebut menyebabkan data dalam pengolahan baseline untuk data pengamatan menggunakan receiver handheld baseline yang dapat diolah dalam hal ini dapat ditentukan nilai ambiguitas-nya hanya sejumlah 15 baseline dari total jumlah 25 baseline dari jaring yang terbentuk.

Berikut akan diberikan nilai komponen baseline yang terbentuk dari data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld sebagai berikut :

Tabel 4.15 Komponen Baseline Receiver Handheld

Reference	Rover	Δx (mm)	Δy (mm)	Δz (mm)	Panjang Baseline
ITN2	ITN1	0.8	0.9	0.8	88.899
ITN8	ITN7	0.3	0.7	0.3	48.145
ITN4	ITN8	0.5	1.5	0.4	104.39
ITN9	ITN8	10.2	7.2	2.9	71.028
ITN12	ITN4	0.4	0.4	0.2	115.008
ITN5	ITN4	0.5	0.7	0.4	113.119
ITN1	ITN3	11.5	11.4	4.1	98.852
ITN12	ITN13	16.9	17.4	7.8	59.817
ITN11	ITN13	280.2	258.6	87.9	79.434
ITN11	ITN10	958.9	969.7	444.5	23.393
ITN12	ITN10	11.4	5.2	1.6	75.977
ITN3	ITN2	0.6	0.8	0.7	136.641
ITN4	ITN2	0.6	0.6	0.3	121.451
ITN3	ITN7	21.8	9.9	5.1	137.219
ITN7	ITN6	0.3	0.5	0.2	62.812

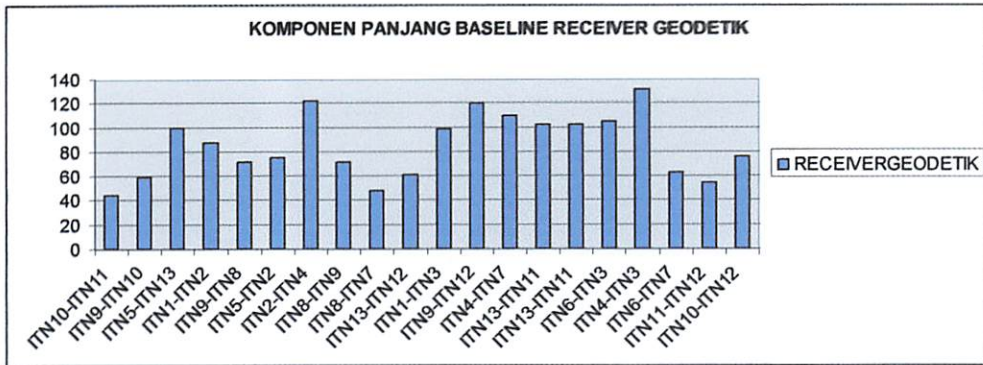
Grafik 4.13 komponen panjang baseline receiver handheld



Tabel 4.16 Komponen Baseline Receiver Geodetik

Reference	Rover	Δx	Δy	Δz	Panjang Baseline
ITN10	ITN11	41.039m	16.534m	-3.779m	44.406m
ITN9	ITN10	53.265m	20.929m	-13.620m	58.828m
ITN5	ITN13	46.805m	5.616m	-87.372m	99.278m
ITN1	ITN2	57.920m	14.687m	-64.208m	87.710m
ITN9	ITN8	-56.446m	-19.661m	38.365m	71.026m
ITN5	ITN2	-41.168m	-8.719m	61.721m	74.701m
ITN2	ITN4	-52.795m	-37.757m	-103.070m	121.805m
ITN8	ITN9	56.451m	19.663m	-38.366m	71.030m
ITN8	ITN7	-25.648m	-4.812m	40.576m	48.243m
ITN13	ITN12	-51.677m	-24.946m	-21.303m	61.210m
ITN1	ITN3	-68.433m	-39.078m	-59.279m	98.612m
ITN9	ITN12	103.568m	49.617m	35.338m	120.154m
ITN4	ITN7	-96.755m	-46.479m	-23.788m	109.944m
ITN13	ITN11	-60.624m	-37.904m	-73.919m	102.840m
ITN13	ITN11	-60.625m	-37.897m	-73.918m	102.837m
ITN6	ITN3	57.545m	36.839m	79.659m	104.948m
ITN4	ITN3	-73.188m	-16.890m	108.117m	131.647m
ITN6	ITN7	33.980m	7.242m	-52.250m	62.747m
ITN11	ITN12	8.947m	12.959m	52.625m	54.931m
ITN10	ITN12	50.097m	29.241m	48.891m	75.862m

