

SKRIPSI

UJI NILAI ERROR ELLIPS KESALAHAN RELATIF JARING GPS ORDE II MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KOMERSIL

Studi Kasus: Jaringan BM Orde II PGN SBU Wilayah II



Disusun oleh :

SYIHABUDDIN

10.25.914

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2012**

1871113

THE OFFICIAL TITLES MANAGED BY THE OFFICE OF THE
DIRECTOR OF THE NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS SERVICE
IN ORDER TO BE IN THE BEST INTERESTS OF THE

THE OFFICE OF
THE DIRECTOR OF
THE NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS SERVICE

THE OFFICE OF THE DIRECTOR OF THE NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS SERVICE
HAS THE HONOR TO ANNOUNCE THAT THE
NATIONAL ARCHIVES AND RECORDS SERVICE
HAS BEEN
ESTABLISHED



BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLAAN PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura No. 2 Telp. (0341)551431 (Hunting), Fax. (0341)553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341)417634 Malang

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

UJI NILAI ERROR ELLIPS KESALAHAN RELATIF JARING GPS

ORDE II MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KOMERSIL

(Studi Kasus : Jaringan BM Orde II PGN SBU Wilayah II)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Skripsi Jenjang Strata - 1

(S-1)

Pada hari : Selasa

Tanggal : 14 Agustus 2012

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

Oleh :

SYIHABUDDIN

10.25.914

Panitia Ujian Skripsi

Ketua


(Ir. Agus Darpono, MT)

Sekretaris


(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Anggota Penguji

Penguji I


(DK. Sunaryo, ST., MT)

Penguji II


(Dr. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geo.Sc)

Penguji III


(Silvester Sari Sai, ST., MT)

LEMBAR PERSETUJUAN

UJI NILAI ERROR ELLIPS KESALAHAN RELATIF JARING GPS ORDE II MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KOMERSIL

(Studi Kasus : Jaringan BM Orde II PGN SBU Wilayah II)

SKRIPSI

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

Oleh :

SYIHABUDDIN

10.25.914

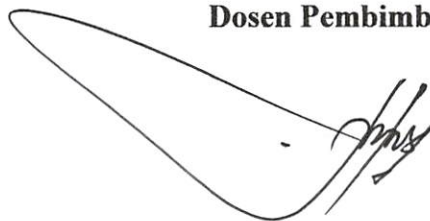
Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



(Silvester Sari Sai, ST., MT)

Dosen Pembimbing II



(Hery Purwanto, ST., MSc)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi S-1



(Ir. Agus Darpono, MT)

UJI NILAI ERROR ELLIPS KESALAHAN RELATIF JARING GPS ORDE II MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK KOMERSIL

(Studi Kasus : Jaringan BM Orde II PGN SBU Wilayah II)

Syihabuddin (1025914)

Dosen Pembimbing 1 : Silvester Sari Sai, ST., MT

Dosen Pembimbing 2 : Hery Purwanto, ST., MSc

Abstraksi

Survei GPS yang dilakukan dalam kegiatan survei utilitas jalur pipa gas biasanya memerlukan suatu titik ikat atau titik kontrol. Tuntutan spesifikasi teknis dari PGN yang mengharuskan metode dan pengamatan serta pengolahan data titik kontrol geodetik mengikuti ketentuan SNI orde 2, menjadi masalah tersendiri dalam pengolahan datanya. Dalam SNI mengatakan bahwa tipe perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data jaring titik kontrol menggunakan software komersil. Namun hal tersebut tidak diperjelas dengan nama software yang digunakan. Artinya kita bebas menggunakan berbagai jenis software komersil. Tentu software yang memiliki ketelitian yang paling baik yang akan digunakan. Ketelitian yang paling baik adalah ketelitian yang memenuhi nilai penetapan orde jaringan yang disyaratkan SNI tentang Kerangka Kontrol Horisontal.

Melalui penelitian ini, pengujian sumbu semi-major axis dari nilai error ellips kesalahan relatif dan faktor yang mempengaruhinya dibahas dengan seksama. Pengujian dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak komersil antara lain TopconTools, GeoGenius dan Columbus. Hasil pengolahan dan perataan data pengamatan GPS Geodetik menggunakan perangkat lunak komersil, kemudian dibandingkan dengan nilai penetapan orde jaringan yang disyaratkan SNI tentang Kerangka Kontrol Horisontal.

