

**STUDI KETELITIAN POSISI HASIL
PENGAMATAN GPS DENGAN MEMANFAATKAN
DATA PENGAMATAN STASIUN TETAP**

TUGAS AKHIR



Disusun oleh :

**THOMAS H
NIM : 97.25.066**

Bidang Ilmu :

Kelompok Bidang Keahlian Geodesi

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2006**

REAR WHEELS HANGING DOWN
HANGING DOWN HANGING DOWN
HANGING DOWN HANGING DOWN

HANGING DOWN

HANGING DOWN

HANGING DOWN
HANGING DOWN

HANGING DOWN

HANGING DOWN HANGING DOWN

HANGING DOWN HANGING DOWN
HANGING DOWN HANGING DOWN
HANGING DOWN HANGING DOWN

HANGING DOWN
HANGING DOWN

LEMBAR PERSETUJUAN

**STUDI KETELITIAN POSISI HASIL PENGAMATAN GPS
DENGAN MEMANFAATKAN DATA PENGAMATAN STASIUN TETAP**

**TUGAS AKHIR
(SKRIPSI)**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Mencapai Gelar Sarjana
Teknik Strata Satu (S-1)**

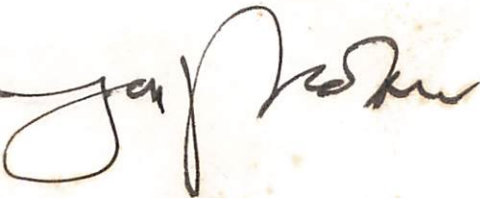
Oleh :

Thomas Haowang

97.25.066

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Prodono Joanes De Deo, MSi

Dosen Pembimbing II

M. Sigit Widodo, ST.MSc

Mengetahui

Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



Ir. Leo Pantiaha, MSc



1994 жылғы 10-11-12-деңгейдегі
Шығару

1994 жылғы 10-11-12-деңгейдегі

1994 жылғы 10-11-12-деңгейдегі

Қазақстан Республикасының
Ішкі Атақаны
Мемлекеттік қызметі

1994 жылғы 10-11-12-деңгейдегі

Қазақстан Республикасының Ішкі Атақаны Мемлекеттік қызметі

Қазақстан Республикасының
Ішкі Атақаны

Қазақстан Республикасының Ішкі Атақаны Мемлекеттік қызметі

Қазақстан Республикасының Ішкі Атақаны Мемлекеттік қызметі

1994 жылғы 10-11-12-деңгейдегі

LEMBAR PENGESAHAN

Dipertahankan di depan Panitia Penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang, dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Geodesi :
Pada hari / Tanggal : Selasa / 14 Maret 2006

Panitia Ujian Tugas Akhir :



(Ir. Nufur Hidayati, MTP)
Dekan FTSP ITN Malang

Sekretaris

(Ir. Leo Pantimena, MSc)
Plh. Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1

Anggota Penguji :

Penguji I

Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi

Penguji II

Ir. M. Nur Hadi, MT

Penguji III

Ir. Agus Darpono, MT

10.7.608 Bəndənin ALT



Bəndəni III

10.7.608 Bəndənin ALT



Bəndəni I

10.7.608 Bəndənin ALT



Bəndəni II

Yuxarı Bəndəni :

09.7.608 ALT / Bəndə



09.7.608 Bəndənin ALT



Bəndəni

Bəndəni III Bəndəni IV

Bəndəni III Bəndəni IV 14.7.608

mərkəzi şəxslər bəndənləri üçün mərkəzlər Bəndəni 2-1 Bəndəni Bəndəni :
Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni
Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni Bəndəni

TEMBƏL BƏNDƏNİ

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur alhamdulillah ke hadirat ALLAH SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan penulisan Skripsi ini dengan judul ***"STUDI KETELITIAN POSISI HASIL PENGAMATAN GPS DENGAN MEMANFAATKAN DATA PENGAMATAN STASIUN TETAP"*** dengan sebaik-baiknya. Adapun maksud dan tujuan penyusunan skripsi 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.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan pernyataan terima kasih yang sebenar-benarnya kepada :

1. Ir. Leo Pantimena, MSc, selaku Pelaksana Harian Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ir. Pradono Joanes De Deo, Msi , selaku dosen wali, dosen pembimbing I dalam penyusunan laporan skripsi dan bimbingannya selama ini.
3. Muhammad Sigit Widodo, ST,MSc, selaku dosen pembimbing II dalam penyusunan laporan skripsi.
4. Ir. M. Nurhadi, MT, yang memberi masukan wacana ilmu Geodesi.
5. Ir. Agus Darpono, MT, yang memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan skripsi.
6. Jurusan Teknik Geodesi - Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan - Institut Teknologi Nasional Malang.
7. PT. Adi Reksa Data Inti (Griyashanta B-206 Malang) , untuk kesempatan yang diberikan dalam memperdalam ilmu GPS.
8. Sahabat-sahabat GEODESI semua angkatan, khususnya'97, terima kasih untuk waktu kebersamaan yang sudah kita jalin bersama !!!
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian laporan skripsi, baik langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan jurusan teknik Geodesi dan pembaca pada umumnya. Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis menyadari masih adanya 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, Maret 2006

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv

BAB I PENDAHULUAN

I.1. Latar belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	1
I.3. Batasan Masalah	2
I.4. Faedah penelitian	2
I.5. Tinjauan Pustaka	2

BAB II DASAR TEORI

II.1. Pengertian GPS	4
II.2. Sinyal GPS	4
II.2.1. Informasi Jarak	5
II.2.2. Informasi posisi Satelit	6
II.2.3. Gelombang pembawa	7
II.2.4. perjalanan Sinyal GPS	7
II.3. Metode Penentuan Posisi Dengan GPS	8
II.3.1. Metode Penentuan Posisi Absolut	10
II.3.2. Metode Penentuan Posisi Difrensial	11
II.3.3. Metode Penentuan Posisi Statik	12
II.3.4. Metode Penentuan Posisi Kinematik	13
II.3.5. Metode Penentuan Posisi Statik Singkat	13
II.3.6. Metode Penentuan Posisi Pesudo-Kinematik	14
II.3.7. Metode Penentuan Posisi Stop and Go	15
II.4. Titik Kontrol Tanah	15
II.4.1. Macam-macam Titik Kontrol Tanah	16

II.4.2. Pengikatan Titik Tetap	16
II.5. Waktu	16
II.6. Pengolahan Data Survey GPS	17
II.6.1. Pengolahan Garis Basis	17
II.6.2. Perataan Jaringan	18
II.6.3. Transformasi	19
II.6.3.1. Transformasi Datum	19
II.6.3.2. Transformasi koordinat	20

BAB III METODE PENELITIAN

III.1. Persiapan Penelitian	22
III.1.1 Materi Penelitian	22
III.1.2 Peralatan Penelitian	26
III.1.3 Bagan Alir Penelitian	27
III.2. Pemrosesan Data	29
III.2.1. Pengambilan Data Dari Situs IGS	29
III.2.2. Transfer Data	29
III.2.3. Pemrosesan Garis Basis	30
III.2.4. Perataan Jaringan	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Rencana Pengamatan	37
IV.2. Analisa Proses Pengolahan Garis Basis	38
IV.3. Analisa Perataan Jaringan	40
IV.3.1. Analisa Indikator Kualitas Kontrol	41
IV.3.2. Analisa Ketelitian Titik	43
IV.3.3. Analisa Ketelitian Garis Basis Dalam Jaringan	44

BAB V KESIMPULAN

V.1. Kesimpulan..... 47

V.2. Saran 49

DAFTAR PUSTAKA v

LAMPIRAN vi

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Penelitian.

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi dengan menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti juga informasi mengenai waktu secara kontinyu di seluruh dunia.

Pada dasarnya di Indonesia tersedia cukup banyak titik GPS yang dapat digunakan sebagai titik tetap, hanya saja titik-titik tersebut belum terdistribusi secara merata di seluruh wilayah kepulauan Indonesia. Meskipun di pulau-pulau besar seperti Sumatra, Jawa, Bali dan Nusa Tenggara keberadaan titik-titik tetap sudah cukup memadai, tetapi di pulau-pulau lainnya terutama di pulau-pulau kecil kesulitan mendapatkan titik tetap GPS ini kemungkinan besar akan di temukan kesulitan. Bahkan untuk pulau besar seperti Papua Barat keberadaan titik tetap GPS juga belum mencukupi, oleh sebab itu dalam survey GPS di Indonesia mekanisme lain dalam pengadaan titik tetap GPS perlu di terapkan.

Penggunaan stasiun tetap GPS yang sudah ada, seperti titik-titik IGS (*International GPS Service*) sebagai referensi adalah opsi yang cukup menarik untuk di pertimbangkan. Karena stasiun-stasiun IGS beroperasi secara kontinyu selama 24 jam perhari dan datanya dapat di peroleh dengan mudah.

I.2. Tujuan Penelitian.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana jarak basis antar titik pengamatan dan lama waktu pengamatan GPS yang dibutuhkan untuk memperoleh ketelitian posisi horizontal salah satu titik pengamatan dengan memanfaatkan stasiun-stasiun IGS (*International GPS Service*) sebagai referensinya.

I.3. Batasan Masalah.

- Penelitian ini dilaksanakan dengan melakukan pengamatan GPS di titik tetap Bakosurtanal dan memanfaatkan data pengamatan *IGS*.
- Dalam pengolahan Jarak basis digunakan orbit teliti dari satelit-satelit GPS (*precise ephemeris*) dan solusi koordinat hitungan menggunakan sinyal kombinasi linier bebas ionosfer dengan ambiguitas dibiarkan sebagai bilangan riil (*float ambiguity*).
- Dalam proses pengolahan data hasil pengamatan GPS selama 24 jam di pecah menjadi beberapa durasi pengamatan, yaitu; 1 jam, 2 jam, 3 jam, 6 jam, 12 jam dan 24 jam. Posisi Stasiun pengamatan Bakosurtanal yang sudah di ketahui koordinatnya juga dihitung kembali untuk masing-masing durasi data pengamatan.

I.4. Faedah Penelitian.

Dengan adanya penelitian ini akan diketahui kualitas ketelitian hasil perataan data pengamatan GPS dengan menggunakan stasiun tetap sebagai titik refrensi, yang akan dapat di manfaatkan sebagai bahan pertimbangan lain dalam melakukan pengukuran posisi horizontal suatu titik.

I.5. Tinjauan Pustaka.

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem yang terdiri dari atas 24 satelit ini dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi mengenai waktu secara kontinyu diseluruh dunia. Saat ini GPS sudah banyak digunakan orang diseluruh dunia, dalam berbagai bidang aplikasi yang memerlukan informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan, ataupun waktu. Di Indonesia saat inipun, GPS mulai banyak diaplikasikan, terutama yang terkait dengan aplikasi-aplikasi yang memerlukan informasi tentang posisi. (*Prof.Dr.Joenil Kahar dan Andrew Jones,Msc,2002*)

Ketelitian yang posisi yang diperoleh secara umum akan tergantung pada empat faktor, yaitu metode penentuan posisi yang digunakan, geometrik dan distribusi dari satelit-satelit yang diamati, ketelitian data yang digunakan dan strategi/metode pengolahan data yang diterapkan. *(Hasanudin)*

Mekanisme untuk mendekatkan titik dapat dilakukan secara beranting atau secara langsung. Seandainya mekanisme mendekatkan secara langsung digunakan, maka karena panjang Jarak basis yang relatif panjang, pengamatan GPS sebaiknya dilakukan dengan sesi pengamatan yang panjang dan sebaiknya menggunakan resiver GPS tipe geodetik dua frekuensi untuk bisa mereduksi efek dari bias ionosfer. *(BAKOSURTANAL)*

BAB II

DASAR TEORI

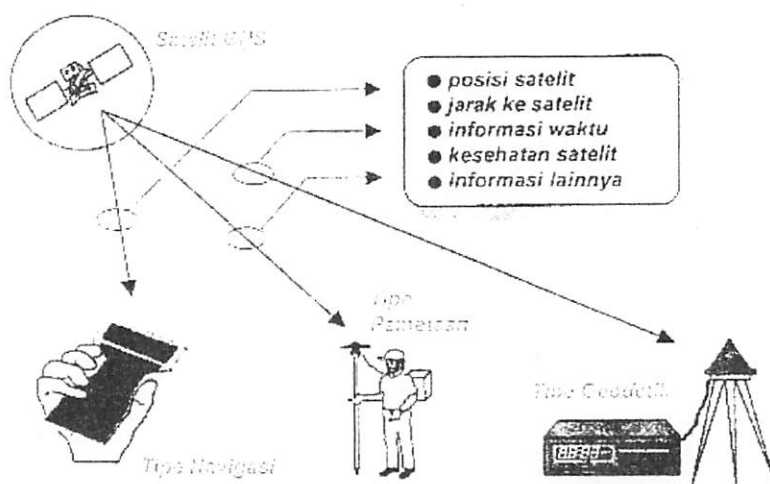
II.1. Pengertian Global Positioning System

NAVSTAR GPS atau Navigation Satellite Time And Ranging Global Positioning System merupakan sistem radio navigasi satelite dan penentuan posisi menggunakan satelite yang dikembangkan oleh DoD (*The U.S. Departement of Defense*) untuk keperluan navigasi global disegala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi.

II.2. Sinyal GPS

Satelit GPS memancarkan sinyal-sinyal, pada prinsipnya untuk ‘memberi tahu’ si pengamat sinyal tersebut tentang posisi satelit yang bersangkutan serta jaraknya dari si pengamat beserta informasi waktunya, seperti diilustrasikan pada *Gambar 2.3*. Sinyal GPS juga digunakan untuk menginformasikan kelayakgunaan (kesehatan) satelit kepada si pengamat, serta informasi-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. Dengan mengamati satelit dalam jumlah yang cukup si pengamat dapat menentukan posisi dan kecepatannya.

Sinyal GPS dapat dibagi atas 3 komponen yaitu : informasi jarak (*kode*), informasi posisi satelit (*navigation message*) dan gelombang pembawa (*carrier wave*).



Gambar 2.1 Informasi yang dikandung sinyal GPS (Abidin 1995)

II.2.1. Informasi Jarak

Ada dua kode *pseudo-random noise* (PRN) yang digunakan sebagai penginformasi jarak, yaitu kode P (*P= Precise atau private*) dan kode C/A (*Coarse Acquisition atau Clear Acces*). Perlu ditekankan disini bahwa setiap satelit GPS mempunyai struktur kode yang unik dan berbeda dengan satelit-satelit lainnya. Ini memungkinkan receiver GPS untuk mengenali dan membedakan sinyal-sinyal yang datang dari satelit-satelit yang berbeda. Struktur umum dari komponen sinyal GPS (kode P dan kode C/A) diberikan pada tabel 2.1. berikut:

Gelombang Pembawa	Frekuensi	Panjang Gelombang	Modulasi	Frekuensi	Panjang Chip
L1	1575.42 MHz	19 cm	C/A Code	1.023 MHz	293 cm
			P – Code Message	10.23 MHz	293 cm
				50 Mhz	
L2	1227.60 MHz	24 cm	C/A Code	10.23 MHz	293 cm
			P – Code	50 Mhz	

Tabel II.1. Prinsip penentuan jarak (*pseudorange*) dengan kode

Dengan kode P atau kode C/A jarak dari pengamat ke satelit dapat ditentukan. Prinsip pengukuran jarak yang digunakan dalam hal ini adalah dengan membandingkan kode yang diterima dari satelit dengan kode replika yang diformulasikan didalam receiver, seperti yang digambarkan oleh gambar diatas.

Dalam hal ini waktu yang diperlukan untuk ‘mengimpitkan’ kedua kode tersebut (Δt) adalah waktu yang diperlukan oleh kode tersebut untuk menempuh jarak dari satelit ke pengamat. Dengan mengalikan data Δt dengan kecepatan cahaya maka jarak antara pengamat dengan satelit dapat ditentukan. Perlu dicatat disini bahwa karena ketelitian jam yang ada pada receiver GPS berbeda dengan ketelitian jam yang ada pada satelit, maka jarak yang diukur dengan cara tersebut masih akan terkontaminasi oleh kesalahan karena ketidak sinkronan waktu kedua jam tersebut, sehingga jarak ukuran tersebut umumnya dinamakan jarak semu atau pseudorange.

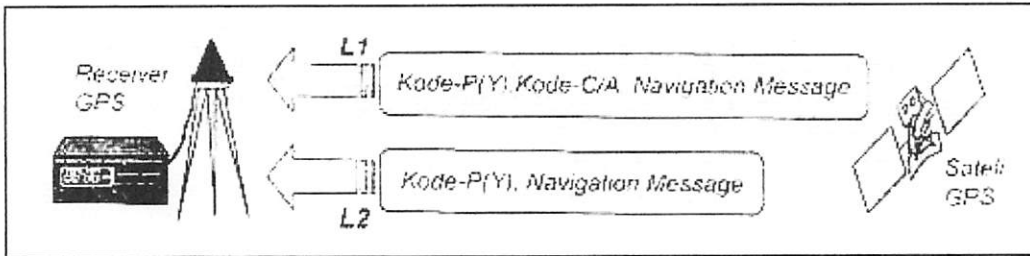
II.2.2. Informasi Posisi Satelit

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

Pesan navigasi ini ditentukan oleh segmen sistem kontrol dan dikirimkan ke pengguna menggunakan satelit GPS. Salah satu informasi yang terkandung dalam pesan navigasi GPS adalah ephemeris (orbit) satelit yang biasa disebut *broadcast ephemeris*. Dalam *broadcast ephemeris*, informasi tentang posisi satelit tidak diberikan langsung dalam bentuk koordinat, tapi dalam bentuk elemen-elemen keplerian dari orbit GPS yang dapat digunakan untuk menghitung posisi satelit dari waktu ke waktu. Disamping *broadcast ephemeris*, pesan navigasi juga berisi almanak satelit yang memberikan informasi tentang orbit nominal satelit. Kode-kode dan pesan navigasi yang dijelaskan diatas dibawa ke pengamat dari satelit oleh gelombang pembawa (*carrier wave*).

II.2.3. Gelombang Pembawa

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, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Data dan informasi yang dibawa oleh gelombang pembawa L1 dan L2

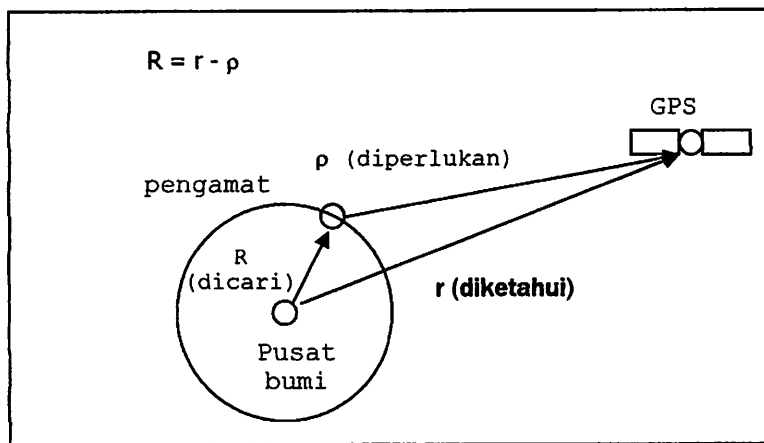
Agar gelombang pembawa dapat ‘membawa’ data kode dan pesan navigasi, maka data tersebut harus ditumpangkan ke gelombang pembawa. Dengan kata lain, gelombang pembawa dimodulasi oleh kode dan pesan navigasi. Dalam proses pemodulasian sinyal GPS ada dua tahap yang terlibat yaitu tahap *binary to binary modification of codes* dan tahap *binary biphase modulation*. Pada tahap pertama, navigation message ditumpangkan ke kode-P dan kode-C/A.

II.2.4. Perjalanan Sinyal GPS

Perjalanan sinyal GPS dari satelit ke pengamat di permukaan bumi harus melalui medium-medium ionosfer dan troposfer, dimana dalam kedua lapisan ini sinyal GPS akan mengalami refraksi dan sintilasi di dalamnya serta pelemahan dalam lapisan troposfer. Di samping itu, sinyal GPS juga 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.

II. 3. Metode Penentuan Posisi dengan GPS

Pada dasarnya konsep penentuan posisi dengan GPS adalah reseksi atau pengikatan kebelakang antara jarak dengan jarak, yaitu pengukuran jarak secara simultan ke beberapa satelit GPS yang koordinatnya telah diketahui. Parameter yang akan ditentukan adalah vektor posisi geosentrik pengamat (R), sementara vektor posisi geosentrik satelit GPS (r) telah diketahui, maka yang perlu ditentukan adalah vektor posisi toposentris satelit terhadap pengamat (ρ). Berikut ini adalah konsep penentuan posisi dengan GPS.



Gambar2.3 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS

Posisi yang ditentukan dengan GPS mengacu pada datum horizontal global yaitu elipsoid WGS 1984. Elipsoid WGS 1984 adalah sistem koordinat Kartesian terikat. GPS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya sangat luas. Dari yang sangat teliti yaitu orde milimeter sampai yang biasa-biasa saja atau orde puluhan meter, oleh karena itu memungkinkan bagi pengguna GPS untuk secara efektif dan efisien sesuai dengan permintaan dan dana yang ada, dalam melakukan pengukuran.

Ketelitian posisi yang didapat dengan pengamatan GPS bergantung pada:

1. Metode penentuan posisi yang digunakan yaitu: absolut, diferensial, statik, statik singkat, pseudo kinematik, atau kinematik, *stop-and-go*; *one or multi monitor station*

2. Geometri dan distribusi satelit yang diamati antara lain tipe data yang digunakan, jumlah satelit, lokasi dan distribusi satelit, dan lama pengamatan.
3. Ketelitian data yang digunakan yaitu tipe data, kualitas receiver, level kesalahan dan bias
4. Strategi pemrosesan data, *real time* atau *post processing*, pemrosesan jarak basis perataan jaringan, dan kontrol kualitas.