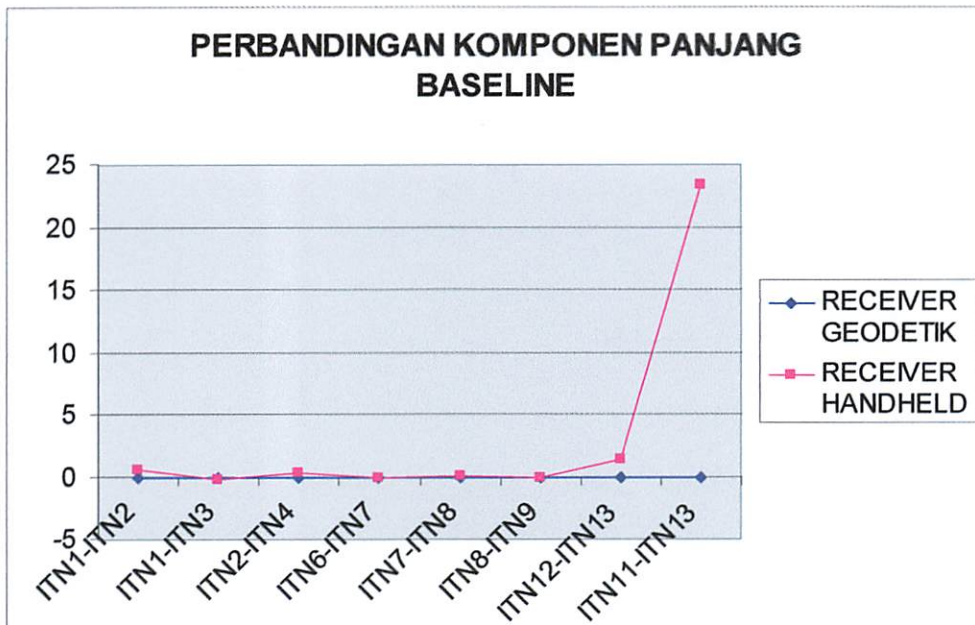
Grafik 4.14 komponen panjang baseline receiver geodetik



Tabel 4.17 Selisih Nilai Panjang Baseline

Reverence-rover	Receiver geodetik	Receiver Handheld
ITN1-ITN2	-0.007	0.595
ITN1-ITN3	-0.019	-0.259
ITN2-ITN4	-0.017	0.337
ITN6-ITN7	-0.009	-0.074
ITN7-ITN8	0	0.06
ITN8-ITN9	-0.028	-0.027
ITN12-ITN13	-0.007	1.386
ITN11-ITN13	-0.015	23.388

Grafik 4.15 Perbandingan komponen panjang baseline



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian berdasarkan analisa dari hasil pelaksanaan penelitian.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil perataan *Free constrained Adjustment* data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar memiliki ketelitian :
 - Receiver Geodetik
Y (Northing) : 0.029 m
X (Easting) : -0.334 m
h (height) : -0.249 m
 - Receiver Handheld
Y (Northing) : 0.0026 m
X (Easting) : -0.662 m
h (Height) : -0.195 m
2. Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *minimally constrained adjusment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar memiliki ketelitian :
 - Receiver Geodetik
Y (Northing) : -0.009 m
X (Easting) : -0.0132 m
h (height) : -0.2487 m
 - Receiver Handheld
Y (Northing) : 0.0904 m
X (Easting) : 1.8983 m
h (Height) : 0.3773 m
3. Berdasarkan selisih nilai koordinat titik-titik dalam jaring hasil Perataan *fully constrained adjusment* untuk data pengamatan menggunakan receiver geodetik dan receiver handheld terhadap nilai koordinat yang dianggap benar memiliki ketelitian :

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| • Receiver Geodetik | • Receiver Handheld |
| Y (Northing) : -0.0088 m | Y (Northing) : 0.0619 m |
| X (Easting) : 0.0015 m | X (Easting) : 0.2603 m |
| h (height) : -0.2487 m | h (Height) : -0.1333 m |

4. GPS handheld dapat ditingkatkan ketelitiannya dengan menggunakan data RINEX serta melakukan pengolahan secara *post-processing*.
5. untuk jaring GPS handheld dapat digunakan dalam metode jaringan dengan panjang baseline yang pendek , yang dapat digunakan untuk keperluan GIS, survai kadastral dan survai batas wilayah dengan skala sedang atau kecil.
6. untuk metode jaringan dapat ditingkatkan ketelitian posisi dalam jaringan dengan melakukan metode *Fully Constrained Adjustment*.