Melalui pengolahan baseline menggunakan perangkat lunak TopconTools dan perataan jaring menggunakan perangkat lunak Columbus diperoleh 26 baseline dari 27 baseline yang masuk standar SNI atau persentasinya sebesar 96,30%, sedangkan dengan menggunakan perangkat lunak GeoGenius diperoleh 14 baseline dari 26 baseline yang masuk standar SNI atau sebesar 53,85%. Perbedaan tersebut dipengaruhi nilai matriks varian-kovarian komponen baseline yang diperoleh pada saat pengolahan baseline.

Kata Kunci: GPS, kerangka kontrol horisontal, perangkat lunak komersil

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Syihabuddin
NIM : 10.25.914
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi saya yang berjudul

**“ Uji Nilai Error Ellips Kesalahan Relatif Jaring GPS Orde II
Menggunakan Perangkat Lunak Komersil ”**
(Studi Kasus : Jaringan BM Orde II PGN SBU Wilayah II)

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

Malang, September 2012

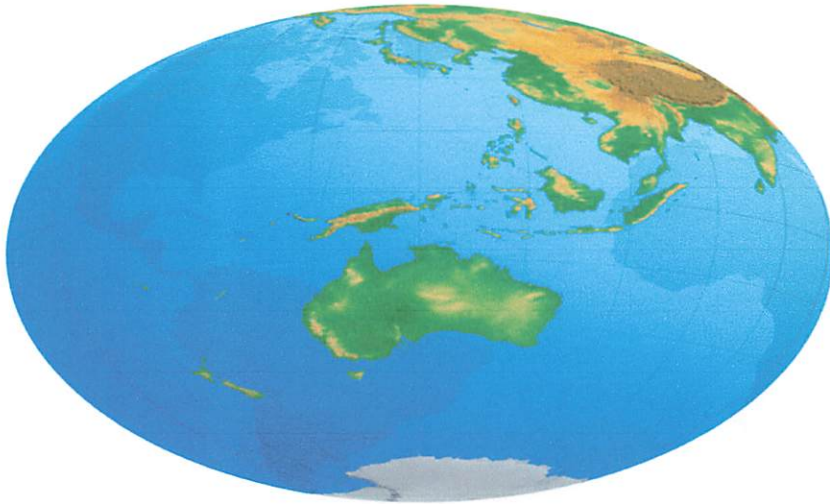
Yang membuat pernyataan

Syihabuddin

NIM : 10.25.914

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

- Bagilah pengetahuanmu, karena inilah cara satu - satunya untuk mengabadikannya-
- Bukanlah seorang pemuda yang mengatakan "inilah ayahku" tapi seorang pemuda akan mengatakan "inilah aku" (Ali bin Abi Thalib)-
- Untuk menjadi sukses itu memang sulit, tetapi menjadi tidak sukses itu jauh lebih sulit-



Skripsi ini saya persembahkan untuk :

"Ayah dan ibuku terima kasih atas segala bentuk dukungan, pengorbanan dan do'anya. Semoga karya ini dapat sedikit mengobati rasa lelah ayah dan ibu"

"Adik-adikku kemarin adalah pelajaran, hari ini adalah perjuangan dan esok adalah harapan. Jangan berdiam diri terus lakukan sesuatu yang bermanfaat untuk masa depan"

"Seluruh keluarga besarku"

"Teman – teman"

"Semua orang yang tertarik dengan ilmu pengetahuan"

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT Sang Pencipta semesta alam, karena hanya dengan segala rahmat dan hidayah-NYA, penulis dapat menyelesaikan Skripsi sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik (S-1) pada Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.

Skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan tanpa kehendak Allah SWT, serta bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Soeparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. A. Agus Santosa, MT selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. Agus Darpono, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Silvester Sari Sai, ST., MT selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Hery Purwanto, ST., MSc selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak DK. Sunaryo, ST., MT selaku Dosen Penguji I.
7. Bapak Dr. Edwin Tjahjadi, ST., M.Geom.Sc selaku Dosen Penguji II.
8. Segenap dosen, staf pengajar dan *recording* Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang.
9. Kedua orang tuaku Drs. Dulman dan Dra. Oom Romjah yang selalu memberikan dukungan, semangat dan doa.