Berdasarkan mekanisme pengaplikasiannya, metode penentuan posisi dengan GPS dapat atas beberapa metode, yaitu:

Metode	Absolut 1 receiver	Deferensial 2 receiver	Titik	Receiver
Statik	Bisa	Bisa	Diam	Diam
Kinematik	Bisa	Bisa	Bergerak	Bergerak
Rapid Static	–	Bisa	Diam	Diam dalam waktu singkat
Pseudo-kinematik	–	Bisa	Diam	Diam dan bergerak
Stop-and-Go	–	Bisa	Diam	Diam dan bergerak

Tabel II.2. Mekanisme aplikasi GPS dan metode penentuan posisi dengan GPS

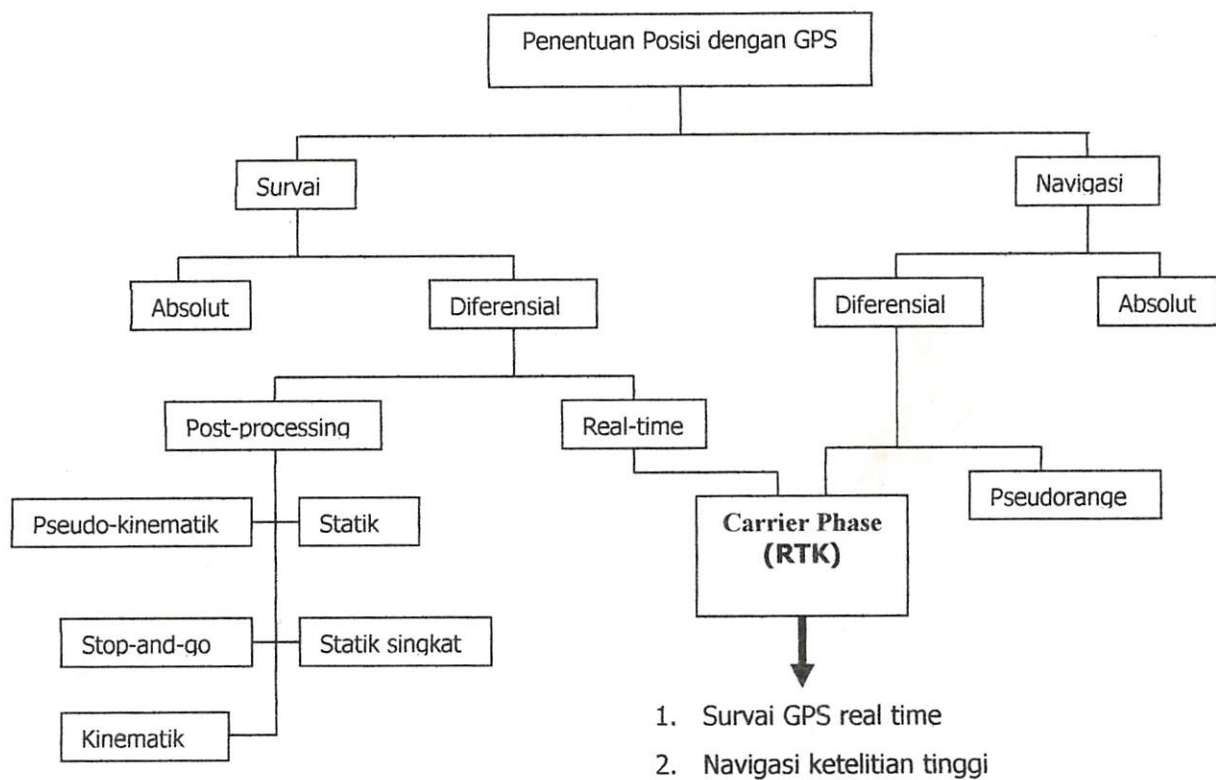


Diagram II.1. Metode penentuan posisi dengan GPS

II.3.1. Metode Penentuan Posisi Absolut

Metode penentuan posisi *absolut* atau *point positioning*, dilakukan pada setiap titik tanpa bergantung titik lainnya. Posisi ditentukan dalam sistem elipsoid WGS 1984 terhadap pusat massa bumi. Prinsip penentuan posisi adalah reseksi dengan jarak ke beberapa satelit secara simultan. Metode ini hanya memerlukan satu *receiver* GPS. Titik yang ditentukan posisinya bisa dalam keadaan diam atau bergerak. Ketelitian posisi yang diperoleh bergantung pada tingkat ketelitian data serta geometri dari satelit. Metode ini tidak dimaksudkan untuk penentuan posisi yang teliti.

II.3.2. Metode Penentuan Posisi Diferensial

Metode penentuan posisi deferensial disebut juga metode penentuan posisi relatif, dengan mengurangkan data yang diamati oleh dua *receiver*

GPS pada waktu yang bersamaan, maka beberapa jenis kesalahan dapat direduksi. Pengeliminasian dan reduksi ini akan meningkatkan akurasi dan presisi data, dan selanjutnya akan meningkatkan tingkat akurasi dan presisi yang diperoleh. Dalam penentuan secara diferensial ada dua aplikasi yaitu sistem DGPS dan sistem RTK.

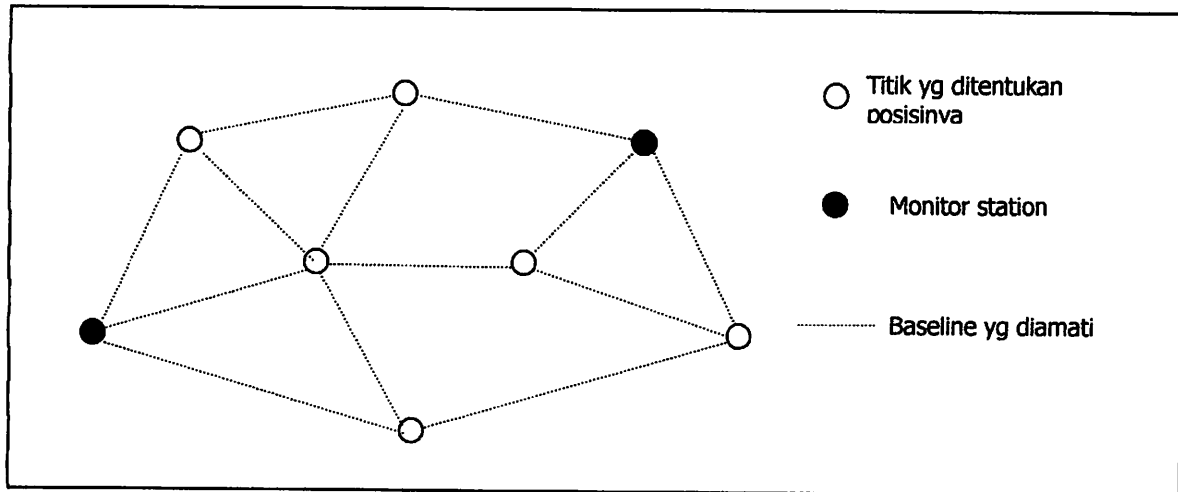
Sistem DGPS (*Differential GPS*) digunakan untuk penentuan posisi obyek-obyek yang bergerak. Untuk merealisasikan tuntutan *real time*-nya, maka *monitor station* harus mengirim koreksi diferensial ke pengguna secara *real time* dengan menggunakan sistem komunikasi data tertentu. Koreksi diferensial dapat berupa koreksi *pseudorange* maupun koreksi koordinat.

Sistem RTK (*Real Time Kinematic*) digunakan untuk penentuan posisi *real time* secara diferensial menggunakan data fase. Untuk merealisasikan *real time*-nya, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan *pseudorange*-nya ke pengguna secara *real time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu. Sistem RTK tidak hanya dapat merealisasikan survai GPS *real time* tapi juga navigasi ketelitian tinggi.

II.3.3. Metode Penentuan Posisi Statik

Penentuan posisi secara statik adalah penentuan posisi dari titik-titik yang statik atau diam. Penentuan posisi dapat dilakukan secara absolut maupun diferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau data fase. Dibandingkan dengan metode penentuan posisi lain, metode statik memberikan ketelitian posisi relatif lebih tinggi, dapat mencapai orde mm sampai cm. Metode penentuan posisi secara statik banyak digunakan untuk penentuan koordinat dari titik-titik kontrol untuk keperluan pemetaan maupun pemantauan fenomena deformasi dan geodinamika. Pada prinsipnya, survai GPS bertumpu pada metode penentuan posisi dengan metode statik secara diferensial dengan menggunakan data fase. Pengamatan satelit GPS umumnya dilakukan *jarak basis per jarak basis* selama selang waktu tertentu dari beberapa

puluh menit hingga beberapa jam tergantung pada ketelitian yang ingin dicapai dalam suatu jaringan dari titik yang akan ditentukan posisinya.



Gambar 2.4 Penentuan posisi titik-titik dengan metode survai GPS

Pada survai GPS, pemrosesan data GPS untuk menentukan koordinat dari titik-titik dalam jaringan umumnya akan mencakup tiga tahap utama perhitungan yaitu:

- ⇒ Pengolahan data dari tiap *jarak basis* dalam jaringan.
- ⇒ Perataan jaringan untuk menentukan koordinat titik-titik.
- ⇒ Transformasi koordinat titik-titik tersebut dari datum elipsoid WGS 1984 ke datum yang diperlukan pengguna.

II.3.4. Metode Penentuan Posisi Kinematik

Penentuan posisi secara kinematik 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 secara kinematik dapat dilakukan secara absolut maupun deferensial dengan menggunakan data *pseudorange* dan/atau data fase.

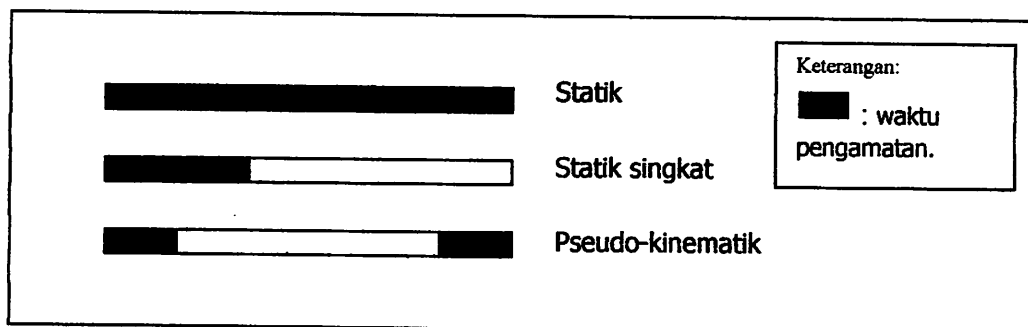
II.3.5. Metode Penentuan Posisi Statik Singkat

Metode survai statik singkat atau *rapid static* adalah survai statik dengan lama waktu pengamatan yang singkat yaitu 5 hingga 20 menit. Prosedur operasional lapangan sama dengan metode statik hanya waktu pengamatannya lebih singkat.

Survai statik singkat untuk mendapatkan hasil yang teliti memerlukan proses penentuan *ambiguity* secara cepat dan tepat sehingga memerlukan *software* yang andal dan canggih, metode ini juga memerlukan geometri pengamatan yang baik, tingkat residu kesalahan dan bias yang relatif rendah, serta lingkungan pengamatan yang relatif tidak menimbulkan *multipath*.

II.3.6. Metode Penentuan Posisi 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.

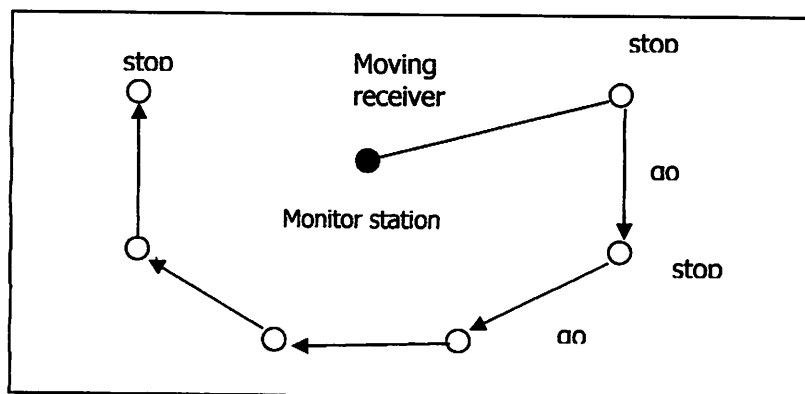


Gambar 2.5 Perbandingan waktu pengamatan metode statik, statik singkat dan pseudo-kinematik

Pada metode ini pengamatan dalam dua sesi yang berselang waktu relatif lama dimaksudkan untuk meliputi perubahan geometri yang cukup besar, sehingga diharapkan dapat mengsucceskan penentuan *ambiguity* fase serta mendapat ketelitian posisi yang relatif baik.

II.3.7. Metode Penentuan Posisi *Stop-and-Go*

Metode *stop-and-go* adalah salah satu metode penentuan posisi titik-titik dengan GPS, yang kadang disebut juga semi kinematik. Pada metode ini titik-titik yang akan ditentukan posisinya tidak bergerak, sedang *receiver* GPS bergerak dari titik-titik dimana pada setiap titiknya *receiver* diam beberapa saat pada titik tersebut.



Gambar 2.6 Metode penentuan posisi *stop-and-go*

Metode *stop-and-go* berbasiskan pada penentuan posisi secara diferensial dengan menggunakan data fase. Koordinat dari titik-titik ditentukan relatif terhadap koordinat dari stasiun referensi atau *monitor station*.

Panjang Jarak basis	Metode Pengamatan	Waktu Minimum L1	Waktu Minimum L1&L2
0 Km - 5 Km	Rapid static	40 menit	20 menit
5 Km - 8 Km	Static	90 menit	45 menit
8 Km - 20 Km	Static	120 menit	60 menit
20 Km - 50 Km	Static	180 menit	120 menit

Tabel II. 3. Lama waktu pengamatan gelombang L1 dan L2 sesuai dengan panjang jarak basis

II.4. Titik Kontrol Tanah

Titik kontrol tanah merupakan suatu titik dipermukaan tanah yang posisinya diketahui dalam suatu sistem koordinat rujukan. Titik kontrol dapat berupa titik kontrol posisi horizontal atau titik kontrol posisi vertikal atau bahkan ganda (Horizontal dan vertikal).

II.4.1. Macam-macam Titik Kontrol Tanah

Titik kontrol tanah sebagai kerangka dasar horizontal nasional berdasarkan ketelitiannya, antara lain :

- Stasiun Tetap GPS, titik ini mempunyai tugas utama untuk menentukan pergeseran kerak bumi dan beroperasi secara kontinyu selama 24 jam untuk memberikan informasi posisi horizontal dan vertikal.
- Titik Kontrol Orde 0 (nol) Nasional, titik kontrol orde nol adalah titik kontrol yang paling teliti dengan ketelitian relatif berkisar antara 0.001 ppm (*part per million*) hingga 0,1 ppm. Jarak antar titik secara umum 100-3000 km.
- Titik Kontrol Orde 1 (satu) Nasional, titik kontrol orde satu adalah perapatan dari titik kontrol orde nol nasional, titik kontrol orde satu memiliki ketelitian relatif berkisar antara 0,1 ppm hingga 2 ppm. Jarak antar titik kontrol orde satu secara umum 50-300 km.

- Titik Kontrol Orde 2 (dua) atau Titik Dasar Teknik Orde 2 (dua), titik kontrol orde dua memiliki interval jarak antar titik sekitar 5-30 km yang di ikatkan secara langsung pada titik kontrol orde nol atau orde satu nasional.
- Titik Kontrol Orde 3 (tiga) atau Titik Dasar Teknik Orde 3 (tiga), titik kontrol orde tiga adalah titik kontrol hasil perapatan dari titik kontrol orde dua. Jaringan kontrol orde tiga memiliki interval jarak antar titik berkisar antara 2-4 km.

II.4.2. Pengikatan Ke Titik Tetap

Dalam suatu daerah survei GPS, jarak basis yang diamai harus terikat secara langsung maupun tidak langsung dengan kerangka yang berorde lebih tinggi yang sudah ada. Hal ini penting untuk menjaga homogenitas dari ketelitian titik-titik kerangka yang bersangkutan terhadap titik-titik yang lain.

Secara umum suatu jaringan titik-titik GPS harus terikat minimal ke satu titik tetap yang diketahui koordinatnya, dimana :

- Titik tersebut memiliki orde ketelitian yang lebih tinggi.
- Titik-titik tetap yang digunakan terdistribusi secara merata meliputi seluruh jaringan.
- Jumlah titik tetap disesuaikan dengan besarnya jaringan, dimana semakin besar jaringan sebaiknya semakin banyak jumlah titik tetapnya.

Jika suatu daerah tidak memiliki titik tetap, maka pembuatan titik tetap baru dapat dilakukan dengan penentuan posisi secara deferensial dalam metode radial atau langsung dengan memanfaatkan stasiun-stasiun tetap yang ada disekitar Indonesia.

II.5. Waktu

Karena lama waktu satu hari adalah 24 jam, dunia dibagi menjadi bagian dengan lebar 15 derajat bujur (360 derajat/24 jam). masing-masing bagian

menggambarkan 1 jam. sebagai contoh, Huntsville Alabama terletak pada 90 derajat bujur barat, oleh karena itu maka waktu setempat ketinggalan 6 jam dari waktu UTC (90/15, mengumpamakan standar waktu 5 jam), maka jika

UT adalah 14:30 UTC, United States Central Standard Time adalah 8:30 AM CTS. UT, Universal Time juga disebut waktu Zulu (Z), sebelumnya disebut Greenwich Mean Time, GMT. hal itu didasarkan pada bayangan matahari, efek pada panjang hari yang disebabkan oleh Orbit lingkaran bumi terhadap matahari. Dalam UT hitungan detik tidak dikoreksi seperti pada sistem UTC Titik acuan UT adalah Greenwich, Inggris.

Coordinated universal time (UTC) adalah waktu standar internasional. dan merupakan istilah yang biasa dikenal sebagai Greenwich Meridian Time (GMT). jam 0 (nol) UTC adalah tengah malam Greenwich Inggris, yang berada pada 0 longitudinal meridian. Universal time berdasarkan 24 jam dalam satuan waktu, oleh karena itu jam 4 PM UTC dinyatakan dengan 16:00 UTC (sixteen hours, zero minutes).UTC, (Coordinated Universal Time), adalah standar waktu ilmiah yang meliputi seluruh dunia. standar waktu dihitung dengan jam atom dengan ketelitian tinggi dan yang sangat stabil. dengan Tingkat ketelitian lebih dari 100 picoseconds per hari. Penambahan Atau Pengurangan lompatan detik, sebagaimana diperlukan, Setiap tahun dilakukan 2 kali penyesuaian (koreksi UTC dengan perputaran bumi yang tidak teratur)

II.6. Pengolahan Data Survey GPS

Pengolahan data survei GPS dimulai dari pengolahan jarak basis per jarak basis, dilanjutkan perataan jaringan untuk mendapatkan koordinat definitif titik, serta transformasi datum dan koordinat.

II.6.1. Pengolahan Jarak basis

Pengolahan Jarak basis pada dasarnya bertujuan untuk menghitung vektor jarak basis (dX , dY , dZ) menggunakan data fase sinyal GPS yang dikumpulkan pada dua titik ujung dari jarak basis yang bersangkutan.

Pada survei GPS pengolahan jarak basis pada umumnya dilakukan secara beranting satu per satu (*single jarak basis*) dari jarak basis ke jarak basis, dimulai dari satu jarak basis yang telah diketahui koordinatnya, sehingga membentuk satu jaringan tertutup. Namun pengolahan jarak basis dapat juga dilakukan secara sesi per sesi pengamatan, dimana satu sesi terdiri dari beberapa jarak basis (*single session, multi jarak basis*).

Proses penentuan jarak basis umumnya dimulai dengan pemerosesan awal seperti pembersihan data dari *outlier* serta sinkronisasi data dari kedua stasiun. Selanjutnya, satu stasiun dijadikan sebagai titik referensi yang koordinatnya sudah diketahui. Koordinat pendekatan dari stasiun yang lain umumnya pertamakali ditentukan dengan data pseudorange secara absolute. Koordinat stasiun tersebut, dengan kata lain komponen jarak basis, selanjutnya diestimasi kembali menggunakan data fase *triple-difference* (TD). Solusi jarak basis pendekatan ini selanjutnya ditentukan secara lebih teliti menggunakan data *double-difference* (DD), pertama dengan ambiguitas dibiarkan sebagai bilangan real dan akhirnya dengan ambiguitas fase bilangan integer.

Untuk mengecek kualitas vektor jarak basis yang diperoleh dari suatu proses pengolahan jarak basis GPS, ada beberapa indikator kualitas yang dapat dipantau, yaitu :

- Nilai standar deviasi dari residual pengamatan
- Nilai-nilai rms (*root mean squares*)
- Nilai factor variasi *a posteriori*
- Hasil dari uji statistic terhadap nilai dan tingkat presisi dari residual maupun vektor jarak basis
- Jumlah data yang ditolak
- Jumlah *cycle slips* yang terjadi selama pengamatan.

Secara umum untuk keperluan survey GPS, seandainya vektor ambiguitas fase dapat ditentukan secara baik dan nilai standar deviasi dari komponen koordinat yang diperoleh berada pada level beberapa cm, maka

dapat dikatakan bahwa pengolahan jarak basis GPS tersebut telah dilaksanakan dengan baik dan umumnya hasilnya dapat diterima.

II.6.2. Perataan Jaringan

Setelah semua jarak basis selesai dihitung, pada tahap selanjutnya jarak basis-jarak basis tersebut digabung untuk proses perataan jaringan untuk mendapatkan harga koordinat final dari titik-titik dalam jaringan.

Ada beberapa metode hitung perataan yang dapat diaplikasikan untuk perataan jaring GPS, dan yang paling umum digunakan dalam hal ini adalah hitung perataan kuadran terkecil (*least squares adjustmeant*). Dalam hal ini dua jenis hitung perataan jaringan digunakan, yaitu hitung perataan jaring bebas (*free network adjusmeant*) dan hitung perataan jaring terikat (*constrained network adjusmeant*).

Pada perataan jaringan bebas, yang dinamakan juga sebagai perataan berkendala minimal, perataannya dilakukan dengan menggunakan satu titik sebagai titik tetap. Perataan jaring bebas ini biasa digunakan untuk mengecek konsistensi dari data-data ukuran jarak basis yang digunakan. Sedangkan pada perataan jaring terikat, perataan jaringan GPS dilakukan dengan mengikutsertakan semua titik tetap yang ada. Perataan jaringan ini dilakukan untuk mendapatkan harga koordinat yang definitif dari titik-titik dalam jaringan.