5.2 Saran

- 1) Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan baseline menengah dan panjang.
- 2) Penelitian dapat dilanjutkan untuk membuat sebuah software yang bersifat *Open Source* untuk dapat digunakan dalam melakukan pengujian terhadap Receiver Handheld selain Tipe Garmin.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H. Z. 2000. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*.
PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z. 1995. *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*.
PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z, Jones, A. Kahar, J. 2002. *Survey dengan GPS*
PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Purwanto, H. 2006 Modul Ajar ; *Survey Satelit II*
Program Study Teknik Geodesi ITN, Malang
- Ismail Sanlioglu and Cevat Inal. 2004. *Moduls of Global Positioning System*
Software Using Products of International GPS Service (IGS), FIG INGENEERING
Turkey.
- Rizos, C. 1999. *Potential Use Of Gps For Cadastral Surveys In Malaysia*.
School of Geomatic Engineering University of New South Wales.
- Handoko, E. Y. 2004. Modul Ajar : *Geodesi Satelit II*.
Program Study Teknik Geodesi ITS, Surabaya
- Abidin, H. Z. *Transparansi Kuliah 3211 Survey Satelit*
Program Study Teknik Geodesi ITB, Bandung
- El-Sheimy, N. 2001. *Adjustment Computation*.
Department of Geodetic Engineering, The University of Calgary.
- Leick, A. 1995. *GPS Satellite Surveying*. John Wiley & Sons, Second Edition.
New York
- Seeber, G. 1993. *Satellite Geodesy, Foundation, Method and Application*, N. B.
Canada.
- Wells, D. 1986. *Guide to GPS Positioning*. Canadian GPS Association,
Fredericton, N. B. Canada.



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
 J. BENDUNGAN SIGURA-GURA NO. 2
 MALANG

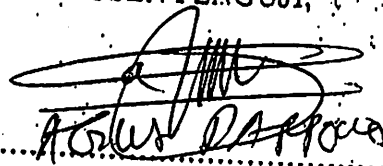
SEMINAR HASIL SKRIPSI JENJANG STRATA I (S1)
 JURUSAN TEKNIK GEODESI
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : M. UYAS
 NIM : 0125056
 HARI, TGL. :

NO	MATERI REVISI SKRIPSI
	<ul style="list-style-type: none"> - Sup ml nal penganalan ? - Model jaring ? - Tuli ker. kg Free construction. Ad minimally con. & full con. Ad - Metode penganalan apakah adalah atau relans penganalan ? Uripuler ? - Ad perubahan bentuk tabel relans penganalan
	<p>Revisi OK 16/9-08</p>

PANITERA,

DOSEN PENGUJI,


 Agus Datto



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

LEMBAR ASISTENSI

Nama : MOH. ILYAS
Nim : 01.25.056
Jurusan : Teknik Geodesi S-1
Tugas : Tugas Akhir
Dosen Pembimbing II : Ir.DK SUNARYO, MT

UJI KETELITIAN PENENTUAN POSISI
MENGUNAKAN GPS HANDHELD GARMIN ETREX

(Lokasi Penelitian: KAMPUS II ITN MALANG)

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
01	03-03-2008	1) disempurnakan - Identifikasi masalah - Tujuan pen. - batasan masalah 2) bab II disempurnakan 3) bab III, perencanaan d. sempurnakan	
02	10-03-2008	1) disempurnakan daftar pustaka 2) disempurnakan bab III tahap pel. penelitian	
03	17-03-2008	1) disempurnakan Revisi	

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
04	20-03-08	Lampiran bob lu	Jok
05	24-01-08	Lampiran Pembahasan & him pula	Jok
08	24-05-08	All Seminar dg syarat pembahasan dan himpulan di lampiran seuai revisi	Jok