10. Rekan-rekan, sahabat, dan semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih belum sempurna, baik dari segi materi, sistematika pembahasan, maupun susunan bahasa. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Hasil penelitian ini dan dengan segala keterbatasannya dipersembahkan kepada dunia pendidikan, semoga ada manfaatnya untuk pengembangan sumber daya manusia di negara tercinta ini.

Malang, 10 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

Judul	i
Lembar Persetujuan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Abstraksi	iv
Surat Pernyataan Keaslian Skripsi	v
Lembar Persembahan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xii
Daftar Gambar	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tinjauan Pustaka	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Sistem Koordinat	4
2.2. GPS	7
2.2.1 Kesalahan dan Bias GPS	8
2.2.2 <i>Differencing</i>	13
2.3. Strategi Pengolahan Data	16
2.3.1 Karakteristik Perangkat Lunak	18

2.3.2 Pengolahan Baseline	20
2.3.3 Perataan Jaringan	23
2.3.4 Ellips Kesalahan	29
2.4. Uji Statistik	33
2.5. Klasifikasi Jaring Titik Kontrol Horisontal	35
2.5.1 Penetapan Kelas Jaringan	35
2.5.2 Penetapan Orde Jaringan	36
BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN	38
3.1. Persiapan Penelitian	38
3.1.1. Peralatan penelitian	39
3.1.2. Bahan penelitian	39
3.1.3. Diagram alir	45
3.2. Pengolahan Data	46
3.2.1. Pemrosesan baseline dengan Topcon Tools	47
3.2.2. Pemrosesan baseline dengan GeoGenius	58
3.2.3. Perataan jaring dengan Columbus	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	85
4.1. Panjang Baseline dan Ketelitian.....	85
4.1.1. Panjang Baseline dan Ketelitian hasil TopconTools.....	86
4.1.2. Panjang Baseline dan Ketelitian hasil GeoGenius	89
4.2. Koordinat dan Ketelitian	91
4.2.1. Koordinat dan Ketelitian hasil TopconTools	91
4.2.2. Koordinat dan Ketelitian hasil GeoGenius	94
4.3. Uji Nilai Ellips Kesalahan Relatif terhadap SNI	96
4.3.1. Uji nilai <i>ellips</i> hasil pengolahan TopconTools dan Columbus	96
4.3.2. Uji nilai <i>ellips</i> hasil pengolahan GeoGenius dan Columbus.....	100

BAB V PENUTUP	105
5.1. Kesimpulan	105
5.2. Saran	106
 Daftar Pustaka	 107
 Lampiran 1	
Buku tugu TTG dari Bakosurtanal	108
Lampiran 2	
Hasil <i>processing baseline</i> GeoGenius	112
Lampiran 3	
Hasil <i>processing baseline</i> TopconTools	134
Lampiran 4	
Data pengamatan dalam format <i>RINEX</i>	137

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Parameter transformasi ITRF ke beberapa sistem koordinat	6
Tabel 2.2. Kelas survei dan tingkat ketelitiannya	23
Tabel 2.3. Kelas (pengukuran) jaring titik kontrol horisontal	36
Tabel 2.4. Orde jaring titik kontrol horisontal	37
Tabel 3.1. Koordinat titik ikat N1.0234	40
Tabel 3.2. Koordinat titik ikat N1.0322	40
Tabel 3.3. Koordinat titik ikat BSBYA	40
Tabel 4.1. Panjang baseline dan ketelitiannya dengan TopconTools	86
Tabel 4.2. Panjang baseline dan ketelitiannya dengan GeoGenius	89
Tabel 4.3. Koordinat dan ketelitiannya hasil pengolahan menggunakan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus	92
Tabel 4.4. Matriks <i>varian-kovarian</i> koordinat hasil TopconTools	93
Tabel 4.5. Koordinat dan ketelitiannya hasil pengolahan menggunakan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus	94
Tabel 4.6. Matriks <i>varian-kovarian</i> koordinat hasil GeoGenius	95