II.6.3. Transformasi Datum

Prinsip trasforasi datum adalah pengamatan pada titik-titik yang sama (*titik sekutu*) yang memiliki koorinat dalam berbagai datum. Dari koordinat-koordinat ini dapat diketahui hubungan matematis antara datum-datum yang bersangkutan. Hubungan matematis antar datum ini dapat dinyatakan dengan 7 parameter transformasi, yaitu *translasi titik asal* (dx, dy, dz), *rotasi sumbu koordinat* (rx, ry, rz) dan *sekala S*. Selanjutnya

titik-titik yang lain dapat di transformasikan dengan 7 parameter diatas kedalam rumus Bursa Wolf.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{GLOBAL} = \begin{bmatrix} dX \\ dY \\ DZ \end{bmatrix} + S \begin{bmatrix} 1 & rz & -ry \\ -rz & 1 & rx \\ ry & -rx & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{LOKAL}$$

Rumus Bursa Wolf

II.6.4. Transformasi Sistem Koordinat

Dalam penentuan posisi suatu titik dipermukaan bumi, titik nol dari sistem koordinat yang digunakan dapat berlokasi dititik pusat masa bumi (sistem koordianat geosentrik), maupun disalah satu titik dipermukaan bumi (sistem koordinat toposentrik). Sistem koordinat geosentrik banyak digunakan dalam metode-metode penentuan posisi ekstra-terestris yang menggunakan satelit dan benda-benda langit lainnya. Sistem koordinat toposentrik banyak digunakan dalam metode-metode penentuan posisi terestris. Dilihat dari orientasi sumbunya, aa sistem koordinat yang sumbu-sumbunya ikut berotasi dengan bumi (terikat bumi) dan ada yang tidak (terikat langit). Sistem koordinat yang terikat bumi umumnya digunakan untuk menyatakan posisi titik-titik yang berada di bumi, dan sistem yang terikat langit umumnya digunakan untuk menyatakan posisi titik dan objek di angkasa, seperti satelit dan benda-benda langit. Dilihat dari besaran koordinat yang digunakan, posisi suatu titik dalam sistem koordinat ada yang dinyatakan dengan besaran-besaran jarak seperti sistem koordinat kartesian, dan ada yang dengan besaran-besaran sudut dan jarak seperti sistem koordinat geodetik.

Pada penentuan posisi dengan GPS, posisi titik dipermukaan bumi diberikan dalam koordinat kartesian 3D (x,y,z) dalam sistem koordinat WGS 84 (*World Geodetic System 1984*), yang merupakan suatu realisasi dari sistem CTS (*Convensional teristrial System*). Koordinat kartesian

(X,Y,Z) tersebut selanjutnya dapat di transformasikan menjadi koordinat geodetik (φ,λ,h) seandainya diperlukan.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Persiapan Penelitian

III.1.1. Metode Penelitian

Metode penelitian terdiri dari perencanaan, pengumpulan data, pengolahan *jarak basis* pengamatan dan perataan jaringan.

1. Perencanaan

Perencanaan desain jaringan pengamatan dan penghitungan koordinat titik-titik rencana yang berlokasi di Cibinong Jawa barat (BAKO), Singapura (NTUS) dan Coco (Keeling) Island, Australia Barat (COCO).

- Rencana jaringan pengamatan dibuat pada peta lokasi stasiun pengamatan tetap.
- Koordinat titik-titik rencana didapat dengan cara membaca koordinat geografis yang didapat dari website *International GPS service for Geodynamics* (IGS).

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil (download) data di situs IGS. pada tanggal 21 Mei 2005 dan waktu pengamatan antara jam 00.00 sampai 23.59 sehingga nantinya data dapat dilakukan pengolahan jarak basis. Ada pun data yang diperoleh dari situs *IGS* antara lain :

1. Stie Identification of the GNSS Monument

Stie Name	: BAKOSURTANAL
Four Character ID	: BAKO
Monument Inscription	: Concreat Pilar, 50 cm above ground level
IERS DOMES Number	: 23101M002
CDP Number	: A4

Monument Discription	: Pilar
Height of Monument	: 0.50
Monument Fondation	: CONCRETE BLOCK
Fondation Depth	: 1.50
Marker Description	: BRASS Tablet
Date Installed	: 1981-06-12T00:00Z
Geologic Charactristic	: Alluvial
Bedrock Type	: SEDIMENTARY
Bedrock Condition	: (Fresh/Jointed/Weathered)
Fracture Spacing	: (1-10cm/10-50cm/50-200cm/over 200cm)
Fault Zones Nearby	: NO
Distance/activity	: Multiple lines
Additional Information	: Permanent tripot (stainless-steel)

STIE LOCATION INFORMATION

City or Town	: Cibinong
State or Province	: West Java
Country	: Indonesia
Tectonic Plate	: Eurasian
Approximate Position (ITRF)	
X coordinate (m)	: -1836969.054
Y coordinate (m)	: 6065617.126
Z coordinate (m)	: -716257.839
Latitude (S is +)	: 6 29 24.000
Longitude (E is +)	: 106 51 00.000
Elevation (m, ellips)	: 158.18
Additional Information	: +138.4550 m (above mean sea level) Sunda
	: Block of Eurasian Plate
	: Reference frame used is (ITRF2000)
	: Coordinate system used is WGS 84

2. Stie Identification of the GNSS Monument

Stie Name	:NANYANGTECHNOLOGICAL UNIVERSITY
Four Character ID	: NTUS
Monument Inscription	: NTUS-01
IERS DOMES Number	: 22601M001
CDP Number	: not assigned
Monument Discription	: (Pilar/Brass Plate/Steel Mast/etc)

Height of Monument : (m)
 Monument Fondation : (Steel Rods, Concrete Block, Roof, etc)
 Fondation Depth : (m)
 Marker Description : (Chiselled cross/Divot/Brass Nail/etc)
 Date Installed : 1997-06-26T03:00Z
 Geologic Characteristic:(Bedrock/Clay/Conglomerate/Gravel/Sand/etc)
 Bedrock Type : (Igneous/Metamorphic/Sedimentary)
 Bedrock Condition : (Fresh/Jointed/Weathered)
 Fracture Spacing : (1-10cm/10-50cm/50-200cm/over 200cm)
 Fault Zones Nearby : (yes/No/Name of Zone)
 Distance/activity : Multiple lines
 Additional Information : Multiple lines

STIE LOCATION INFORMATION

City or Town : Singapore
 State or Province : -
 Country : Republic of Singapore
 Tectonic Plate : -
 Approximate Position (ITRF)
 X coordinate (m) : -1508022
 Y coordinate (m) : 6195580
 Z coordinate (m) : 148800
 Latitude (S is +) : 01 20 44.088
 Longitude (E is +) : 103 40 47.64
 Elevation (m, ellips) : 79.0
 Additional Information : Multiple lines

3. Stie Identification of the GNSS Monument

Stie Name : COCOS
 Four Character ID : COCO
 Monument Inscription : National Geodetic Fiducial Network
 IERS DOMES Number : 50127M001
 CDP Number : not available
 Monument Discription : Pilar
 Height of Monument : 0.5 m
 Monument Fondation : Concrete Block
 Fondation Depth : (m)
 Marker Description : (Chiselled Cross/Divot/Brass Nail/etc)
 Date Installed : 1992-07-30

Geologic Characteristic	: Sand
Bedrock Type	: (Igneous/Metamorphic/Sedimentary)
Bedrock Condition	: (Fresh/Jointed/Weathered)
Fracture Spacing	: (1-10cm/10-50cm/50-200cm/over 200cm)
Fault Zones Nearby	: (Yes/No/Name of Zone)
Distance/activity	: Multiple lines
Additional Information	: -

STIE LOCATION INFORMATION

City or Town	: Cocos (Keeling) Island
State or Province	: Western Australia
Country	: Australia
Tectonic Plate	: Australian
Approximate Position (ITRF)	
X coordinate (m)	: -741949.8528
Y coordinate (m)	: 6190961.6634
Z coordinate (m)	: -1337768.7328
Latitude (S is +)	: 12 11 17.88
Longitude (E is +)	: 96 50 02.04
Elevation (m, ellips)	: -35.2212
Additional Information	: This is small island territory of Australia : situated in the Indian

3. Pengolahan Jarak basis

Pengolahan *jarak basis* berupa tahapan *pra processing* dan proses reduksi *jarak basis*. Dilaksanakan menggunakan perangkat lunak SKI 2.3. Dalam *pra processing* waktu pengamatan yang panjangnya 24 jam, di potong menjadi enam bagian yaitu:

- Empat jam pengamatan
- Enam jam pengamatan
- Delapan jam pengamatan
- Sepuluh jam pengamatan
- Dua belas jam pengamatan
- Empat belas jam pengamatan
- Enam belas jam pengamatan

- Delapan belas jam pengamatan
- Duapuluh jam pengamatan
- Dua puluh dua jam pengamatan
- Dua puluh empat jam pengamatan

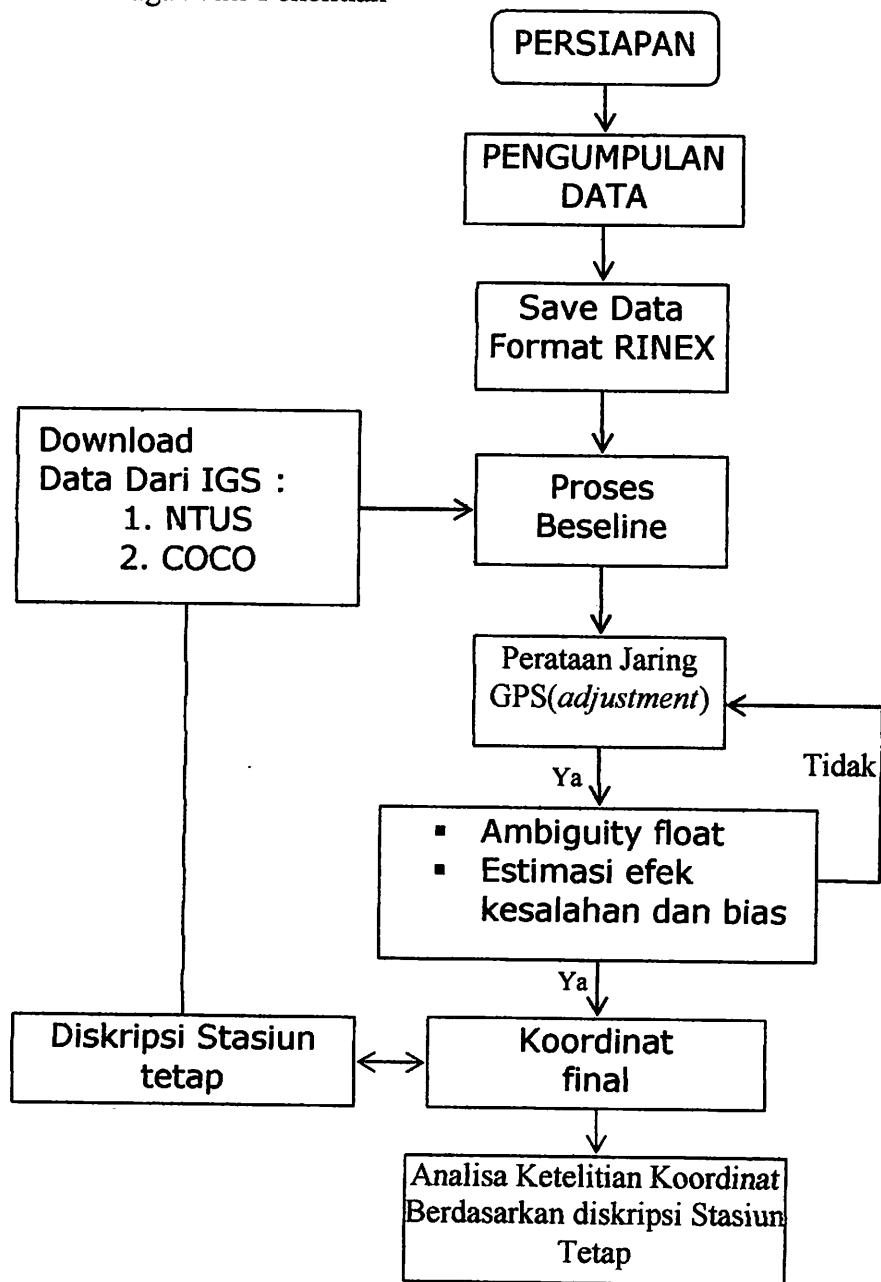
4. *Perataan Jaringan*

Proses perataan jaringan dilaksanakan dengan menggunakan modul *adjustment* pada perangkat lunak SKI 2.3. Setelah seluruh *jarak basis* selesai dihitung, *jarak basis-jarak basis* tersebut digabungkan dalam satu *project* dan dilakukan proses perataan jaringan. Perataan jaringan dilakukan untuk setiap durasi waktu untuk mengetahui selisih koordinat hasil perataan dengan koordinat setasiun BAKO yang sudah diketahui koordinatnya.

III.1.2. Peralatan Penelitian

- Perangkat Lunak :
 - SKI 2.3
 - Internet Explorer
 - Microsoft Excel XP
- Perangkat Keras :
 - Processor Intel Pentium IV 3,2 Gb
 - Hard Disk 80 Gb
 - SDRAM 512 Mb
 - Monitor SVGA
 - Key Log/Dongle

III.1.3. Bagan Alir Penelitian



Penjelasan Diagram Alir:

- **Persiapan**

Mempersiapkan data pengamatan dan perlengkapan yang diperlukan dalam penelitian ini. Sehingga bisa di dapat hasil yang baik.

- **Pengumpulan Data**

Pengumpulan data meliputi pekerjaan pengambilan data yaitu download data stasiun tetap NTUS dan COCO

- **Save Data format RINEX**

Menyamakan format data dalam bentuk RINEX agar dapat diproses untuk mendapatkan hasil yang di inginkan.

- **Proses Jarak basis**

Pengolahan jarak basis pada dasarnya bertujuan menghitung vektor jarak basis (dx , dy , dz) menggunakan data fase sinyal GPS yang dikumpulkan pada dua titik yang ujung dari jarak basis yang bersangkutan. Karena pengamatan lebih dari 8 jam maka nilai ambiguity dibiarkan mengambang (*float*).

- **Perataan Jaring**

Setelah semua jarak basis selesai dihitung, pada tahap selanjutnya jarak basis-jarak basis tersebut digabungkan untuk dilakukan proses perataan jaringan untuk mendapatkan harga koordinat final. Pada perataan jaringan GPS ini menggunakan metode hitung perataan kuadrat terkecil.

- **Estimasi Efek Kesalahan dan Bias**

Menggunakan solusi kombinasi linier bebas ionosfir untuk mereduksi kesalahan akibat bias ionosfer, sedangkan untuk mengestimasi bias trofosfer digunakan pemodelan Hopfield yang ada pada software SKI 2.3

- **Analisa Hasil**

Setelah mendapatkan koordinat hasil perataan, kemudian dilakukan analisa ketelitian posisi horizontal dengan menjadikan diskripsi stasiun tetap sebagai acuan untuk mengetahui ketelitian hasil perataan.

III.2. Pemerosesan Data

Tahap pemerosesan dimulai dari pengambilan data, pemerosesan jarak basis dan perataan jaringan.

III.2.1. Pengambilan Data dari Situs IGS

Tahap pemerosesan dimulai dari mengambil data dengan format RINEX dari situs IGS.

III.2.2. Transfer Data

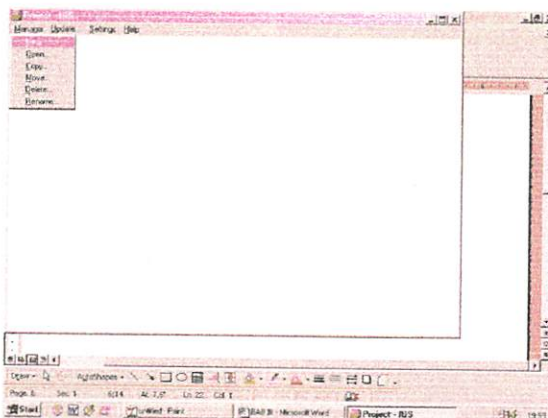
Proses ini adalah proses memasukkan data hasil *download* ke Komputer. Tahap transfer data adalah sebagai berikut:

1. Membuat path/folder di computer sebagai tempat untuk menampung data pengamatan.
2. Membuat project baru pada SKI



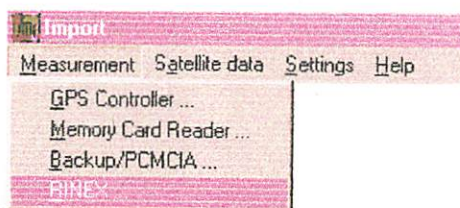
Gambar III.1 Menu Utama

3. Membuka project tersebut.



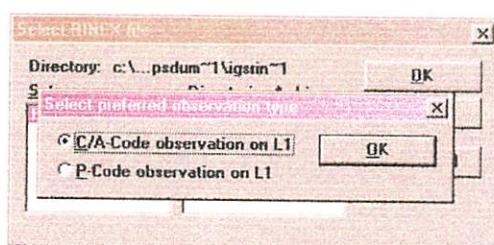
Gambar III.2 Membuat Project

4. Import data menggunakan fasilitas import ~ Measurement ~ RINEX



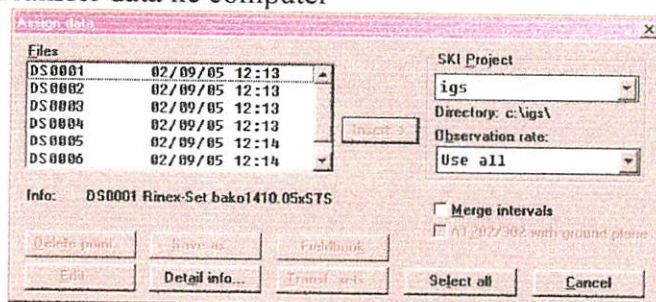
Gambar III.3. Proses Import data RINEX

5. Memilih tipe pengamatan, dalam penelitian ini penulis menggunakan data C/A observation.



Gambar III.4. Proses pemilihan jenis data

6. Transfer data ke computer



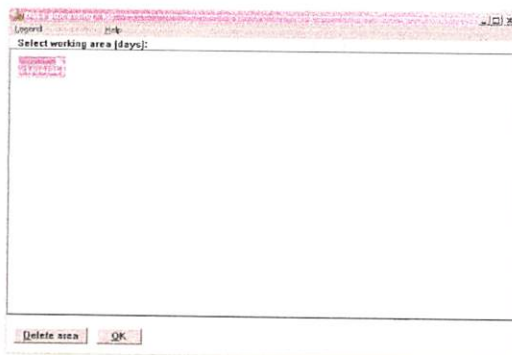
Gambar III.5. Proses memasukkan data pada Project

III.2.3. Pemerosesan Jarak Basis

Proses pengolahan baseline dilaksanakan secara sistematis dan berantai dari satu titik tetap menuju titik tetap yang lain, disesuaikan dengan rencana pengamatan yang telah dibuat. Hal yang harus diperhatikan pada pengolahan baseline adalah hanya baseline non-trivial saja yang boleh diproses, sesuai dengan yang telah direncanakan pada rencana pengamatan, yaitu data yang panjangnya 24 jam di bagi menjadi pengamatan 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, dan 24 jam. Masing-masing data diproses sendiri untuk mengetahui kualitas masing-masing waktu pengamatan.

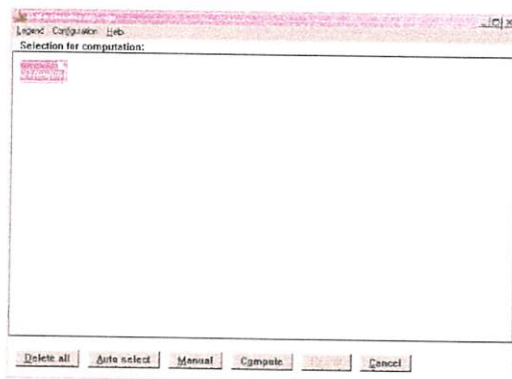
Tahap pengolahan setelah dilakukan proses transfer data dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Membuka mode data prosesing



Gambar III.6. Data prosesing

2. Memilih *working area*, data pengamatan lapangan yang dijadikan satu folder sesuai dengan tanggal pengamatan.



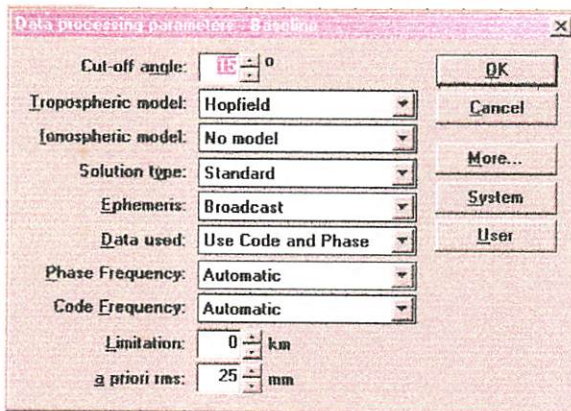
Gambar III.7. pemilihan *working area*

3. memilih mode *Manual Selection*, dengan cara klik tombol manual. Pada mode ini ditampilkan data pengamatan sesuai dengan jam pengamatan. Proses ini dilakukan berulang ulang sesuai dengan rencana pengolahan jarak basis.



Gambar III.8 Data hasil pengamatan

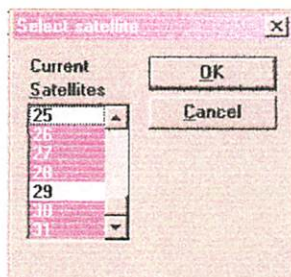
4. Pemilihan mode *Proses Baseline* dan parameter jarak basis pada *configuration ~ procecing mode ~ baseline* dan klik *Configuration ~ parameter ~ pilih parameter sesuai kebutuhan*.



Gambar III.9 parameter pemerosesaan jarak basis

5. Pemilihan titik sebagai *reference* dan *rover*, dengan cara klik *reference* pilih titik yang digunakan sebagai reference. Hal yang sama dilakukan untuk rover.
6. Proses perhitungan jarak basis, dilakukan dengan klik tombol *ok ~ compute*.
7. Menyimpan data hasil perhitungan jarak basis pada *Project* dengan cara klik tombol *store*.
8. Menampilkan data log pengamatan, klik tombol *log ~ file ~ save to file*, atau *log ~ print*. Menampilkan residual perhitungan jarak basis, klik tombol *residual* pilih jarak basis yang akan ditampilkan residualnya *compute ~ show ~ print* atau *file ~ save to file*.

9. Dengan melihat residual perhitungan jarak basis, dapat diketahui residual setiap satelit, sehingga dapat ditentukan satelit yang mempunyai data yang baik dan satelit dengan data yang buruk.