Tabel 4.7. Uji sumbu <i>semi-major axis</i> hasil pengolahan menggunakan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus	97
Tabel 4.8. Matriks <i>varian-kovarian</i> baseline hasil TopconTools	99
Tabel 4.9. Uji sumbu <i>semi-major axis</i> hasil pengolahan menggunakan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus	101
Tabel 4.10. Matriks <i>varian-kovarian</i> baseline hasil GeoGenius	103

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Pendefinisian sistem koordinat WGS 84	5
Gambar 2.2. Konfigurasi satelit dan receiver GPS pada penentuan posisi relatif statik	7
Gambar 2.3. Kesalahan dan bias data GPS	8
Gambar 2.4. Ketidakpastian orbit satelit	9
Gambar 2.5. Aspek-aspek pengolahan data GPS	17
Gambar 2.6. Pengolahan data baseline GPS	21
Gambar 2.7. Tahapan perhitungan suatu baseline GPS	22
Gambar 2.8. Perataan jaringan GPS	25
Gambar 2.9. Vektor baseline lepas dan terikat	27
Gambar 2.10. Ellips kesalahan absolut	30
Gambar 2.11. Ellips kesalahan relatif	31
Gambar 3.1. Lokasi pengambilan data	38
Gambar 3.2. Menjalankan Topcon Tools v.8.2	47
Gambar 3.3. Kotak dialog Startup	47
Gambar 3.4. Kotak dialog Create a new job	48
Gambar 3.5. Kotak dialog job configuration	48
Gambar 3.6. Cara memasukkan data mentah	49
Gambar 3.7. Kotak dialog <i>import</i>	49
Gambar 3.8. Tampilan window setelah import point	50
Gambar 3.9. Tampilan windows GPS Occupations	50
Gambar 3.10. Tampilan windows Disable Baseline	51
Gambar 3.11. Tampilan Occupation View	51
Gambar 3.12. Tampilan Satelit yang terekam saat pengamatan	52
Gambar 3.13. Tampilan proses pengeliminasian data pengamatan	52

Gambar 3.14. Tampilan Pull down Control Properties	53
Gambar 3.15. Kotak dialog Properties	53
Gambar 3.16. Tampilan Input Koordinat Titik Kontrol	54
Gambar 3.17. Tampilan Pulldown Process Properties	54
Gambar 3.18. Tampilan Process Properties	55
Gambar 3.19. Tampilan Proses Pengolahan Baseline	55
Gambar 3.20. Tampilan Setelah Proses Baseline	56
Gambar 3.21. Tampilan Pulldown Export	56
Gambar 3.22. Tampilan Penyimpanan File	57
Gambar 3.23. Menjalankan perangkat lunak GeoGenius	58
Gambar 3.24. Tampilan awal GeoGenius	58
Gambar 3.25. Cara mengganti sistem proyeksi yang digunakan	59
Gambar 3.26. Kotak dialog Select System	59
Gambar 3.27. Kotak dialog System Editor	60
Gambar 3.28. Cara input data	60
Gambar 3.29. Kotak dialog Insert file into Project	61
Gambar 3.30. Kotak dialog decoder	61
Gambar 3.31. Tampilan keseluruhan baseline	62
Gambar 3.32. Cara mengganti nama titik	62
Gambar 3.33. Kotak dialog Property: Point	63
Gambar 3.34. Cara mengganti tinggi antenna	63
Gambar 3.35. kotak dialog property: observation file	64
Gambar 3.36. Cara menggabung titik-titik yang sama	64
Gambar 3.37. Kotak dialog Merge Point	65
Gambar 3.38. Cara menentukan titik fix	65
Gambar 3.39. Cara merubah koordinat titik-titik fix	66
Gambar 3.40. kotak dialog Property: Point	66
Gambar 3.41. Cara memroses baseline	67

Gambar 3.42. Kotak dialog Compress Report	67
Gambar 3.43. Cara merubah frekuensi sinyal	68
Gambar 3.44. Kotak dialog Processing Options	68
Gambar 3.45. Hasil pengolahan baseline	69
Gambar 3.46. Membuka informasi pengolahan	69
Gambar 3.47. Tampilan laporan hasil pengolahan baseline	70
Gambar 3.48. Menjalankan software Columbus	70
Gambar 3.49. Membuat lembar kerja baru	71
Gambar 3.50. Cara memasukkan file hasil pengolahan baseline	71
Gambar 3.51. Cara membuka file hasil pengolahan baseline	72
Gambar 3.52. Cara meng- <i>import</i> dari format <i>Ashtech 'O'</i>	72
Gambar 3.53. Tampilan jaringan GPS	73
Gambar 3.54. Cara memilih <i>Network Stations</i>	73
Gambar 3.55. Kotak dialog <i>Select The Network Stations</i>	74
Gambar 3.56. Cara memilih <i>Fixed Stations</i>	74
Gambar 3.57. Kotak dialog <i>Select Fixed Stations</i>	75
Gambar 3.58. Tampilan setelah ditentukan <i>Fixed Stations</i>	75
Gambar 3.59. Cara memilih titik yang di observasi	76
Gambar 3.60. Kotak dialog <i>Select Network Observations</i>	76
Gambar 3.61. Tampilan <i>Pulldown Adjustment</i>	77
Gambar 3.62. Tampilan <i>Report Adjustment</i>	77
Gambar 3.63. Tampilan <i>Pulldown Outlier Observations</i>	78
Gambar 3.64. Tampilan data observasi yang <i>outlier</i>	78
Gambar 3.65. Tampilan <i>Pulldown Distance Error</i>	79
Gambar 3.66. Tampilan Tabel <i>Distance Error</i>	79
Gambar 3.67. Tampilan <i>Pulldown</i> Koordinat Geodetik	80
Gambar 3.68. Tampilan Penyimpanan Koordinat UTM	80
Gambar 3.69. Tampilan <i>Pulldown Error Ellipses</i>	81

Gambar 3.70. Tampilan Tabel <i>Error Ellipses</i> kesalahan relatif	81
Gambar 3.71. Tampilan <i>Pulldown Report</i>	82
Gambar 3.72. Tampilan <i>Windows Save Report</i>	82
Gambar 3.73. Tampilan <i>Pulldown</i> Gambar Jaringan	83
Gambar 3.74. Tampilan <i>Pulldown</i> Gambar Jaringan	83
Gambar 3.75. Tampilan <i>Pulldown Create Network DXF</i>	84
Gambar 3.76. Tampilan <i>Windows Save DXF Files</i>	84
Gambar 4.1. Grafik ketelitian dari panjang baseline TopconTools	87
Gambar 4.2. Grafik ketelitian dari panjang baseline GeoGenius	90
Gambar 4.3. Grafik ketelitian dari titik-titik koordinat TopconTools.....	92
Gambar 4.4. Grafik ketelitian dari titik-titik koordinat GeoGenius	94
Gambar 4.5. Grafik perbandingan panjang semi-mayor axis yang diperbolehkan dengan panjang semi-mayor axis hasil penghitungan TopconTools	98
Gambar 4.6. Grafik perbandingan panjang semi-mayor axis yang diperbolehkan dengan panjang semi-mayor axis hasil penghitungan GeoGenius	102

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Survei GPS yang dilakukan dalam kegiatan survei utilitas jalur pipa gas biasanya memerlukan suatu titik ikat atau titik kontrol. Perusahaan Gas Negara (PGN) memiliki titik kontrol sendiri dengan menggunakan datum WGS'84 dan sistem proyeksi UTM. Tuntutan spesifikasi teknis dari PGN yang mengharuskan metode dan pengamatan serta pengolahan data titik kontrol geodetik mengikuti ketentuan SNI orde 2, menjadi masalah tersendiri dalam pengolahan datanya. Dalam SNI mengatakan bahwa tipe perangkat lunak yang digunakan untuk mengolah data jaring titik kontrol menggunakan *software* komersil. Namun hal tersebut tidak diperjelas dengan nama *software* yang digunakan. Artinya kita bebas menggunakan berbagai jenis *software* komersil. Tentu *software* yang memiliki ketelitian yang paling baik yang akan digunakan. Hal tersebut yang memacu penulis untuk mengetahui *software* mana yang menghasilkan ketelitian yang paling baik.