Gambar III.10. Pemilihan satelit

10. Untuk hasil (log file) dari pemerosesan jarak basis dapat dilihat pada Lampiran 1.1

III.2.4. Hitung Perataan Jaring

Setelah semua jarak basis selesai di hitung pada tahap berikutnya jarak basis tersebut digabungkan untuk proses pada satu perataan jaringan untuk mendapatkan nilai koordinat dari titik-titik dalam jaringan. Proses perataan jaringan dilaksanakan dalam dua proses yaitu proses perataan jaring bebas (*free network adjustment*) dan perataan jaring terikat (*constrained network adjustment*).

Perataan jaringan bebas digunakan untuk memeriksa kualitas dan konsistensi dari jarak basis-jarak basis yang digunakan, mendeteksi outlier dan mencari nilai residual terbesar dari masing-masing komponen jarak basis. Jarak basis yang didapat sebagai outlier diproses ulang hingga nilai residualnya kecil, apabila nilai residualnya tetap besar, maka dilakukan pengukuran ulang untuk jarak basis bersangkutan.

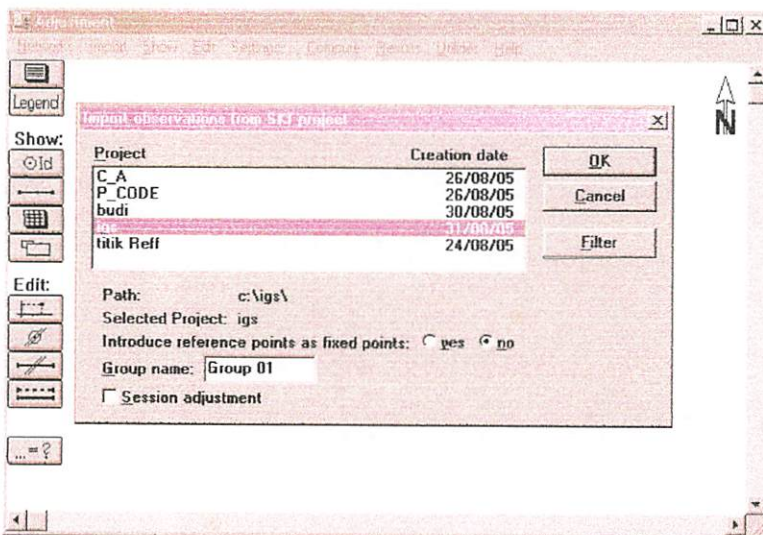
Setelah perataan jaringan bebas selesai, dilakukan proses perataan jaringan terikat dengan menggunakan semua titik kontrol yang ada sebagai titik tetap. Secara umum tahap proses perataan jaringan pada software SKI 2.3 antara lain;

1. SKI main selection ~ *adjustment*



Gambar III.11. Main menu adjustment

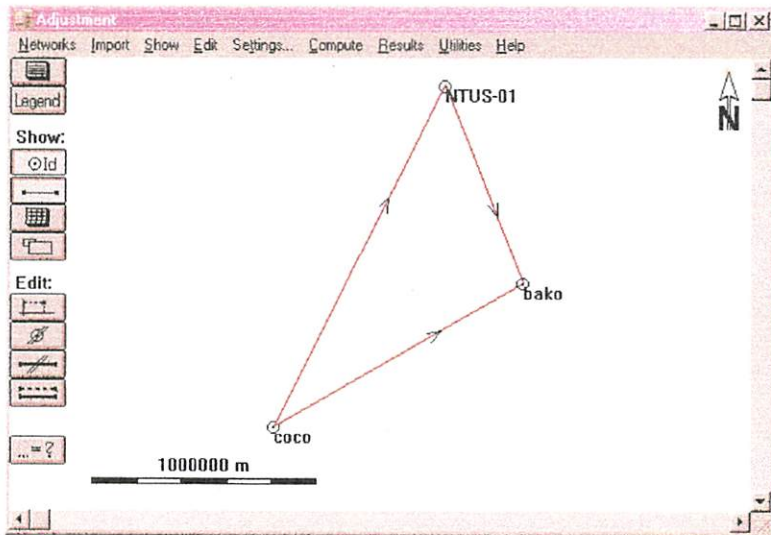
2. Import ~ SKI project ~ project yang akan diratakan ~ ok



Gambar III.12. Import observation from SKI project

3. Menampilkan jarak basis dan point id;

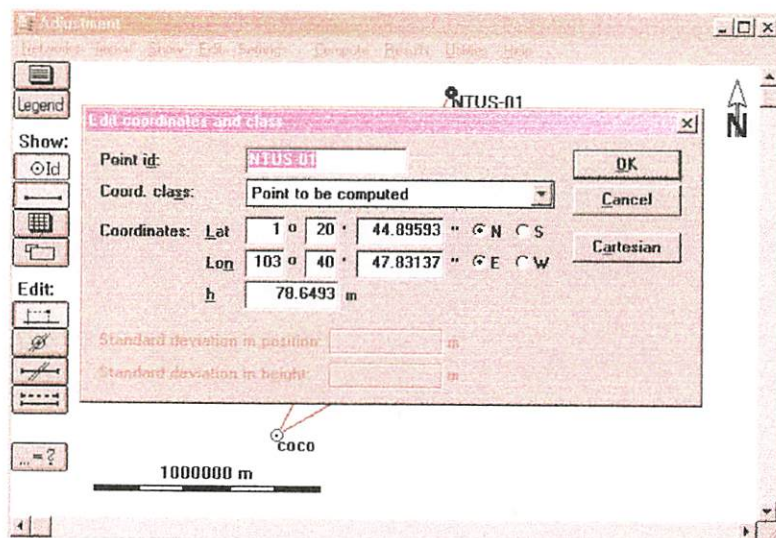
Show ~ Baseline, show ~ point id



Gambar III.13. Tampilan jarak basis dan point id

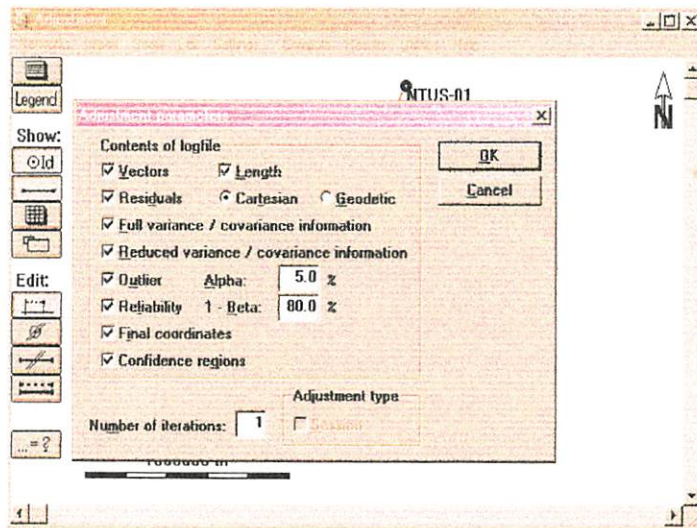
4. Memasukkan nilai koordinat titik tetap (titik yang dijadikan acuan).

Edit ~ coordinates and class ~ fixed position and height ~ masukkan nilai koordinatnya



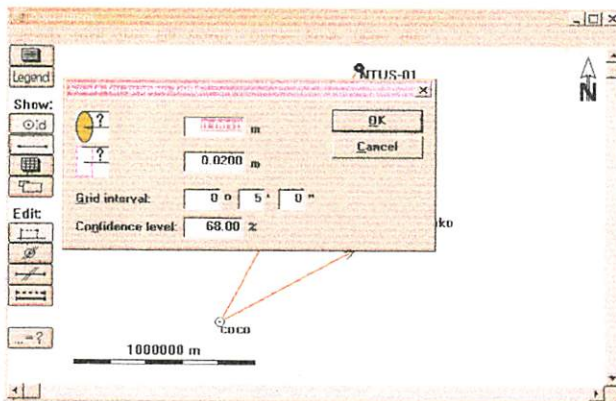
Gambar III.14. Edit coordinates and class

5. Memasukkan nilai alfa (α) 5.0% dan 1-beta (β) 80.0%. *Setting ~ masukkan nilai alfa ~ masukkan nilai beta*



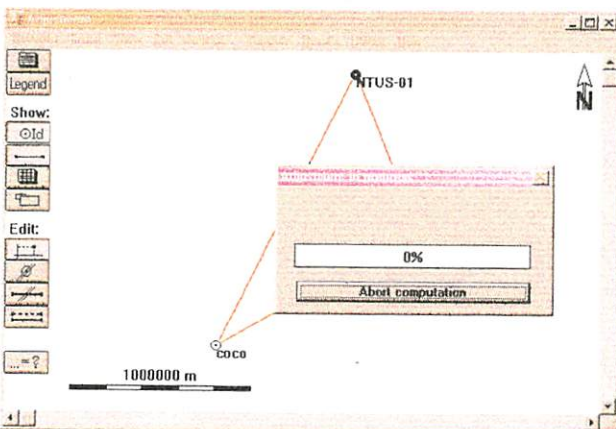
Gambar III.15. Seting nilai alfa dan beta untuk perataan

6. Memasukkan nilai confidence level untuk perataan, 95 % atau 68%.
Studi ini menggunakan nilai 68 % sebagai nilai confidence level.
Utilities ~ set scale ~ masukkan nilai confidence level

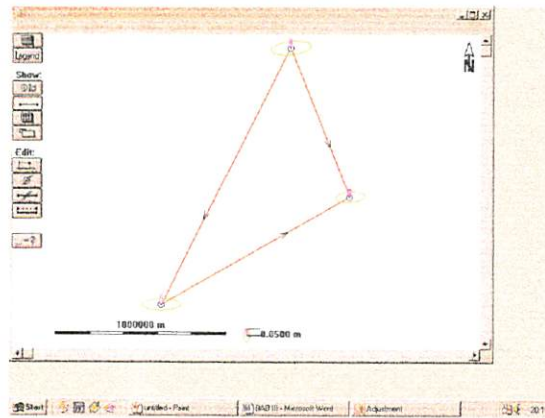


Gambar III.16. Seting nilai confidence level untuk

7. perhitungan perataan. Klik tombol *compute*



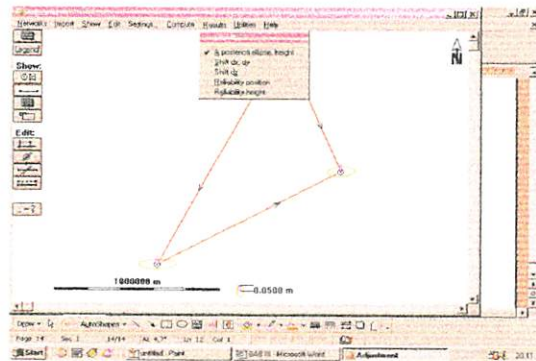
8. *Gambar III.17. proses perhitungan perataan*



Gambar III.18. Tampilan Ellips Kesalahan

9. Menampilkan hasil lengkap statistik perataan dengan cara.

Result ~ log file ~ save to file



Gambar III.19 Menampilkan hasil Statistik perataan

10. Koordinat hasil perataan

NTUS-01 $X: -1508023.3555 \pm 0.08485 [m]$

$Y: 6195579.6555 \pm 0.05880 [m]$

$Z: 148799.8818 \pm 0.02276 [m]$

bako $X: -1836969.4706 \pm 0.06830 [m]$

$Y: 6065619.7143 \pm 0.04866 [m]$

$Z: -716257.3875 \pm 0.01892 [m]$

coco $X: -741950.6998 \pm 0.08642 [m]$

$Y: 6190964.3346 \pm 0.05640 [m]$

$Z: -1337767.7519 \pm 0.02322 [m]$

Untuk Hasil lengkap dapat dilihat pada lampiran Perataan 1.2

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang hasil dan analisa dari pelaksanaan penelitian.

IV.1. Rencana Pengamatan.

Pengamatan direncanakan dengan mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pemakaian reciver GPS

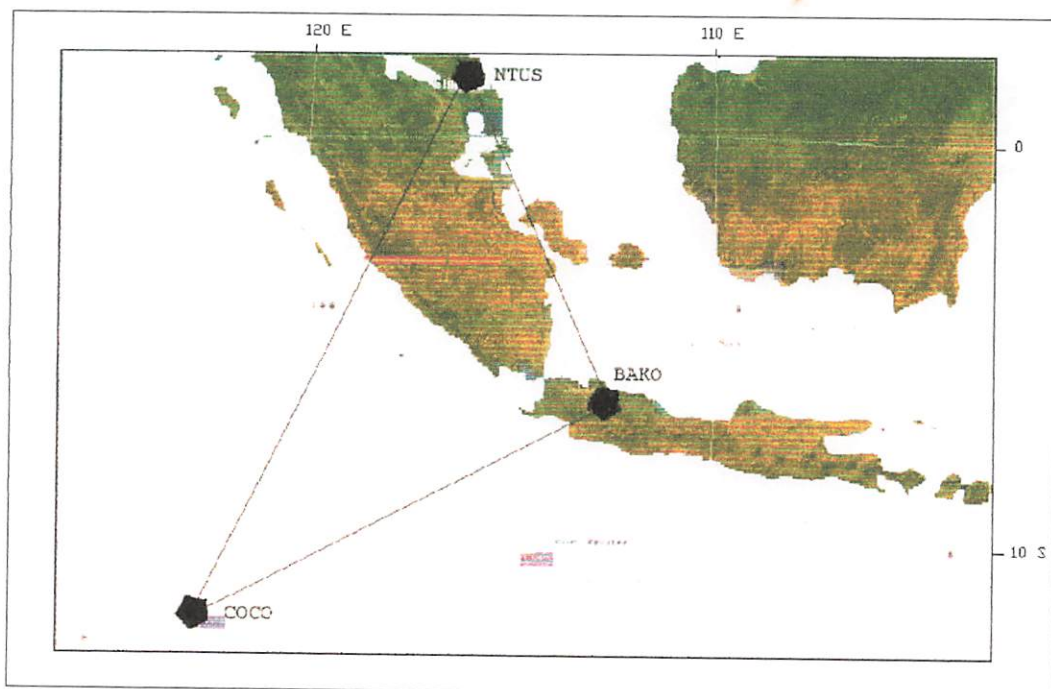
Dalam penelitian ini digunakan tiga jenis receiver GPS yang tersebar di stasiun-stasiun pengamatan, antara lain;

- Stasiun GPS Bako menggunakan antena tipe : TRM14532.00
- Stasiun GPS Ntus-01 menggunakan antena tipe : AOA SNR-12 ACT
- Stasiun GPS Coco menggunakan antena tipe : ASHTECH UZ-12

2. Panjang Jarak Garis basis

<i>Stasiun GPS</i>	<i>Stasiun GPS</i>	<i>Jarak (km)</i>
NTUS_1	BAKO	934,568
COCO	BAKO	1265,326
NTUS_1	COCO	1672,355

3. Konfigurasi jaringan pada pengamatan ;



Gb 4.1. Jaringan GPS

IV.2. Analisa Proses Pengolahan Garis basis

Ketelitian suatu garis basis tergantung pada beberapa faktor, yaitu; Kualitas data fase yang digunakan, Geometri pengamatan, Strategi pengamatan dan Strategi pengolahan data yang digunakan.

Adapun parameter proses garis basis yang digunakan adalah :

Garis basis	Parameter pemerosesan garis basis							
	Cut off Angle	Tropospheric Model	ionospheric Model	Solusi Garis basis	Ephemeris	A priori RMS	Sampling Rate	Phase Measurement RMS
Ntus01-Bako	15°	Hopfield	No Model	iono free Fixed	Broadcast	10	Use all	10
Ntus01-COCO	15°	Hopfield	No Model	iono free Fixed	Broadcast	10	Use all	10
COCO-Bako	15°	Hopfield	No Model	iono free Fixed	Broadcast	10	Use all	10

Tabel IV.1 Parameter pemerosesan garis basis

Keterangan table IV.1 :

- Pilihan model trofosfer memiliki pengaruh yang kecil pada ketelitian garis basis, dibawah 2 mm
- Model ionosfer 'no model' merefleksikan tingkat aktifitas ionosfer yang rendah.
- Solusi garis basis 'Iono Free Fixed' digunakan karena jara garis basis yang panjang dan waktu pengamatan yang mencapai 24 jam, maka nilai ambiguity dibiarkan mengambang.
- Pilihan Ephemeris 'broadcast' karena tidak semua data dari precise ephemeris dapat di ambil (*download*).
- A Priori RMS menunjukkan nilai ambang batas noise, standar SKI adalah 10 mm. Nilai ini dapat ditingkatkan untuk memecahkan nilai ambiguity, akan tetapi tidak disarankan untuk garis basis dengan jarak pendek atau pengamatan dibawah 15 menit.
- Phase Measurement rms digunakan untuk mengecek adanya *cycle slip*, nilai standar SKI adalah 10. Nilai ini dapat ditingkatkan untuk mendapatkan nilai ambiguity.

Dengan pilihan parameter proses garis basis tersebut diatas, didapatkan hasil proses garis basis dengan kualitas sebagai berikut ;

Garis basis	Jarak (m)	Lama pengamatan (jam)	RMS A Posteriori (m)	Keterangan
Coco-Bako	1265326,92	4	0,0163	Garis basis Ntus_01-COCO tidak memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,849		0,0075	
Ntus-01-Coco	1672354,73		0,0269	
Coco-Bako	1265327,046	6	0,009	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,9802		0,0041	
Ntus-01-Coco	1672354,885		0,0113	
Coco-Bako	1265327,12	8	0,0063	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,989		0,003	
Ntus-01-Coco	1672355,02		0,0083	
Coco-Bako	1265327,11	10	0,0053	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,989		0,003	
Ntus-01-Coco	1672355		0,0063	
Coco-Bako	1265327,1	12	0,0052	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,978		0,0025	
Ntus-01-Coco	1672355		0,0056	
Coco-Bako	1265327,12	14	0,0048	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,972		0,0023	
Ntus-01-Coco	1672355,02		0,0053	
Coco-Bako	1265327,15	16	0,0047	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,967		0,0023	
Ntus-01-Coco	1672355,05		0,0052	
Coco-Bako	1265327,14	18	0,0041	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,974		0,0022	
Ntus-01-Coco	1672355,07		0,0049	
Coco-Bako	1265327,13	20	0,0039	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,976		0,002	
Ntus-01-Coco	1672355,1		0,0045	
Coco-Bako	1265327,11	22	0,0038	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,973		0,0019	
Ntus-01-Coco	1672355,1		0,0039	
Coco-Bako	1265327,11	24	0,0038	semua garis basis memenuhi toleransi
Ntus_01-Bako	934568,973		0,0019	
Ntus-01-Coco	1672355,09		0,0037	

Tabel IV.2. Indikator kualitas garis basis

Keterangan tabel IV.2:

- Data yang baik harus memenuhi kriteria sebagai berikut;
 - Nilai RMS (*Root Mean Squares*) lebih kecil dari sepersepuluh panjang gelombang pembawa ($<1.0L$), dimana panjang gelombang $L_1=19\text{cm}$ dan $L_2=24\text{cm}$.

- Nilai RMS kecil menunjukkan data yang ditolak kecil, hal ini menunjukkan bahwa kualitas data adalah baik.
- Nilai RMS besar menunjukkan bahwa sisa kesalahan sisematik dan efek bias atau multipath yang terkandung pada data masih cukup besar pengaruhnya.
- Nilai RMS bertambah besar sesuai dengan bertambahnya panjang garis basis.
- Semakin kecil nilai standar deviasi, menunjukkan bahwa kualitas garis basis semakin bagus.

Dari data table IV.2 kualitas garis basis didapat;

1. Berdasarkan nilai rms yang lebih kecil dari sepersepuluh nilai gelombang pembawa maka hasil pengukuran diatas pengamatan 6 jam telah memenuhi kriteria ini.
2. Semua data dapat di ikutkan dalam perataan jaringan, karena tidak terdapat *outlier* pada data pengamatan GPS.
3. Garis basis dengan kualitas kurang baik adalah garis basis pada pengamatan 4 jam.

IV.3. Analisa Perataan Jaringan pada pengamatan

Hasil dari proses hitung perataan yang dapat digunakan sebagai indikator kualitas penelitian ini, antara lain;

1. Sigma A Priori

Adalah nilai pengganti untuk mendapatkan kepastian hasil dari peroses perataan GPS untuk mendapatkan informasi posisi yang akurat.

2. Sigma A Posteriori

Hal ini akan mempengaruhi perkiraan ketelitian perataan koordinat. Sigma a posteriori hanya digunakan atau diperlukan jika perataan koordinat gagal. Jika perbedaan statistik yang mengindikasikan nilai sthochastic yang diberikan pada pengamatan adalah salah, dengan asumsi outliers sudah diabaikan. Penggunaan sigma posteriori akan mengkompensasi masalah ini.

3. Tingkat kepercayaan (*Confidence Level*)

Tingkat kepercayaan relatif antara stasiun yang dievaluasi menurut standar ketelitian geometri, harus lebih kecil dari nilai maksimum yang telah ditentukan.

4. Nilai residual perataan

Nilai residual perataan digunakan untuk mengoreksi *residual* dengan meminimalkan jumlah perataan kuadrat terkecil.

5. Ellips kesalahan absolute

Kesalahan ellips pada setiap titik pengamatan.

6. Nilai residual standar terhadap nilai kritikal Tau

Adalah nilai yang digunakan untuk mencari hubungan dan hipotesis antara dua variable atau lebih. Nilai residual standar harus lebih kecil dari nilai critical tau yang mengidentifikasikan bahwa pada data tersebut tidak terdapat *outliers*, dan bisa diikutkan dalam proses perataan.

IV.3.1. *Analisa indikator kualitas kontrol pada hitung perataan jaringan pada pengamatan*

Pada proses perataan jaringan pada pengamatan, 'setting' parameter pada perangkat lunak SKI 2.3 yang digunakan, antara lain;

1. Nilai Alpha (α) = 5%

Level of significance, nilai alpha dibawah 5% yang dapat menyebabkan data pengamatan kurang baik dapat ikut dalam proses perataan.

2. Nilai (1-Beta) = 80%

Nilai 1-Beta yang lebih besar dari 80% dapat memperbolehkan data pengamatan yang baik ditolak.

3. Nilai confidence level = 68%

Nilai maksimum yang digunakan untuk menguji tingkat kepercayaan relative standar ketelitian geometri setiap stasiun pengamatan pada proses perataan jaringan.