Hal lain yang menjadi masalah adalah keberadaan titik-titik kontrol diupayakan dapat tersebar merata dan memiliki geometri jaringan yang baik di sekitar pipa gas yang tertanam dengan kerapatan tertentu, yang nantinya dapat digunakan dalam membantu proses survei dan pemetaan jalur pipa gas secara efektif dan efisien. Kenyataan yang ada sekarang ini, titik kontrol masih belum

tersebar secara merata di sekitar jalur pipa gas dan juga kerapatannya belum optimal.

Berdasarkan aturan SNI jaring kontrol horisontal ukuran keberhasilan proses pengolahan perataan baseline GPS ditentukan oleh nilai semi mayor axis(a) dari *error ellips* kesalahan relatif. Oleh karena itu penulis akan melakukan pengujian kualitas koordinat titik BM Orde II dan nilai semi mayor axis(a) dari *error ellips* kesalahan relatif dalam jaring GPS Orde II. Nilai-nilai tersebut diperoleh dari hasil perataan baseline menggunakan dua perangkat lunak komersil.

1.2. Perumusan Masalah

Bagaimana mengolah data baseline hasil pengamatan GPS dan proses perataan jaring menggunakan perangkat lunak komersil untuk memenuhi Penetapan Orde II jaringan yang dilihat dari panjang maksimum sumbu *semi-major axis(a) error ellips* kesalahan relatif seperti yang disyaratkan SNI?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dilaksanakannya penelitian ini adalah mengolah data baseline hasil pengamatan GPS dan proses perataan jaring menggunakan perangkat lunak komersil untuk memenuhi ketelitian yang disyaratkan oleh SNI dengan spesifikasi Orde II.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji signifikansi perbedaan nilai *error ellips* kesalahan relatif jaring GPS Orde II hasil pengolahan perangkat lunak komersil untuk memenuhi standar SNI Orde II.

1.4. Batasan Masalah

1. Software pengolah data GPS menggunakan dua software komersil, yaitu *Geo Genius* dan *Topcon Surv.*
2. Software khusus untuk perataan jaringan menggunakan software *Columbus*.
3. Lokasi pengambilan data adalah Wilayah Distrik II PT. Perusahaan Gas Negara (PGN) SBU Wilayah 2.

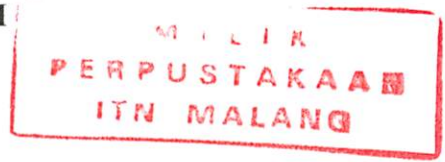
1.5. Tinjauan Pustaka

Ketelitian vektor *baseline* yang dihasilkan dari pengukuran GPS tergantung jumlah satelit yang teramat satu sesi, geometri satelit, dan panjangnya *baseline* (Subarya, 1996). Untuk menjaga konsistensi ketelitian titik-titik dalam jaringan, distribusi titik-titik harus didesain secara merata dan teratur. Menurut Apidiyanto (2000), koordinat hasil perataan jaringan yang menggunakan titik kontrol orde yang sama ternyata lebih teliti daripada koordinat hasil perataan jaringan yang menggunakan titik kontrol yang berbeda. Sanjaya (2001) menyatakan bahwa penentuan jaring KDKN orde 3 di Kabupaten Tegal menggunakan *baseline* dengan panjang seragam dan bervariasi menunjukkan bahwa secara umum jaring dengan panjang *baseline* yang seragam mempunyai ketelitian yang lebih baik dibandingkan dengan jaringan dengan panjang *baseline* bervariasi.

Berdasarkan tinjauan pustaka tersebut penulis ingin menguji signifikansi perbedaan nilai *error ellips* kesalahan relatif jaring GPS Orde II hasil pengolahan perangkat lunak komersil untuk memenuhi standar SNI Orde II.