Dengan parameter tersebut diatas didapat hasil perataan jaringan pada pengamatan sebagai berikut;

REFERENCE	ROVER	SIGMA A PRIORI (m)	SIGMA A POSTERIORI (m)	Lama pengamatan (jam)	RESIDUAL		
					DX	DY	DZ
BAKO	BAKO	0.0292	0.0292	4	-0.0803	-0.1277	0.0339
BAKO	BAKO	0.0292	0.0292		0.0471	0.0495	-0.0055
COCO	COCO	0.0292	0.0292		0.5469	0.4342	-0.0977
BAKO	BAKO	0.0147	0.0147	6	-0.0521	-0.0976	0.0320
BAKO	BAKO	0.0147	0.0147		0.0499	0.0736	-0.0208
COCO	COCO	0.0147	0.0147		0.2806	0.3802	-0.1097
BAKO	BAKO	0.0116	0.0116	8	-0.0594	-0.0889	0.0313
BAKO	BAKO	0.0116	0.0116		0.0321	0.0685	-0.0241
COCO	COCO	0.0116	0.0116		0.2392	0.3161	-0.0891
BAKO	BAKO	0.0344	0.0344	10	-0.0802	-0.1086	0.0279
BAKO	BAKO	0.0344	0.0344		0.0498	0.0744	-0.0151
COCO	COCO	0.0344	0.0344		0.2357	0.2790	-0.0736
BAKO	BAKO	0.0301	0.0301	12	-0.0718	-0.0778	0.0210
BAKO	BAKO	0.0301	0.0301		0.0623	-0.0778	-0.0129
COCO	COCO	0.0301	0.0301		0.2220	0.2129	-0.0709
BAKO	BAKO	0.0125	0.0125	14	-0.0741	-0.0790	0.0213
BAKO	BAKO	0.0125	0.0125		0.0567	0.0597	-0.0138
COCO	COCO	0.0125	0.0125		0.2192	0.2110	-0.0713
BAKO	BAKO	0.0119	0.0119	16	-0.0721	-0.0781	0.0188
BAKO	BAKO	0.0119	0.0119		0.0574	0.0562	-0.0125
COCO	COCO	0.0119	0.0119		0.2240	0.1974	-0.0645
BAKO	BAKO	0.0114	0.0114	18	-0.0733	-0.0745	0.0155
BAKO	BAKO	0.0114	0.0114		0.0508	0.0527	-0.0112
COCO	COCO	0.0114	0.0114		0.2123	0.2139	-0.0726
BAKO	BAKO	0.0103	0.0103	20	-0.0677	-0.0698	0.0131
BAKO	BAKO	0.0103	0.0103		0.0473	0.0552	-0.0097
COCO	COCO	0.0103	0.0103		0.1969	0.1781	-0.0550
BAKO	BAKO	0.0231	0.0231	22	-0.0860	-0.0830	0.0147
BAKO	BAKO	0.0231	0.0231		0.0646	0.0652	-0.0108
COCO	COCO	0.0231	0.0231		0.1687	0.1571	-0.0506
BAKO	BAKO	0.0095	0.0095	24	-0.0828	-0.0821	0.0169
BAKO	BAKO	0.0095	0.0095		0.0638	0.0632	-0.0130
COCO	COCO	0.0095	0.0095		0.1572	0.1594	-0.0514

Tabel IV.3. Nilai residual hasil perataan jaringan

Keterangan table IV.3 :

- Nilai residual dianggap baik jika lebih kecil dari 1cm, untuk pengamatan diatas 90 menit dengan jarak kurang dari 30km, nilai residual lebih dari 1 centimeter menunjukkan bahwa pada garis basis tersebut masih terdapat kesalahan,antara lain;Kesalahan sistematik, Efek kesalahan dan bias.

.Dari *table IV.3* dapat dibahas sebagai berikut;

1. Nilai residual untuk masing-masing jaringan pada pengamatan garis basis Ntus-Coco adalah kurang baik.
2. Garis basis dengan data kurang baik adalah Ntus-Coco pada lama waktu pengamatan 4jam.

IV.3.2. Analisa ketelitian titik dalam jaringan pada pengamatan berdasarkan ellips kesalahan absolute

Garis basis	Lama pengamatan (jam)	Sumbu Semi Mayor (m)	Sumbu Semi Minor (m)	Tinggi (m)
Coco-Bako	4	0,1922	0,0461	0,0763
Ntus_01-Bako		0,1361	0,0292	0,0507
Ntus-01-Coco		0,1856	0,0344	0,0672
Coco-Bako	6	0,1555	0,0511	0,0766
Ntus_01-Bako		0,1195	0,0357	0,0567
Ntus-01-Coco		0,1567	0,043	0,0776
Coco-Bako	8	0,1474	0,0485	0,0743
Ntus_01-Bako		0,1073	0,0375	0,0577
Ntus-01-Coco		0,145	0,0451	0,076
Coco-Bako	10	0,1589	0,0509	0,0824
Ntus_01-Bako		0,1194	0,0362	0,064
Ntus-01-Coco		0,1608	0,0446	0,0808
Coco-Bako	12	0,143	0,0441	0,0651
Ntus_01-Bako		0,1115	0,0307	0,0525
Ntus-01-Coco		0,1521	0,038	0,0663
Coco-Bako	14	0,1412	0,041	0,0625
Ntus_01-Bako		0,1083	0,0281	0,0501
Ntus-01-Coco		0,145	0,0345	0,0631
Coco-Bako	16	0,1354	0,0381	0,0585
Ntus_01-Bako		0,1041	0,026	0,0466
Ntus-01-Coco		0,1377	0,0327	0,0584
Coco-Bako	18	0,1398	0,0373	0,059
Ntus_01-Bako		0,1051	0,0258	0,0455
Ntus-01-Coco		0,1359	0,0336	0,058
Coco-Bako	20	0,1229	0,033	0,0518
Ntus_01-Bako		0,0936	0,0236	0,042
Ntus-01-Coco		0,1213	0,0303	0,053
Coco-Bako	22	0,1284	0,0349	0,0561
Ntus_01-Bako		0,1036	0,0264	0,0463
Ntus-01-Coco		0,128	0,0325	0,0568
Coco-Bako	24	0,13	0,035	0,0565
Ntus_01-Bako		0,1056	0,0276	0,0463
Ntus-01-Coco		0,1308	0,0329	0,0564

Tabel IV.4. ellips kesalahan absolute Jaringan

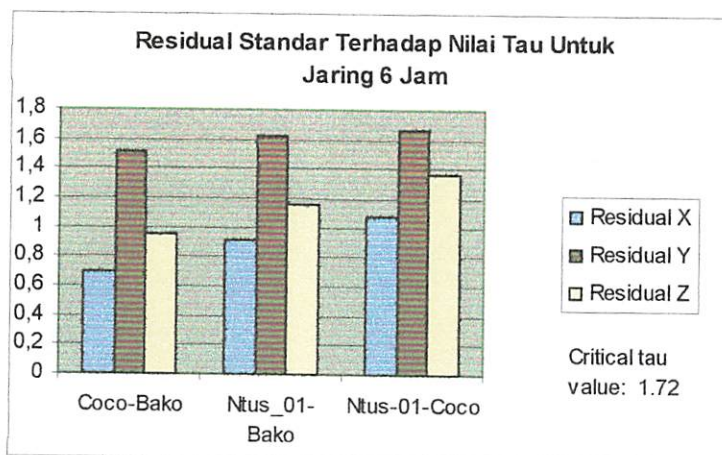
Dari data *Tabel IV.4* diatas didapat

- Kesalahan absolut kurang baik adalah pada titik Coco. Hasil ini wajar karena menurut penulis, dengan fakta bahwa:
 - Titik Coco mempunyai jarak terjauh dalam konektivitas terhadap titik yang lain dan merupakan sudut terkecil (lancip) dibandingkan dengan titik yang lain.
 - Hasil pengolahan data pengamatan garis basis Ntus- Coco adalah yang paling buruk.

IV.3.3. Analisa ketelitian garis basis dalam jaringan pada pengamatan berdasarkan distribusi residual standar sisa perhitungan perataan jaringan pada pengamatan.

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,7	1,52	0,96
Ntus_01-Bako	0,91	1,62	1,16
Ntus-01-Coco	1,08	1,67	1,37

Tabel IV.5. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.1. Distribusi residual standar jaringan 6 jam

Dari data tabel distribu residual standar terhadap nilai tau dapat dibahas antara lain;

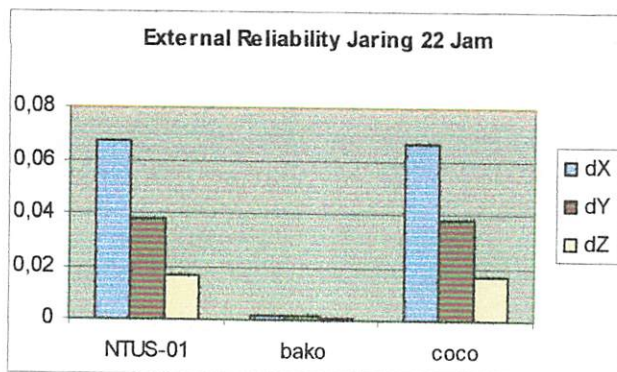
1. Garis basis dengan nilai residual kurang baik adalah garis basis stasiun NTUS_01 dengan stasiun COCO. (1.67 untuk komponen Y)

2. Semua jaringan dapat melewati T-Test karena memiliki nilai dibawah nilai *critical tau*

Untuk melihat hasil lengkap residual standar terhadap nilai tau dapat dilihat pada lampiran I.1

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,0671	0,0377	0,0168
bako	0,0016	0,0013	0,0005
coco	0,0665	0,0379	0,0164

Tabel IV.6. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 22 jam



Grafik IV.2. Distribusi residual standar jaringan 6 jam

Keterangan table dan grafik external realibility Jaringan pada pengamatan :

- Nilai external realibility yang besar menunjukkan bahwa terdapat kesalahan acak yang cukup berpengaruh pada ketelitian posisi titik.

Sehingga dapat dibahas sebagai berikut;

- Titik Ntus-01 mempunyai kesalahan acak dan dapat dilihat pada table IV.16
- Untuk keseluruhan jaringan pada pengamatan yang mempunyai kesalahan acak kurang baik adalah titik Coco

Untuk melihat hasil lengkap external realibility Jaringan dapat dilihat pada lampiran I.2

Analisa ketelitian posisi titik dalam sistem koordinat UTM

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 4 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,19337	148791,86192	-6,09078	-0,50875
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,58231	9282255,40280	0,49747	0,44946
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,29647	8651679,33635	-7,52852	4,12153

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 6 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,20593	148791,89174	-6,10334	-0,53857
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,72924	9282255,35820	0,35054	0,49406
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,32466	8651679,31669	-7,55671	4,14119

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 8 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,25181	148791,90934	-6,14922	-0,55617
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,72907	9282255,34555	0,35071	0,50671
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,23721	8651679,30166	-7,46926	4,15622

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 10 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,20941	148791,91449	-6,10682	-0,56132
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,73952	9282255,36929	0,34026	0,48297
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,29821	8651679,29628	-7,53026	4,16160

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 12 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,20721	148791,91784	-6,10462	-0,56467
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,73063	9282255,37516	0,34915	0,47710
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,31665	8651679,29412	-7,54870	4,16376

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 14 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,21596	148791,91867	-6,11337	-0,56550
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,73532	9282255,38131	0,34446	0,47095
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,29545	8651679,28999	-7,52750	4,16789

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 16 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,23077	148791,92241	-6,12818	-0,56924
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,73444	9282255,38396	0,34534	0,46830
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,26794	8651679,28522	-7,49999	4,17266

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 18 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,23414	148791,93383	-6,13155	-0,58066
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,71514	9282255,37623	0,36464	0,47603
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,26402	8651679,27191	-7,49607	4,18597

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 20 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,23350	148791,93825	-6,13091	-0,58508
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,70903	9282255,37794	0,37075	0,47432
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,27039	8651679,26280	-7,50244	4,19508

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 22 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,20732	148791,93876	-6,10473	-0,58559
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,70118	9282255,38255	0,37860	0,46971
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,30213	8651679,26041	-7,53418	4,19747

NAMA TITIK	Koordinat Stasiun Tetap		Koordinat hasil perataan 24 jam		Selisih koordinat (m)	
	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING	EASTING	NORTING
NTUS-01	353133,10259	148791,35317	353139,20271	148791,93728	-6,10012	-0,58411
BAKO	704583,07978	9282255,85226	704582,70191	9282255,38718	0,37787	0,46508
COCO	264313,76795	8651683,45788	264321,31470	8651679,26094	-7,54675	4,19694

Tabel IV.38. selisih Koordinat UTM

Dari tabel koordinat UTM didapat hasil, sebagai berikut:

1. Selisih koordinat terpendek pada komponen *easting* (0.34534 m) dan *northing* (0.46830 m) stasiun BAKO, pada lama pengamatan 16 jam adalah baik .
2. Nilai selisih yang kurang baik pada komponen *Easting* stasiun COCO adalah -7,55671 pada lama pengamatan 6 jam
3. Nilai selisih yang kurang baik pada komponen *Northing* stasiun COCO adalah 4,19747 pada lama pengamatan 6 jam.

Pengamatan di stasiun COCO mendapatkan hasil yang kurang baik di karenakan kesalahan acak dan konektivitas terjauh terhadap stasiun yang lain

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

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

V.1. Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kualitas garis basis kurang baik adalah Garis basis pada stasiun NTUS_01 dan stasiun pengamatan COCO, dengan waktu pengamatan 4 jam. Sedangkan Indikator kualitas garis basis yang baik adalah garis basis stasiun NTUS_01- stasiun BAKO pada lama pengamatan 24 jam.
2. Nilai residual Standar hasil perataan kurang baik terdapat pada stasiun NTUS_01 terhadap stasiun COCO pada pengamatan jam 4 jam, dengan nilai penyimpangan; $D_x = 0.5469$, $D_y = 0.4324$ dan $D_z = -0.0977$

Sedang untuk nilai dengan kualitas baik, terdapat pada stasiun COCO terhadap stasiun BAKO, pada pengamatan 20 jam dengan nilai penyimpangan; $D_x = 0.0475$, $D_y = 0.0552$ dan $D_z = -0.0097$

3. Ketelitian posisi titik berdasarkan ellips kesalahan absolute, didapat hasil sebagai berikut:
 - Nilai kurang baik pada stasiun NTUS_01 dengan waktu pengamatan 4 jam
 - Sumbu semi mayor 0.1922 m
 - Sumbu semi minor 0.0461 m
 - Tinggi 0.0763 m
 - Nilai baik pada titik BAKO dalam pengamatan 20 jam
 - Sumbu semi mayor 0.0936 m
 - Sumbu semi minor 0.0236 m
 - Tinggi 0.042 m

4. Nilai standar deviasi kurang baik dari hasil pengamatan adalah sebagai berikut;

- Sumbu X pada stasiun COCO pada pengamatan 4 jam ± 0.11420 m
- Sumbu Y pada stasiun NTUS pada pengamatan 4 jam ± 0.09478 m
- Sumbu Z pada stasiun NTUS pada pengamatan 6 jam ± 0.03476 m

Sedangkan untuk nilai standar deviasi baik dari hasil pengamatan adalah sebagai berikut;

- Sumbu X pada stasiun BAKO pada pengamatan 20 jam ± 0.06021 m
- Sumbu Y pada stasiun BAKO pada pengamatan 20 jam ± 0.04451 m
- Sumbu Z pada stasiun NTUS pada pengamatan 20 jam ± 0.01635 m

Penyebab adanya kesalahan-kesalahan Standar deviasi antara lain:

- Adanya multipath yang menyebabkan terganggunya sinyal satelit yang diterima oleh receiver.
- Kondisi satelit yang kurang sehat. Menyebabkan informasi posisi yang tidak akurat.

5. Koordinat hasil perataan yang mempunyai selisih paling kecil adalah titik BAKO, (*Easting* 0.34534 m, *Northing* 0.46830 m dan sudut 94°) dan yang mempunyai selisih paling besar adalah pada titik COCO (*Easting* -7,55671 m dan *Northing* 4,19747 m) . Pengamatan di stasiun COCO mendapatkan hasil yang kurang baik di karenakan jarak yang jauh terhadap stasiun yang lain dan konfigurasi jaringan yang memiliki sudut lancip (36°)
6. Pada garis basis stasiun NTUS_01-stasiun BAKO yang mempunyai jarak 934,568 km pada waktu pengamatan 20 jam adalah baik, sedangkan untuk nilai residual untuk semua titik dengan pengamatan lebih dari 6 jam adalah baik.
7. Pengaruh konektifitas dan konfigurasi jaringan memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap tingkat ketelitian hasil perataan jaringan.

V.2. Saran

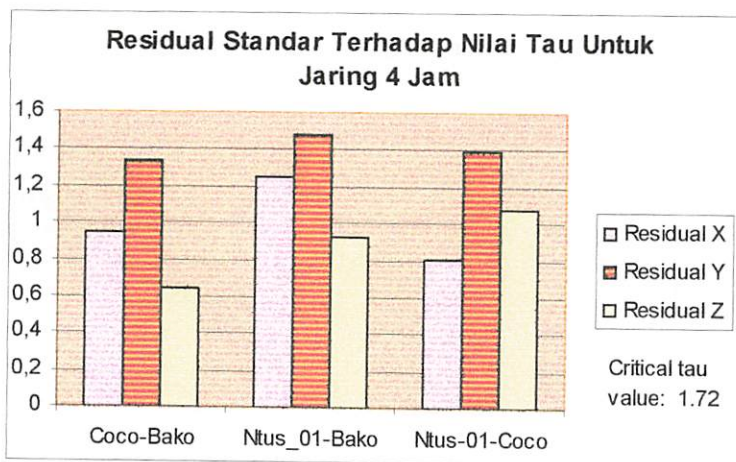
Saran yang dapat penulis berikan dalam penelitian ini antara lain:

1. Penggunaan software ilmiah bisa meningkatkan tingkat ketelitian posisi titik, karena dapat dimasukkan data pendukung lainnya dalam pemrosesan datanya.
2. Pada tahap pemrosesan data diharapkan menggunakan titik referensi yang mempunyai tingkat ketelitian posisi atau orde yang lebih tinggi, agar bisa meningkatkan ketelitian posisi titik hasil pengamatan.
3. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh konektivitas titik terhadap kualitas hasil perataan jaringan.

Lampiran I.1. Rresidual standar terhadap nilai tau

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,95	1,34	0,64
Ntus_01-Bako	1,25	1,48	0,92
Ntus-01-Coco	0,81	1,39	1,08

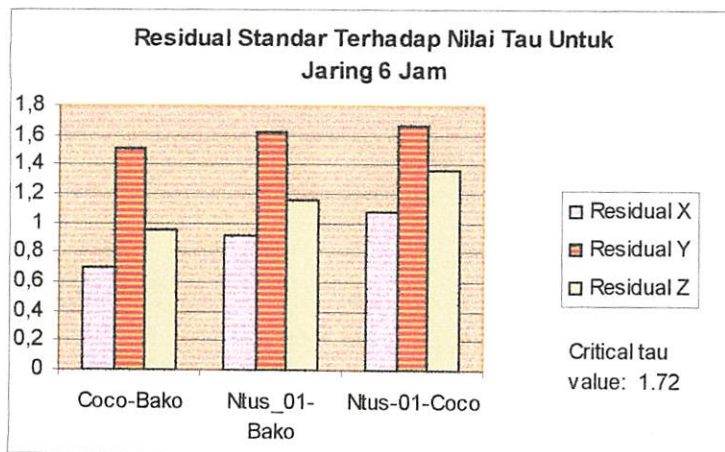
Tabel IV.5. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.1. Distribusi residual standar jaring 4 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,7	1,52	0,96
Ntus_01-Bako	0,91	1,62	1,16
Ntus-01-Coco	1,08	1,67	1,37

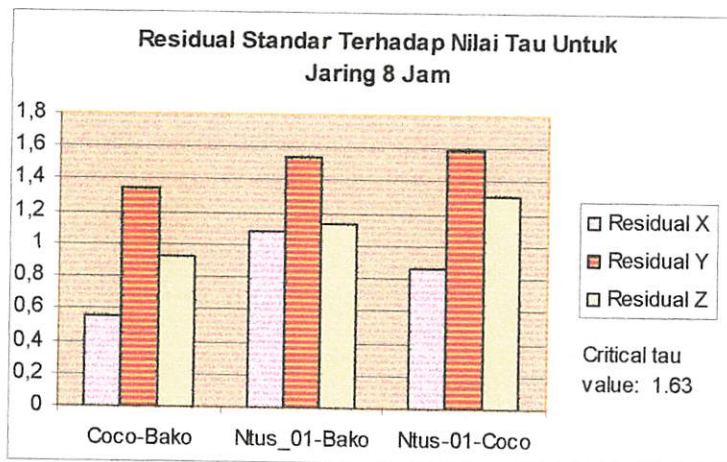
Tabel IV.6. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.2. Distribusi residual standar jaringan 6 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,55	1,34	0,93
Ntus_01-Bako	1,09	1,54	1,13
Ntus-01-Coco	0,86	1,59	1,31

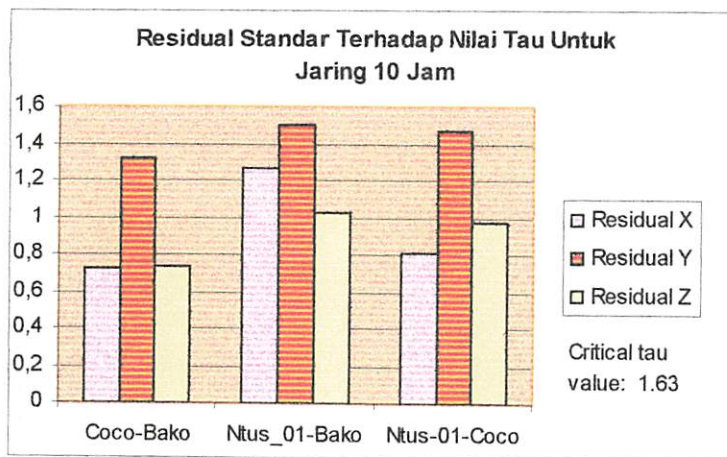
Tabel IV.7. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.3. Distribusi residual standar jaringan 8 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,72	1,32	0,74
Ntus_01-Bako	1,27	1,5	1,03
Ntus-01-Coco	0,81	1,47	0,97

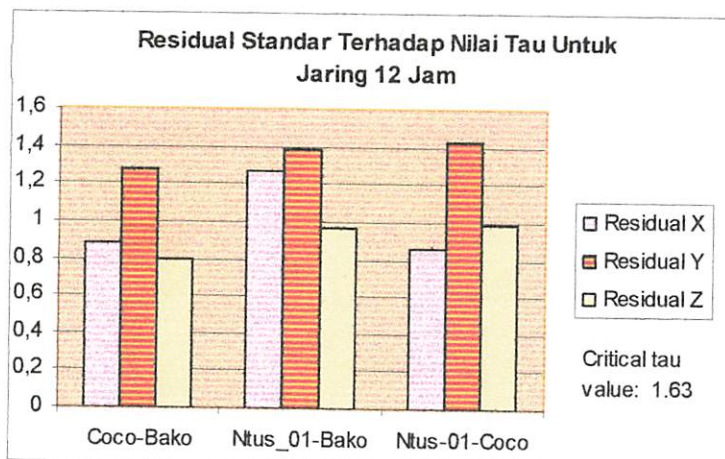
Tabel IV.8. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.4. Distribusi residual standar jaringan 10 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,88	1,28	0,79
Ntus_01-Bako	1,27	1,39	0,97
Ntus-01-Coco	0,86	1,43	0,99

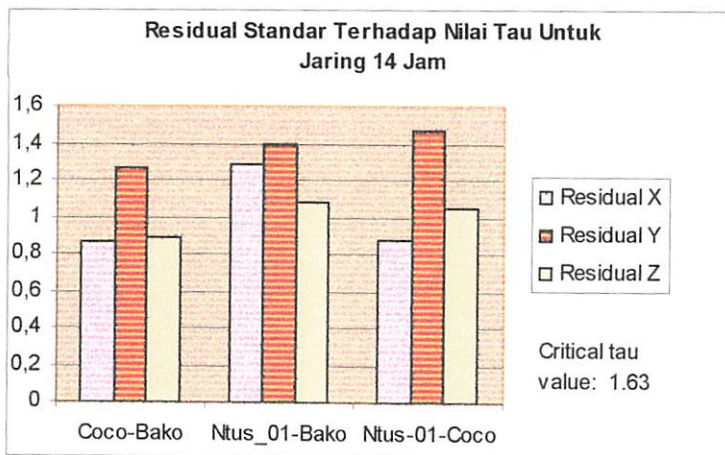
Tabel IV.9. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.5. Distribusi residual standar jaringan 12 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,87	1,27	0,89
Ntus_01-Bako	1,29	1,4	1,08
Ntus-01-Coco	0,88	1,47	1,05

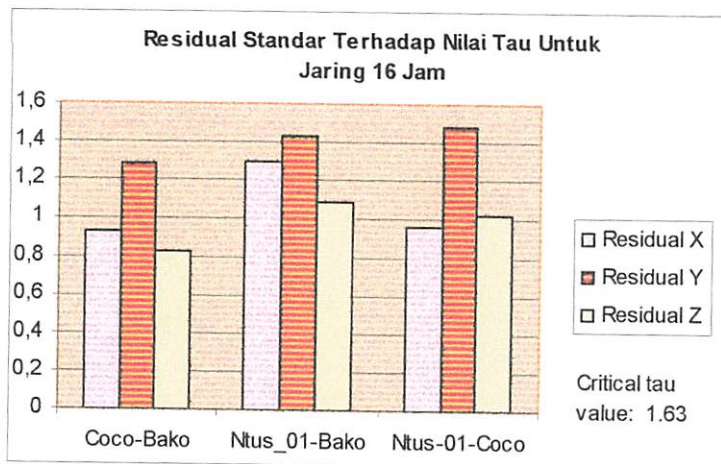
Tabel IV.10. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.6. Distribusi residual standar jaringan 14 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,93	1,29	0,83
Ntus_01-Bako	1,3	1,43	1,09
Ntus-01-Coco	0,96	1,49	1,02

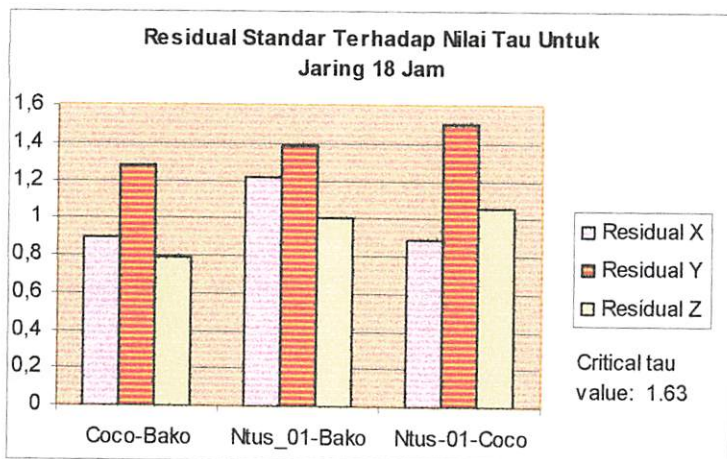
Tabel IV.11. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.7. Distribusi residual standar jaringan 16 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,9	1,28	0,79
Ntus_01-Bako	1,22	1,39	1
Ntus-01-Coco	0,89	1,5	1,06

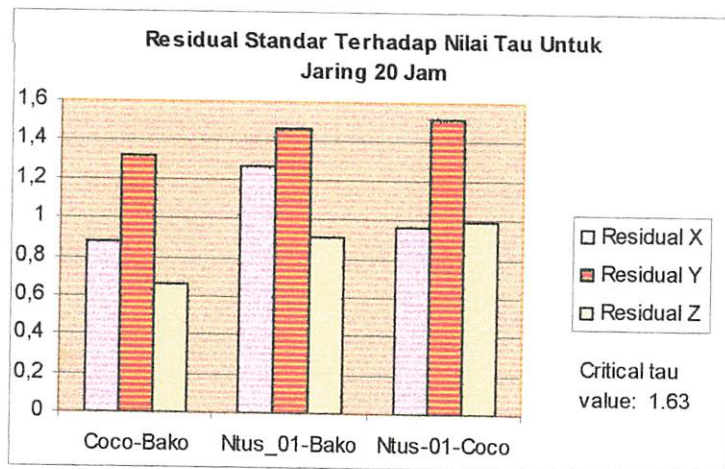
Tabel IV.12. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.8. Distribusi residual standar jaringan 18 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,88	1,32	0,66
Ntus_01-Bako	1,27	1,47	0,91
Ntus-01-Coco	0,96	1,52	0,99

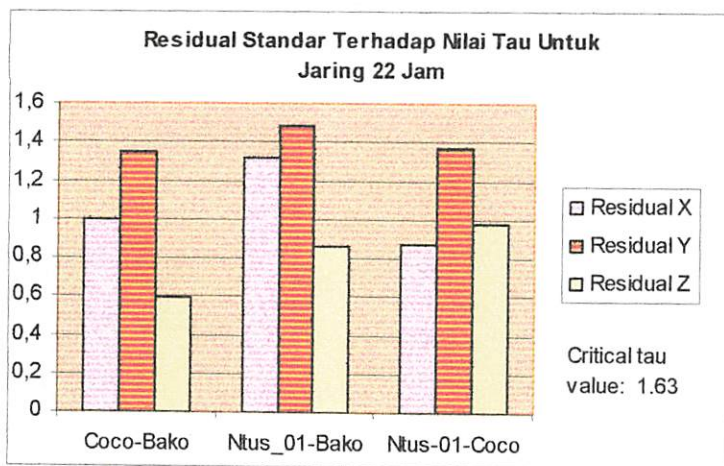
Tabel IV.13. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.9. Distribusi residual standar jaringan 20 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	1	1,35	0,59
Ntus_01-Bako	1,32	1,49	0,86
Ntus-01-Coco	0,87	1,37	0,98

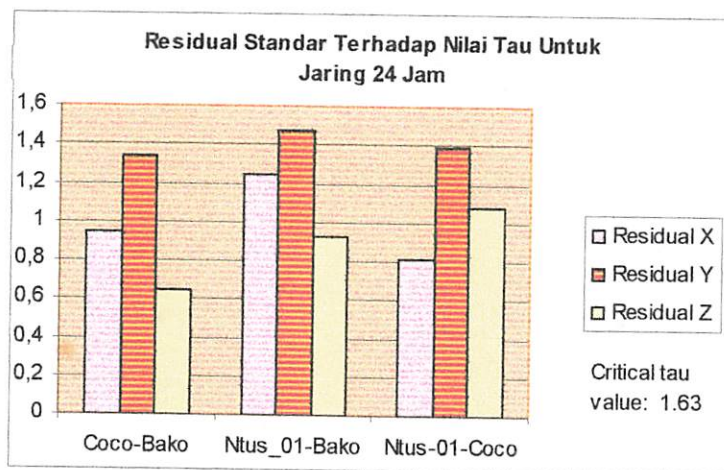
Tabel IV.14. residual standar terhadap nilai tau



Grafik IV.10. Distribusi residual standar jaringan 22 jam

Garis basis	Residual		
	X	Y	Z
Coco-Bako	0,95	1,34	0,64
Ntus_01-Bako	1,25	1,48	0,92
Ntus-01-Coco	0,81	1,39	1,08

Tabel IV.15. residual standar terhadap nilai tau



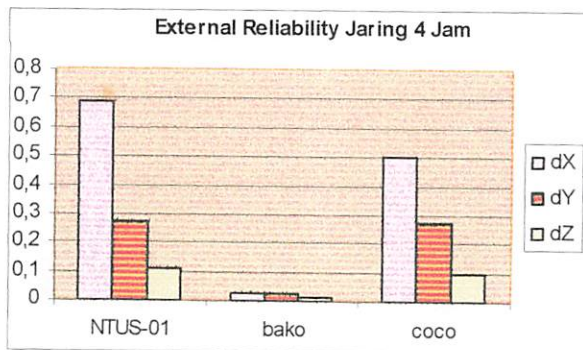
Grafik IV.11. Distribusi residual standar jaringan 24 jam

Lampiran I.2. External realibility jaringan

External realibility Jaringan pada pengamatan

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,6898	0,2709	0,1105
bako	0,0263	0,023	0,0123
coco	0,5031	0,2756	0,095

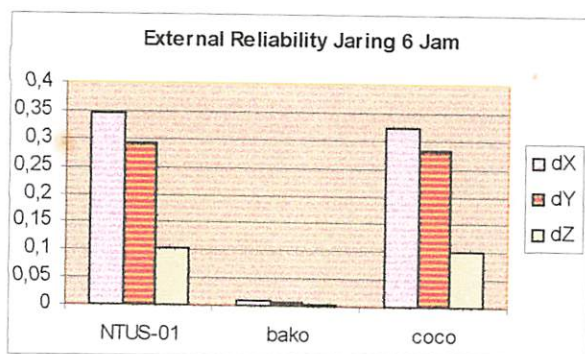
Tabel IV.16. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 4 jam



Grafik IV.12. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 4 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,3461	0,2914	0,1041
bako	0,0114	0,0076	0,0025
coco	0,3242	0,283	0,1021

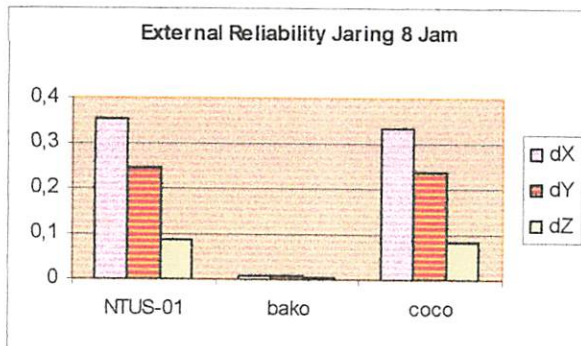
Tabel IV.17. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 6 jam



Grafik IV.13. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 6 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,3523	0,2475	0,0867
bako	0,0077	0,0065	0,0026
coco	0,3324	0,238	0,085

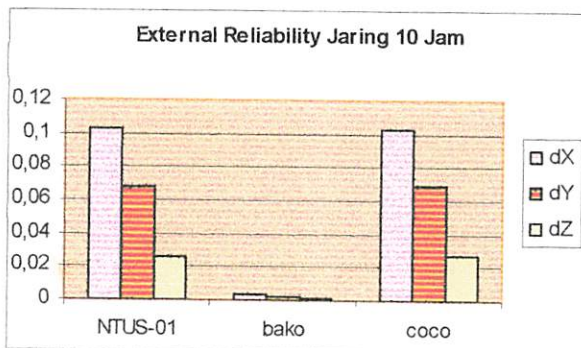
Tabel IV.18. External reliability jaringan lama pengamatan 8 jam



Grafik IV.14. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 8 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,1034	0,068	0,0261
bako	0,0031	0,0021	0,0012
coco	0,1025	0,0685	0,0276

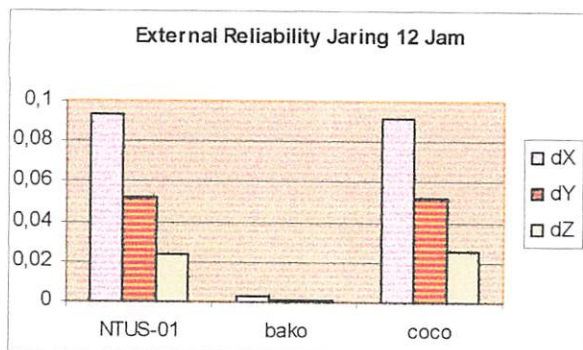
Tabel IV.19. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 10 jam



Grafik IV.15. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 10 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,0933	0,0522	0,0238
bako	0,0024	0,0011	0,0009
coco	0,0912	0,0523	0,0255

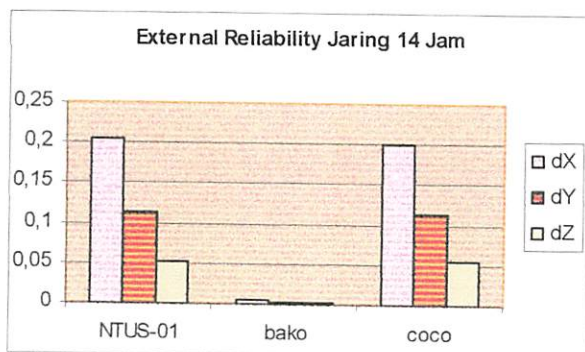
Tabel IV.20. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 12 jam



Grafik IV.16. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 12 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,2056	0,1126	0,0509
bako	0,004	0,003	0,0018
coco	0,2006	0,1133	0,0538

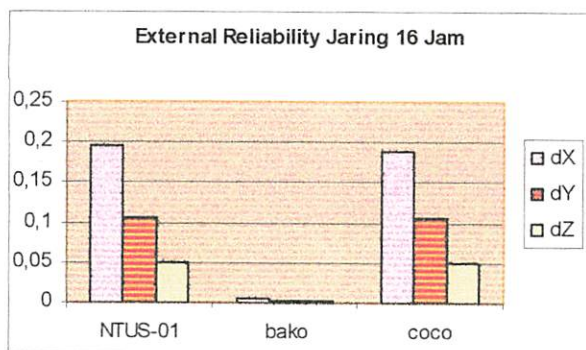
Tabel IV.21. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 14 jam



Grafik IV.17. External realibility jaringan dengan dengan lama waktu waktu pengamatan 14 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,1966	0,1062	0,0497
bako	0,0046	0,0026	0,0012
coco	0,189	0,1065	0,0506

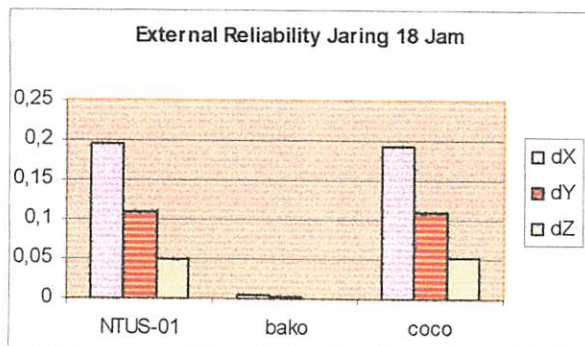
Tabel IV.22. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 16 jam



Grafik IV.18. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 16 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,1955	0,109	0,0507
bako	0,004	0,0024	0,001
coco	0,1924	0,1106	0,0516

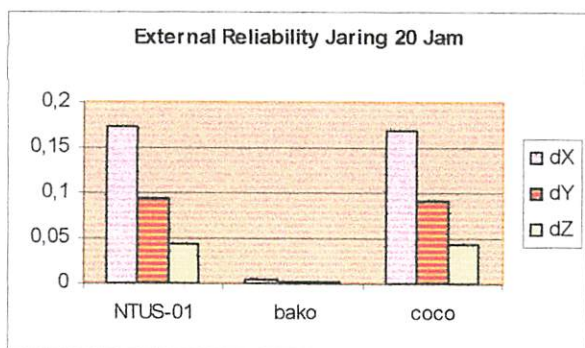
Tabel IV.23. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 18 jam



Grafik IV.19. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 18 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,1719	0,0933	0,0432
bako	0,0038	0,0029	0,0011
coco	0,1683	0,0925	0,0432

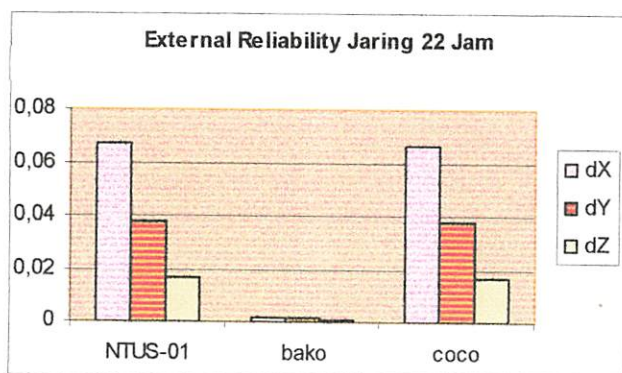
Tabel IV.24. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 20 jam



Grafik IV.20. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 20 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,0671	0,0377	0,0168
bako	0,0016	0,0013	0,0005
coco	0,0665	0,0379	0,0164

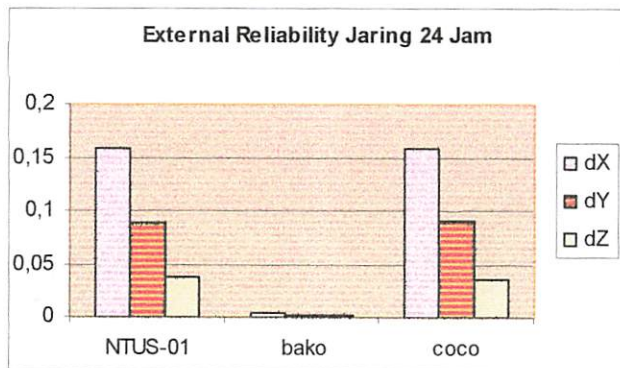
Tabel IV.25. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 22 jam



Grafik IV.21. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 22 jam

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0,1593	0,0895	0,0373
bako	0,0034	0,0028	0,001
coco	0,1576	0,0898	0,0359

Tabel IV.26. External reliability jaringan dengan lama waktu pengamatan 24 jam



Grafik IV.22. External realibility jaringan dengan lama waktu pengamatan 24 jam

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.1593	0.0895	0.0373
bako	0.0034	0.0028	0.0010
coco	0.1576	0.0898	0.0359

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3555 ±	0.08485 [m]
	Y:	6195579.6555 ±	0.05880 [m]
	Z:	148799.8818 ±	0.02276 [m]
bako	X:	-1836969.4706 ±	0.06830 [m]
	Y:	6065619.7143 ±	0.04866 [m]
	Z:	-716257.3875 ±	0.01892 [m]
coco	X:	-741950.6998 ±	0.08642 [m]
	Y:	6190964.3346 ±	0.05640 [m]
	Z:	-1337767.7519 ±	0.02322 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
 1D expansion factor: 0.9946
 2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1300	88.8	0.0350	0.0565
bako	0.1056	90.1	0.0276	0.0463
coco	0.1308	90.7	0.0329	0.0564

NTUS-01 coco 01_003 0.1572 0.1594 -0.0514

Point id	NTUS-01			bako			
NTUS-01	80.00138	10.14402	-0.34441	-24.42815	-6.95395	0.69562	
	10.14402	38.42049	-5.31431	-7.18912	-14.69251	1.32125	
	-0.34441	-5.31431	5.75716	0.81411	1.54082	-1.87030	
bako	-24.42815	-7.18912	0.81411	51.83182	8.38348	0.72319	
	-6.95395	-14.69251	1.54082	8.38348	26.31187	-2.17474	
	0.69562	1.32125	-1.87030	0.72319	-2.17474	3.97601	
coco	-55.57322	-2.95489	-0.46971	-27.40367	-1.42953	-1.41881	
	-3.19007	-23.72799	3.77348	-1.19435	-11.61936	0.85350	
	-0.35121	3.99306	-3.88686	-1.53730	0.63392	-2.10571	

Point id	coco			
NTUS-01	-55.57322	-3.19007	-0.35121	
	-2.95489	-23.72799	3.99306	
	-0.46971	3.77348	-3.88686	
bako	-27.40367	-1.19435	-1.53730	
	-1.42953	-11.61936	0.63392	
	-1.41881	0.85350	-2.10571	
coco	82.97689	4.38442	1.88851	
	4.38442	35.34735	-4.62698	
	1.88851	-4.62698	5.99257	

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
80.00138	10.14402	-0.34441	51.83182	8.38348	0.72319
10.14402	38.42049	-5.31431	8.38348	26.31187	-2.17474
-0.34441	-5.31431	5.75716	0.72319	-2.17474	3.97601
coco					
82.97689	4.38442	1.88851			
4.38442	35.34735	-4.62698			
1.88851	-4.62698	5.99257			

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.25	19.22
			1.48	26.33
			0.92	22.37
coco	bako	01_002	0.95	20.30
			1.34	23.40
			0.64	25.15
NTUS-01	coco	01_003	0.81	60.48
			1.39	50.27
			1.08	52.48

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.6768	0.4331	0.1720
coco	bako	01_002	0.6744	0.4247	0.1693
NTUS-01	coco	01_003	0.6643	0.4523	0.1811

```

-----
NTUS-01      X: -1508023.3600 ± 0.08360 [m]
              Y:  6195579.6547 ± 0.05870 [m]
              Z:   148799.8833 ± 0.02270 [m]

bako         X: -1836969.4690 ± 0.06674 [m]
              Y:  6065619.7114 ± 0.04892 [m]
              Z: -716257.3918 ± 0.01822 [m]

coco         X: -741950.6874 ± 0.08456 [m]
              Y:  6190964.3371 ± 0.05679 [m]
              Z: -1337767.7525 ± 0.02308 [m]

```

2-D and 1-D confidence regions

```

-----
Confidence level:      68.00 %
1D expansion factor:   0.9946
2D expansion factor:   1.5096

```

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1284	88.7	0.0349	0.0561
bako	0.1036	90.1	0.0264	0.0463
coco	0.1280	90.9	0.0325	0.0568

```

Adjustment type      : Minimal constrained
Number of observations : 9
Number of unknowns   : 9
Degrees of Minimal constraineddom : 3
Datum defect         : 3
Number of groups      : 1

```

```

Sigma a priori      : 0.0095 [m]
Sigma a posteriori   : 0.0095 [m]

```

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.032	129959.859	865057.286
coco	bako	01_002	-1095018.835	-125344.683	621510.377
NTUS-01	coco	01_003	766072.499	-4615.480	-1486567.582

Cartesian residuals:

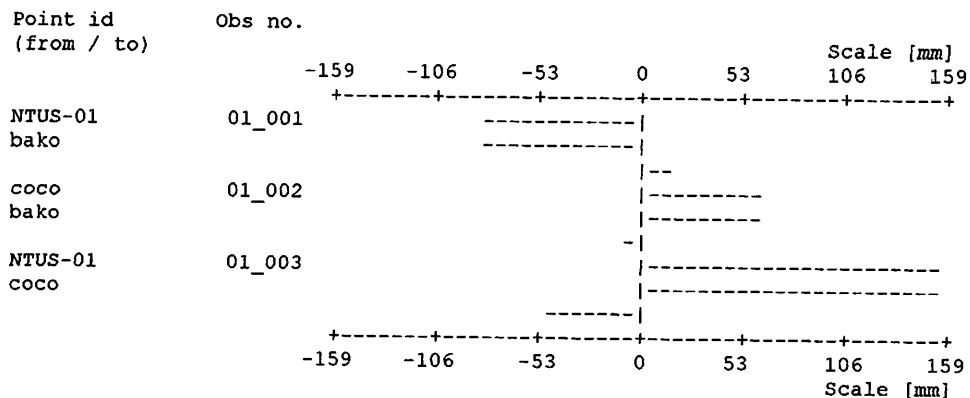


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0828	-0.0821	0.0169
coco	bako	01_002	0.0638	0.0632	-0.0130

	0.13928	0.21090	-0.29509	0.12031	-0.38706	0.62294
coco	-9.08980	-0.54226	-0.07910	-4.33198	-0.18824	-0.25959
	-0.55769	-4.01505	0.63987	-0.17280	-2.03853	0.17616
	-0.05735	0.67405	-0.67182	-0.28134	0.14198	-0.32785

Point id	coco		
NTUS-01	-9.08980	-0.55769	-0.05735
	-0.54226	-4.01505	0.67405
	-0.07910	0.63987	-0.67182
bako	-4.33198	-0.17280	-0.28134
	-0.18824	-2.03853	0.14198
	-0.25959	0.17616	-0.32785
coco	13.42177	0.73050	0.33870
	0.73050	6.05358	-0.81602
	0.33870	-0.81602	0.99967

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
13.11984	1.81345	-0.08193	8.36202	1.44400	0.12031
1.81345	6.46908	-0.88495	1.44400	4.49256	-0.38706
-0.08193	-0.88495	0.96692	0.12031	-0.38706	0.62294
coco					
13.42177	0.73050	0.33870			
0.73050	6.05358	-0.81602			
0.33870	-0.81602	0.99967			

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.32	19.06
			1.49	26.40
			0.86	20.53
coco	bako	01_002	1.00	19.66
			1.35	23.80
			0.59	22.29
NTUS-01	coco	01_003	0.87	61.28
			1.37	49.80
			0.98	57.18

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.2832	0.1831	0.0736
coco	bako	01_002	0.2818	0.1804	0.0730
NTUS-01	coco	01_003	0.2773	0.1923	0.0769

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.0671	0.0377	0.0168
bako	0.0016	0.0013	0.0005
coco	0.0665	0.0379	0.0164

Adjusted Cartesian coordinates:

Y: 6190964.3410 ± 0.05371 [m]
 Z: -1337767.7499 ± 0.02154 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
 1D expansion factor: 0.9946
 2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1229	89.0	0.0330	0.0518
bako	0.0936	90.4	0.0236	0.0420
coco	0.1213	91.9	0.0303	0.0530

Adjustment type : Minimal constrained
 Number of observations : 9
 Number of unknowns : 9
 Degrees of Minimal constraineddom : 3
 Datum defect : 3
 Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0231 [m]
 Sigma a posteriori : 0.0231 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.023	129959.860	865057.290
coco	bako	01_002	-1095018.846	-125344.691	621510.372
NTUS-01	coco	01_003	766072.504	-4615.475	-1486567.585

Cartesian residuals:

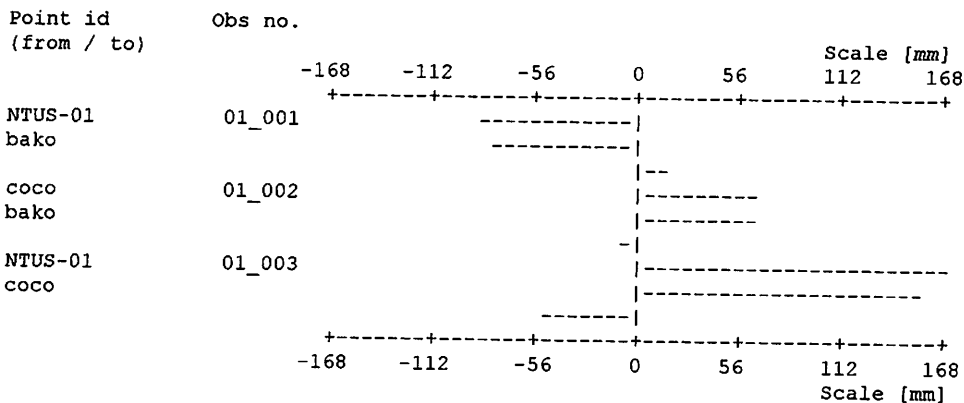


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0860	-0.0830	0.0147
coco	bako	01_002	0.0646	0.0652	-0.0108
NTUS-01	coco	01_003	0.1687	0.1571	-0.0506

Point id	NTUS-01	bako
NTUS-01	13.11984 1.81345 -0.08193	-4.03005 -1.25575 0.13928
bako	-4.03005 -1.27119 0.16103	8.36202 1.44400 0.12031
coco	-1.25575 -2.45403 0.24509	4.49256 -0.38706

	-0.62301 2.69764 -3.11141
bako	-17.61773 -0.49687 -1.41054
	-0.34500 -8.34317 0.63581
	-1.36269 0.70166 -1.28442
coco	60.15994 5.97404 1.98570
	5.97404 27.32371 -3.39931
	1.98570 -3.39931 4.39583

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
59.25996	11.29816	-0.11604	34.33548	6.16599	0.67149
11.29816	29.40523	-3.71875	6.16599	18.76786	-1.65691
-0.11604	-3.71875	4.35907	0.67149	-1.65691	2.53208
coco					
60.15994	5.97404	1.98570			
5.97404	27.32371	-3.39931			
1.98570	-3.39931	4.39583			

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.27	16.10
			1.47	23.89
			0.91	17.71
coco	bako	01_002	0.88	16.93
			1.32	21.95
			0.66	17.96
NTUS-01	coco	01_003	0.96	66.98
			1.52	54.16
			0.99	64.33

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.6836	0.4298	0.1767
coco	bako	01_002	0.6728	0.4200	0.1771
NTUS-01	coco	01_003	0.6651	0.4504	0.1830

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.1719	0.0933	0.0432
bako	0.0038	0.0029	0.0011
coco	0.1683	0.0925	0.0432

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3849 ±	0.07909 [m]
	Y:	6195579.6462 ±	0.05572 [m]
	Z:	148799.8827 ±	0.02145 [m]
bako	X:	-1836969.4743 ±	0.06021 [m]
	Y:	6065619.7019 ±	0.04451 [m]
	Z:	-716257.3956 ±	0.01635 [m]
coco	X:	-741950.6560 ±	0.07969 [m]

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1398	89.5	0.0373	0.0590
bako	0.1051	90.7	0.0258	0.0455
coco	0.1359	92.4	0.0336	0.0580

Adjustment type : Minimal constrained
 Number of observations : 9
 Number of unknowns : 9
 Degrees of Minimal constraineddom : 3
 Datum defect : 3
 Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0103 [m]
 Sigma a posteriori : 0.0103 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.022	129959.875	865057.291
coco	bako	01_002	-1095018.866	-125344.694	621510.364
NTUS-01	coco	01_003	766072.532	-4615.483	-1486567.578

Cartesian residuals:

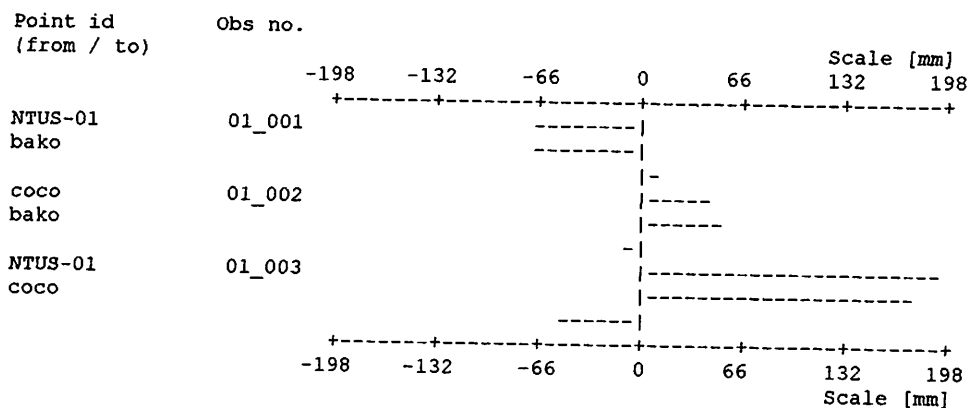


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0677	-0.0698	0.0131
coco	bako	01_002	0.0473	0.0552	-0.0097
NTUS-01	coco	01_003	0.1969	0.1781	-0.0550

Point id	NTUS-01 bako					
NTUS-01	59.25996	11.29816	-0.11604	-16.71775	-5.82098	0.69120
	11.29816	29.40523	-3.71875	-5.66912	-10.42469	0.95525
	-0.11604	-3.71875	4.35907	0.73905	1.02111	-1.24766
bako	-16.71775	-5.66912	0.73905	34.33548	6.16599	0.67149
	-5.82098	-10.42469	1.02111	6.16599	18.76786	-1.65691
	0.69120	0.95525	-1.24766	0.67149	-1.65691	2.53208
coco	-42.54221	-5.62904	-0.62301	-17.61773	-0.34500	-1.36269
	-5.47718	-18.98054	2.69764	-0.49687	-8.34317	0.70166
	-0.57516	2.76350	-3.11141	-1.41054	0.63581	-1.28442

Point id	coco		
NTUS-01	-42.54221	-5.47718	-0.57516
	-5.62904	-18.98054	2.76350

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
61.85900	13.00542	0.42741	34.80506	7.06213	0.70300
13.00542	31.56818	-3.54409	7.06213	18.50748	-1.42512
0.42741	-3.54409	4.53408	0.70300	-1.42512	2.43041

coco		
61.01527	7.84219	2.10433
7.84219	27.22886	-3.03150
2.10433	-3.03150	4.29916

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.22	15.89
			1.39	23.53
			1.00	16.73
coco	bako	01_002	0.90	15.84
			1.28	18.80
			0.79	15.06
NTUS-01	coco	01_003	0.89	68.27
			1.50	57.67
			1.06	68.21

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.7699	0.4874	0.2009
coco	bako	01_002	0.7575	0.4777	0.2020
NTUS-01	coco	01_003	0.7486	0.5109	0.2099

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.1955	0.1090	0.0507
bako	0.0040	0.0024	0.0010
coco	0.1924	0.1106	0.0516

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3845 ±	0.08956 [m]
	Y:	6195579.6418 ±	0.06398 [m]
	Z:	148799.8782 ±	0.02425 [m]
bako	X:	-1836969.4756 ±	0.06718 [m]
	Y:	6065619.6848 ±	0.04899 [m]
	Z:	-716257.3955 ±	0.01775 [m]
coco	X:	-741950.6512 ±	0.08894 [m]
	Y:	6190964.3543 ±	0.05942 [m]
	Z:	-1337767.7433 ±	0.02361 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
 1D expansion factor: 0.9946
 2D expansion factor: 1.5096

Degrees of Minimal constraineddom : 3
Datum defect : 3
Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0114 [m]
Sigma a posteriori : 0.0114 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.018	129959.883	865057.289
coco	bako	01_002	-1095018.875	-125344.722	621510.359
NTUS-01	coco	01_003	766072.521	-4615.501	-1486567.549

Cartesian residuals:

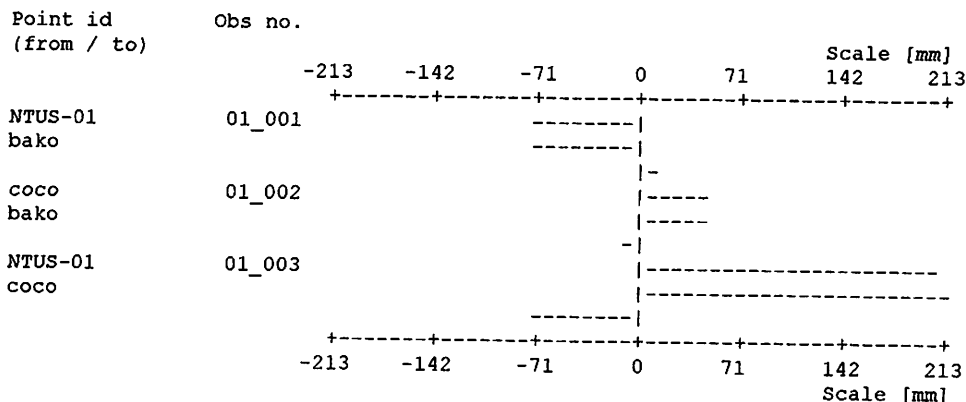


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dx	dy	dz
NTUS-01	bako	01_001	-0.0733	-0.0745	0.0155
coco	bako	01_002	0.0508	0.0527	-0.0112
NTUS-01	coco	01_003	0.2123	0.2139	-0.0726

Point id	NTUS-01	bako
NTUS-01	61.85900 13.00542 0.42741	-17.82439 -6.11464 0.44376
	13.00542 31.56818 -3.54409	-6.11071 -11.42340 0.93866
	0.42741 -3.54409 4.53408	0.53017 0.99906 -1.33266
bako	-17.82439 -6.11071 0.53017	34.80506 7.06213 0.70300
	-6.11464 -11.42340 0.99906	7.06213 18.50748 -1.42512
	0.44376 0.93866 -1.33266	0.70300 -1.42512 2.43041
coco	-44.03460 -6.89470 -0.95757	-16.98066 -0.94749 -1.14676
	-6.89078 -20.14478 2.54503	-0.95141 -7.08408 0.48647
	-0.87117 2.60544 -3.20142	-1.23316 0.42606 -1.09774

Point id	coco
NTUS-01	-44.03460 -6.89078 -0.87117
	-6.89470 -20.14478 2.60544
	-0.95757 2.54503 -3.20142
bako	-16.98066 -0.95141 -1.23316
	-0.94749 -7.08408 0.42606
	-1.14676 0.48647 -1.09774
coco	61.01527 7.84219 2.10433
	7.84219 27.22886 -3.03150
	2.10433 -3.03150 4.29916

coco		
57.37337	6.64136	1.80475
6.64136	24.75329	-3.42482
1.80475	-3.42482	3.98070

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.30	14.91
			1.43	24.56
			1.09	18.65
coco	bako	01_002	0.93	17.75
			1.29	20.57
			0.83	16.16
NTUS-01	coco	01_003	0.96	67.34
			1.49	54.87
			1.02	65.19

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.7739	0.4889	0.2034
coco	bako	01_002	0.7580	0.4757	0.2038
NTUS-01	coco	01_003	0.7543	0.5095	0.2091

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.1966	0.1062	0.0497
bako	0.0046	0.0026	0.0012
coco	0.1890	0.1065	0.0506

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3845 ±	0.08666 [m]
	Y:	6195579.6562 ±	0.06335 [m]
	Z:	148799.8671 ±	0.02474 [m]
bako	X:	-1836969.4871 ±	0.06676 [m]
	Y:	6065619.6563 ±	0.04952 [m]
	Z:	-716257.3849 ±	0.01836 [m]
coco	X:	-741950.6523 ±	0.09031 [m]
	Y:	6190964.3293 ±	0.05932 [m]
	Z:	-1337767.7243 ±	0.02379 [m]

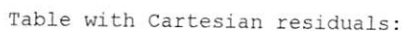
2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
1D expansion factor: 0.9946
2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1354	88.8	0.0381	0.0585
bako	0.1041	89.9	0.0260	0.0466
coco	0.1377	92.0	0.0327	0.0584

Adjustment type : Minimal constrained
Number of observations : 9
Number of unknowns : 9

Cartesian residuals:



Point id	coco		
NTUS-01	-39.42503	-5.82953	-0.66275
	-5.93899	-17.86539	2.81145
	-0.70864	2.78022	-2.95762
bako	-17.94834	-0.81183	-1.14199
	-0.70237	-6.88790	0.61337
	-1.09610	0.64460	-1.02308
coco	57.37337	6.64136	1.80475
	6.64136	24.75329	-3.42482
	1.80475	-3.42482	3.98070

NTUS-01			bako		
52.83299	11.06248	-0.00208	31.35630	5.93533	0.43127
11.06248	28.23151	-4.11858	5.93533	17.25402	-1.95173
-0.00208	-4.11858	4.30528	0.43127	-1.95173	2.37074

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.29 1.40 1.08	14.81 23.97 20.30
coco	bako	01_002	0.87 1.27 0.89	17.51 20.72 15.64
NTUS-01	coco	01_003	0.88 1.47 1.05	67.68 55.31 64.06

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.8069	0.5142	0.2125
coco	bako	01_002	0.8013	0.5049	0.2176
NTUS-01	coco	01_003	0.7993	0.5422	0.2246

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.2056	0.1126	0.0509
bako	0.0040	0.0030	0.0018
coco	0.2006	0.1133	0.0538

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3700 ±	0.09103 [m]
	Y:	6195579.6592 ±	0.06665 [m]
	Z:	148799.8633 ±	0.02673 [m]
bako	X:	-1836969.4824 ±	0.07003 [m]
	Y:	6065619.6378 ±	0.05232 [m]
	Z:	-716257.3854 ±	0.01971 [m]
coco	X:	-741950.6794 ±	0.09549 [m]
	Y:	6190964.3241 ±	0.06337 [m]
	Z:	-1337767.7193 ±	0.02525 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
 1D expansion factor: 0.9946
 2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1412	88.4	0.0410	0.0625
bako	0.1083	89.3	0.0281	0.0501
coco	0.1450	91.6	0.0345	0.0631

Adjustment type : Minimal constrained
 Number of observations : 9
 Number of unknowns : 9
 Degrees of Minimal constraineddom : 3
 Datum defect : 3
 Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0119 [m]
 Sigma a posteriori : 0.0119 [m]

Vectors:

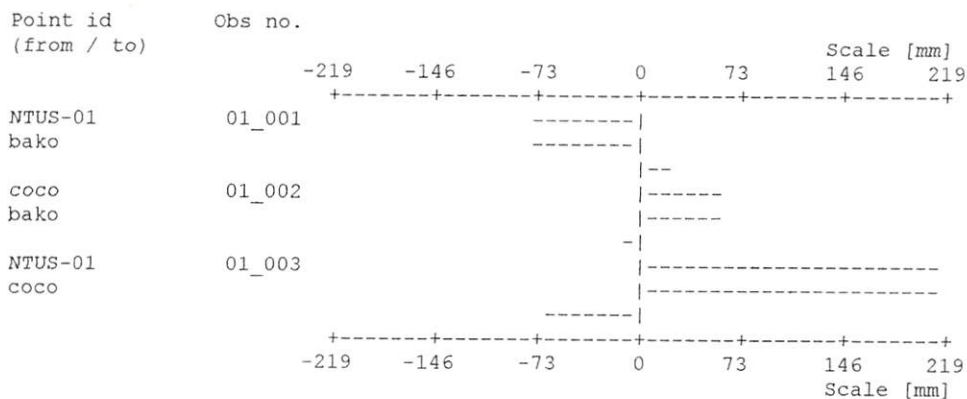


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0741	-0.0790	0.0213
coco	bako	01_002	0.0567	0.0597	-0.0138
NTUS-01	coco	01_003	0.2192	0.2110	-0.0713

Point id	NTUS-01	bako
NTUS-01	53.01577 9.38451 -0.40880	-13.02573 -4.82571 1.02641
	9.38451 28.42221 -4.17919	-4.78589 -10.12200 1.21117
	-0.40880 -4.17919 4.57272	1.09029 1.18341 -1.48991
bako	-13.02573 -4.78589 1.09029	31.38156 4.87996 0.19428
	-4.82571 -10.12200 1.18341	4.87996 17.51159 -1.95414
	1.02641 1.21117 -1.48991	0.19428 -1.95414 2.48593
coco	-39.99004 -4.59862 -0.68149	-18.35583 -0.05425 -1.22069
	-4.59862 -18.30021 2.99577	-0.09407 -7.38959 0.74297
	-0.68149 2.99577 -3.08281	-1.28457 0.77073 -0.99602

Point id	coco
NTUS-01	-39.99004 -4.59862 -0.68149
	-4.59862 -18.30021 2.99577
	-0.68149 2.99577 -3.08281
bako	-18.35583 -0.09407 -1.28457
	-0.05425 -7.38959 0.77073
	-1.22069 0.74297 -0.99602
coco	58.34587 4.65287 1.90218
	4.65287 25.68980 -3.73874
	1.90218 -3.73874 4.07884

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01	bako
53.01577 9.38451 -0.40880	31.38156 4.87996 0.19428
9.38451 28.42221 -4.17919	4.87996 17.51159 -1.95414
-0.40880 -4.17919 4.57272	0.19428 -1.95414 2.48593
coco	
58.34587 4.65287 1.90218	
4.65287 25.68980 -3.73874	
1.90218 -3.73874 4.07884	

Outlier detection:

1.43 56.12
0.99 63.91

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.3650	0.2350	0.0997
coco	bako	01_002	0.3663	0.2326	0.1028
NTUS-01	coco	01_003	0.3642	0.2449	0.1052

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.0933	0.0522	0.0238
bako	0.0024	0.0011	0.0009
coco	0.0912	0.0523	0.0255

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3601 ±	0.09293 [m]
	Y:	6195579.6555 ±	0.06821 [m]
	Z:	148799.8624 ±	0.02876 [m]
bako	X:	-1836969.4767 ±	0.07256 [m]
	Y:	6065619.6352 ±	0.05422 [m]
	Z:	-716257.3911 ±	0.02113 [m]
coco	X:	-741950.7015 ±	0.10039 [m]
	Y:	6190964.3302 ±	0.06651 [m]
	Z:	-1337767.7171 ±	0.02689 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
1D expansion factor: 0.9946
2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1430	88.8	0.0441	0.0651
bako	0.1115	89.8	0.0307	0.0525
coco	0.1521	91.8	0.0380	0.0663

Adjustment type : Minimal constrained
Number of observations : 9
Number of unknowns : 9
Degrees of Minimal constraineddom : 3
Datum defect : 3
Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0125 [m]
Sigma a posteriori : 0.0125 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.038	129959.942	865057.270
coco	bako	01_002	-1095018.860	-125344.746	621510.348
NTUS-01	coco	01_003	766072.471	-4615.546	-1486567.511

Cartesian residuals:

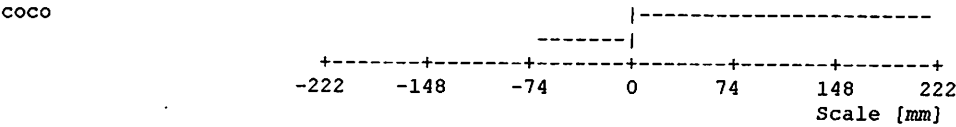


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0718	-0.0778	0.0210
coco	bako	01_002	0.0623	0.0651	-0.0129
NTUS-01	coco	01_003	0.2220	0.2129	-0.0709

Point id	NTUS-01			bako			
NTUS-01		9.54791	1.35258	-0.03003	-2.11348	-0.72436	0.19145
		1.35258	5.14396	-0.64380	-0.73850	-1.75196	0.17050
		-0.03003	-0.64380	0.91437	0.20131	0.16098	-0.30424
bako		-2.11348	-0.73850	0.20131	5.82135	0.76228	0.07808
		-0.72436	-1.75196	0.16098	0.76228	3.25015	-0.29178
		0.19145	0.17050	-0.30424	0.07808	-0.29178	0.49365
coco		-7.43443	-0.61408	-0.17129	-3.70787	-0.03792	-0.26953
		-0.62822	-3.39200	0.48282	-0.02378	-1.49818	0.12128
		-0.16142	0.47331	-0.61013	-0.27939	0.13080	-0.18941

Point id	coco			
NTUS-01		-7.43443	-0.62822	-0.16142
		-0.61408	-3.39200	0.47331
		-0.17129	0.48282	-0.61013
bako		-3.70787	-0.02378	-0.27939
		-0.03792	-1.49818	0.13080
		-0.26953	0.12128	-0.18941
coco		11.14230	0.65200	0.44082
		0.65200	4.89018	-0.60411
		0.44082	-0.60411	0.79954

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01		
9.54791	1.35258	-0.03003
1.35258	5.14396	-0.64380
-0.03003	-0.64380	0.91437

bako		
5.82135	0.76228	0.07808
0.76228	3.25015	-0.29178
0.07808	-0.29178	0.49365

coco		
11.14230	0.65200	0.44082
0.65200	4.89018	-0.60411
0.44082	-0.60411	0.79954

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.27	14.19
			1.39	22.74
			0.97	20.82
coco	bako	01_002	0.88	18.22
			1.28	21.14
			0.79	15.27
NTUS-01	coco	01_003	0.86	67.59

External reliability (cartesian):

Adjusted Cartesian coordinates:

2-D and 1-D confidence regions

Vectors:

Cartesian residuals:

Point id (from / to)	Obs no.								
		-222	-148	-74	0	74	148	222	Scale [mm]
NTUS-01 bako	01_001	+-----+	+-----+	+-----+		+-----+	+-----+	+-----+	
coco bako	01_002			-----		--		-----	
NTUS-01	01_003					-----			

NTUS-01	bako	01_001	-0.0802	-0.1086	0.0279
coco	bako	01_002	0.0498	0.0744	-0.0151
NTUS-01	coco	01_003	0.2357	0.2790	-0.0736

Point id	NTUS-01	bako	
NTUS-01	8.74881 1.58404 -0.11689	-2.12023 -0.90872 0.25466	
	1.58404 6.42505 -0.75843	-0.88928 -2.29719 0.25040	
	-0.11689 -0.75843 0.93699	0.24041 0.24835 -0.32580	
bako	-2.12023 -0.88928 0.24041	4.99154 0.71766 0.05613	
	-0.90872 -2.29719 0.24835	0.71766 3.75084 -0.34894	
	0.25466 0.25040 -0.32580	0.05613 -0.34894 0.52765	
coco	-6.62858 -0.69476 -0.12352	-2.87130 0.19106 -0.31079	
	-0.67532 -4.12786 0.51008	0.17162 -1.45365 0.09855	
	-0.13777 0.50803 -0.61118	-0.29654 0.10059 -0.20184	

Point id	coco	
NTUS-01	-6.62858 -0.67532 -0.13777	
	-0.69476 -4.12786 0.50803	
	-0.12352 0.51008 -0.61118	
bako	-2.87130 0.17162 -0.29654	
	0.19106 -1.45365 0.10059	
	-0.31079 0.09855 -0.20184	
coco	9.49988 0.50370 0.43431	
	0.50370 5.58151 -0.60863	
	0.43431 -0.60863 0.81303	

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01	bako
8.74881 1.58404 -0.11689	4.99154 0.71766 0.05613
1.58404 6.42505 -0.75843	0.71766 3.75084 -0.34894
-0.11689 -0.75843 0.93699	0.05613 -0.34894 0.52765
coco	
9.49988 0.50370 0.43431	
0.50370 5.58151 -0.60863	
0.43431 -0.60863 0.81303	

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.27	14.31
			1.50	22.79
			1.03	22.61
coco	bako	01_002	0.72	16.15
			1.32	18.56
			0.74	16.87
NTUS-01	coco	01_003	0.81	69.55
			1.47	58.65
			0.97	60.52

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	0.3996	0.3002	0.1138
coco	bako	01_002	0.4007	0.2933	0.1154

Adjusted Cartesian coordinates:

```

-----
NTUS-01      X: -1508023.4051 ± 0.09276 [m]
              Y:  6195579.6518 ± 0.08037 [m]
              Z:  148799.8541 ± 0.03284 [m]

bako         X: -1836969.4579 ± 0.06872 [m]
              Y:  6065619.5779 ± 0.06009 [m]
              Z: -716257.4141 ± 0.02655 [m]

coco         X: -741950.6238 ± 0.09511 [m]
              Y:  6190964.3488 ± 0.07669 [m]
              Z: -1337767.7107 ± 0.03216 [m]

```

2-D and 1-D confidence regions

```

-----
Confidence level:      68.00 %
1D expansion factor:   0.9946
2D expansion factor:   1.5096

```

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1474	84.0	0.0485	0.0743
bako	0.1073	85.2	0.0375	0.0577
coco	0.1450	88.9	0.0451	0.0760

```

Adjustment type      : Minimal constrained
Number of observations : 9
Number of unknowns   : 9
Degrees of Minimal constraineddom : 3
Datum defect         : 3
Number of groups      : 1

```

```

Sigma a priori      : 0.0344 [m]
Sigma a posteriori  : 0.0344 [m]

```

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.030	129959.958	865057.280
coco	bako	01_002	-1095018.839	-125344.824	621510.340
NTUS-01	coco	01_003	766072.444	-4615.596	-1486567.503

Cartesian residuals:

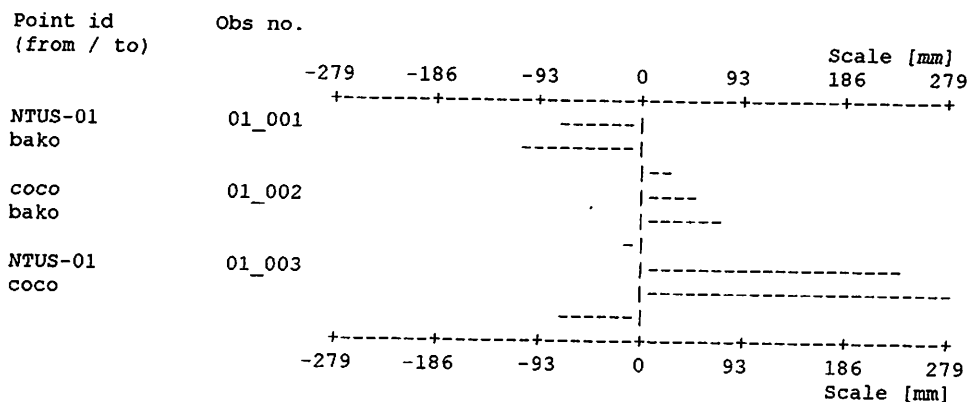


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
------------	----------	---------	----	----	----

bako	-15.99958	-6.60787	2.51252	35.29704	5.26805	-2.02355
	-7.02550	-15.65080	2.55514	5.26805	26.98831	-3.77730
	2.78432	2.68745	-2.80177	-2.02355	-3.77730	5.26938
coco	-48.31686	-8.87672	2.07311	-19.29746	1.75745	-0.76077
	-8.45909	-32.62771	5.41121	1.33982	-11.33752	1.08984
	1.80131	5.27889	-5.26172	-0.48897	1.22216	-2.46761

Point id	coco		
NTUS-01	-48.31686	-8.45909	1.80131
	-8.87672	-32.62771	5.27889
	2.07311	5.41121	-5.26172
bako	-19.29746	1.33982	-0.48897
	1.75745	-11.33752	1.22216
	-0.76077	1.08984	-2.46761
coco	67.61432	7.11927	-1.31234
	7.11927	43.96522	-6.50105
	-1.31234	-6.50105	7.72933

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01		
64.31644	15.48459	-4.58563
15.48459	48.27850	-7.96635
-4.58563	-7.96635	8.06348
bako		
35.29704	5.26805	-2.02355
5.26805	26.98831	-3.77730
-2.02355	-3.77730	5.26938
coco		
67.61432	7.11927	-1.31234
7.11927	43.96523	-6.50105
-1.31234	-6.50105	7.72933

Outlier detection:

Critical tau value: 1.63 for tuned Alpha: 12.24 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.09	13.19
			1.54	19.00
			1.13	23.57
coco	bako	01_002	0.55	15.65
			1.34	17.95
			0.93	23.09
NTUS-01	coco	01_003	0.86	71.16
			1.59	63.05
			1.31	53.34

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	1.3381	1.0309	0.4008
coco	bako	01_002	1.2825	0.9839	0.3913
NTUS-01	coco	01_003	1.3198	1.0491	0.4193

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.3523	0.2475	0.0867
bako	0.0077	0.0065	0.0026
coco	0.3324	0.2380	0.0850

Z: -716257.3965 ± 0.02616 [m]
 coco X: -741950.7009 ± 0.10024 [m]
 Y: 6190964.2559 ± 0.08121 [m]
 Z: -1337767.6781 ± 0.03216 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %
 1D expansion factor: 0.9946
 2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1555	83.3	0.0511	0.0766
bako	0.1195	86.7	0.0357	0.0567
coco	0.1567	89.7	0.0430	0.0776

Adjustment type : Minimal constrained
 Number of observations : 9
 Number of unknowns : 9
 Degrees of Minimal constraineddom : 3
 Datum defect : 3
 Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0116 [m]
 Sigma a posteriori : 0.0116 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328945.993	129959.985	865057.299
coco	bako	01_002	-1095018.866	-125344.839	621510.321
NTUS-01	coco	01_003	766072.542	-4615.619	-1486567.476

Cartesian residuals:

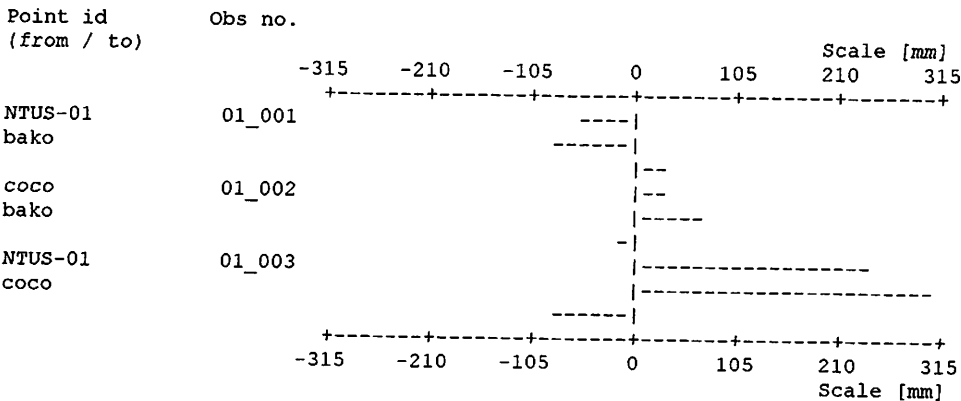


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0594	-0.0889	0.0313
coco	bako	01_002	0.0321	0.0685	-0.0241
NTUS-01	coco	01_003	0.2392	0.3161	-0.0891

Point id	NTUS-01	bako	
NTUS-01	64.31644	15.48459	-4.58563 -15.99958 -7.02550 2.78432
	15.48459	48.27850	-7.96635 -6.60787 -15.65080 2.68745
	-4.58563	-7.96635	8.06348 2.51252 2.55514 -2.80177

NTUS-01	-31.34662	-11.55032	2.12888
	-11.88201	-23.42235	4.52284
	2.29741	4.60412	-3.59474
bako	-15.01192	-3.63772	0.28452
	-3.30604	-7.00401	0.71167
	0.11599	0.63038	-1.17788
coco	46.35854	15.18804	-2.41340
	15.18804	30.42635	-5.23451
	-2.41340	-5.23451	4.77262

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
41.34240	16.10839	-3.14438	25.00770	7.86411	-1.13148
16.10839	34.70533	-7.21010	7.86411	18.28699	-3.31764
-3.14438	-7.21010	5.57391	-1.13148	-3.31764	3.15706
coco					
46.35854	15.18804	-2.41340			
15.18804	30.42635	-5.23451			
-2.41340	-5.23451	4.77262			

Outlier detection:

Critical tau value: 1.72 for tuned Alpha: 11.34 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	0.91	15.14
			1.62	18.61
			1.16	22.27
coco	bako	01_002	0.70	19.95
			1.52	16.23
			0.96	18.73
NTUS-01	coco	01_003	1.08	64.91
			1.67	65.15
			1.37	59.00

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	1.3864	1.1933	0.4569
coco	bako	01_002	1.3417	1.1402	0.4368
NTUS-01	coco	01_003	1.4264	1.2451	0.4787

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.3461	0.2914	0.1041
bako	0.0114	0.0076	0.0025
coco	0.3242	0.2830	0.1021

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3703 ±	0.09466 [m]
	Y:	6195579.7026 ±	0.08673 [m]
	Z:	148799.8374 ±	0.03476 [m]
bako	X:	-1836969.4456 ±	0.07362 [m]
	Y:	6065619.5369 ±	0.06296 [m]

1D expansion factor: 0.9946
2D expansion factor: 1.5096

Point	Semi major axis	Azimuth	Semi minor axis	Height
NTUS-01	0.1922	84.5	0.0461	0.0763
bako	0.1361	90.3	0.0292	0.0507
coco	0.1856	93.1	0.0344	0.0672

Adjustment type : Minimal constrained
Number of observations : 9
Number of unknowns : 9
Degrees of Minimal constraineddom : 3
Datum defect : 3
Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0147 [m]
Sigma a posteriori : 0.0147 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328946.023	129960.068	865057.266
coco	bako	01_002	-1095018.795	-125344.793	621510.303
NTUS-01	coco	01_003	766072.389	-4615.827	-1486567.406

Cartesian residuals:

Point id (from / to)	Obs no.	Scale [mm]
NTUS-01	01_001	-381 -254 -127 0 127 254 381
bako		
coco	01_002	
bako		
NTUS-01	01_003	
coco		

Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0521	-0.0976	0.0320
coco	bako	01_002	0.0499	0.0736	-0.0208
NTUS-01	coco	01_003	0.2806	0.3802	-0.1097

Point id	NTUS-01	bako	
NTUS-01	41.34240 16.10839 -3.14438	-9.99578 -4.55807 1.01550	
	16.10839 34.70533 -7.21010	-4.22638 -11.28299 2.68726	
	-3.14438 -7.21010 5.57391	0.84697 2.60598 -1.97918	
bako	-9.99578 -4.22638 0.84697	25.00770 7.86411 -1.13148	
	-4.55807 -11.28299 2.60598	7.86411 18.28699 -3.31764	
	1.01550 2.68726 -1.97918	-1.13148 -3.31764 3.15706	
coco	-31.34662 -11.88201 2.29741	-15.01192 -3.30604 0.11599	
	-11.55032 -23.42235 4.60412	-3.63772 -7.00401 0.63038	
	2.12888 4.52284 -3.59474	0.28452 0.71167 -1.17788	

Point id	coco	

| -0.06253 -0.72650 0.75377|

Reduced Cartesian variance / covariance information:

NTUS-01			bako		
15.31957	8.31576	-1.07983	7.98596	3.35685	0.04818
8.31576	10.55384	-2.14437	3.35685	4.49014	-0.72208
-1.07983	-2.14437	1.16935	0.04818	-0.72208	0.56912
coco					
16.32452	6.41102	-0.06253			
6.41102	6.64629	-0.72650			
-0.06253	-0.72650	0.75377			

Outlier detection:

Critical tau value: 1.72 for tuned Alpha: 11.34 [%]

From point	To point	Obs no.	Stand. resid.	R[%]
NTUS-01	bako	01_001	1.42	7.41
			1.59	26.78
			1.15	21.83
coco	bako	01_002	0.63	14.95
			1.37	13.39
			0.35	15.26
NTUS-01	coco	01_003	1.30	77.64
			1.71	59.83
			1.26	62.90

Internal reliability (cartesian):

From point	To point	Obs no.	minimal detectable bias		
			X	Y	Z
NTUS-01	bako	01_001	2.4315	1.2218	0.4700
coco	bako	01_002	1.8554	1.1293	0.3859
NTUS-01	coco	01_003	2.0946	1.5070	0.4596

External reliability (cartesian):

Point	dX	dY	dZ
NTUS-01	0.6898	0.2709	0.1105
bako	0.0263	0.0230	0.0123
coco	0.5031	0.2756	0.0950

Adjusted Cartesian coordinates:

NTUS-01	X:	-1508023.3792 ±	0.11420 [m]
	Y:	6195579.7923 ±	0.09478 [m]
	Z:	148799.8097 ±	0.03155 [m]
bako	X:	-1836969.2825 ±	0.08245 [m]
	Y:	6065619.5057 ±	0.06182 [m]
	Z:	-716257.3433 ±	0.02201 [m]
coco	X:	-741950.6547 ±	0.11788 [m]
	Y:	6190964.1065 ±	0.07522 [m]
	Z:	-1337767.6245 ±	0.02533 [m]

2-D and 1-D confidence regions

Confidence level: 68.00 %

Adjustment type : Minimal constrained
 Number of observations : 9
 Number of unknowns : 9
 Degrees of Minimal constraineddom : 3
 Datum defect : 3
 Number of groups : 1

Sigma a priori : 0.0292 [m]
 Sigma a posteriori : 0.0292 [m]

Vectors:

From point	To point	Obs no.	DX	DY	DZ
NTUS-01	bako	01_001	328945.823	129960.159	865057.187
coco	bako	01_002	-1095018.675	-125344.650	621510.287
NTUS-01	coco	01_003	766072.178	-4616.120	-1486567.337

Cartesian residuals:

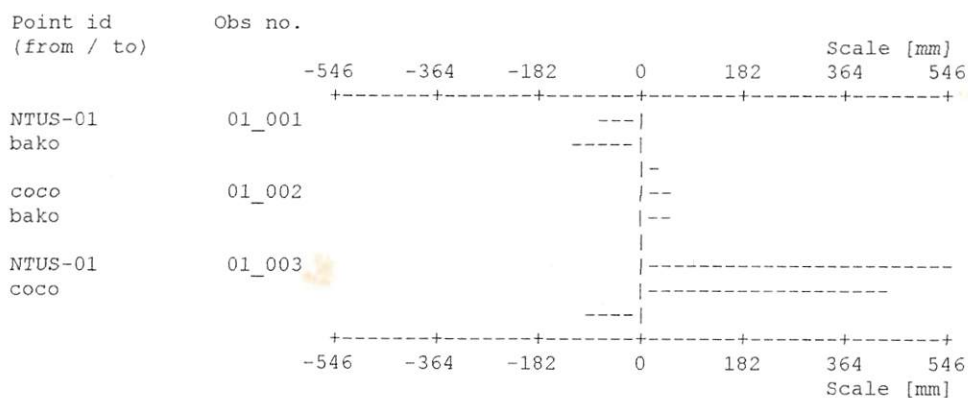


Table with Cartesian residuals:

From point	To point	Obs no.	dX	dY	dZ
NTUS-01	bako	01_001	-0.0803	-0.1277	0.0339
coco	bako	01_002	0.0471	0.0495	-0.0055
NTUS-01	coco	01_003	0.5469	0.4342	-0.0977

Point id	NTUS-01	bako
NTUS-01	15.31957 8.31576 -1.07983	-3.49051 -2.91623 0.61338
	8.31576 10.55384 -2.14437	-2.34536 -4.19885 1.11060
	-1.07983 -2.14437 1.16935	0.35573 1.02934 -0.49235
bako	-3.49051 -2.34536 0.35573	7.98596 3.35685 0.04818
	-2.91623 -4.19885 1.02934	3.35685 4.49014 -0.72208
	0.61338 1.11060 -0.49235	0.04818 -0.72208 0.56912
coco	-11.82907 -5.97040 0.72410	-4.49546 -0.44062 -0.66157
	-5.39953 -6.35499 1.11503	-1.01149 -0.29129 -0.38852
	0.46644 1.03377 -0.67699	-0.40391 -0.30727 -0.07677

Point id	coco
NTUS-01	-11.82907 -5.39953 0.46644
	-5.97040 -6.35499 1.03377
	0.72410 1.11503 -0.67699
bako	-4.49546 -1.01149 -0.40391
	-0.44062 -0.29129 -0.30727
	-0.66157 -0.38852 -0.07677
coco	16.32452 6.41102 -0.06253
	6.41102 6.64629 -0.72650