BAB II

LANDASAN TEORI

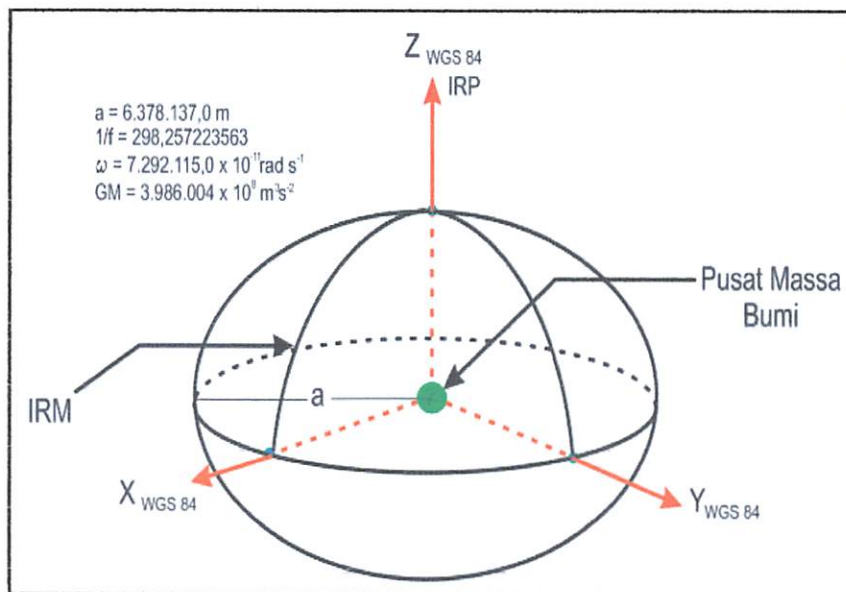


2.1. Sistem Koordinat

Sistem referensi koordinat berdasar kerangka acuannya dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu: CIS (*Conventional Inertial System*) dan CTS (*Conventional Terrestrial System*). CIS adalah sistem koordinat referensi yang terikat langit dan digunakan untuk mendeskripsikan posisi dan pergerakan satelit atau benda-benda langit. Pada saat ini ICRS direalisasikan melalui daftar koordinat bintang-bintang yang dibakukan dalam suatu katalog yang dikenal dengan FK5. Origin kerangka acuan FK5 didefinisikan berimpit dengan pusat massa bumi (geosentrik), sumbu $-Z$ positif mengarah ke CEP (*Conventional Ephemeris Pole*) pada epok standar J2000, sumbu-X positif ke arah titik Aries atau *Vernal Equinox* pada epok standar J2000 dan terletak pada bidang ekuator bumi, dan sumbu-Y tegak lurus sumbu-Z dan sumbu-X membentuk sistem koordinat tangan kanan. CTS adalah sistem koordinat referensi yang terikat bumi dan digunakan untuk mendeskripsikan posisi dan pergerakan titik-titik di muka bumi. CTS direalisasikan melalui sekumpulan koordinat titik-titik kontrol yang tersebar pada jaring lokal maupun global. Pada saat ini kerangka realisasi CTS yang banyak dipakai adalah WGS (*World Geodetic System*) 1984 dan ITRF (*International Terrestrial Reference Frame*).

World Geodetic System 1984 atau biasa disebut WGS 84 adalah sistem koordinat CTS yang didefinisikan, direalisasikan dan dipantau oleh NIMA (*National Imagery and Mapping Agency*) Amerika Serikat. Kerangka referensi

WGS 84 direalisasikan pertama kalinya pada tahun 1987 dengan sekumpulan titik yang koordinatnya diamat dengan sistem satelit DOPPLER (NIMA, 2000). WGS 84 mengadopsi model geoid global EGM84, model geoid global EGM84 digunakan untuk mendefinisikan model elipsoid dan geoid. Model geoid mempunyai peranan dalam penentuan kerangka acuan WGS 84 yaitu penentuan pusat massa bumi dan nilai GM (konstanta gravitasi bumi termasuk massa atmosfer dan lautan). Origin kerangka acuan WGS 84 didefinisikan berimpit dengan massa bumi, sumbu-Z positif mengarah ke IRP (*IERS Reference Pole*), sumbu-X positif merupakan perpotongan antara bidang meridian IERS atau IRM (*IERS Reference Meridian*) dan bidang normal origin sumbu-Z, dan sumbu-Y tegak lurus sumbu-Z dan sumbu-X membentuk sistem koordinat tangan kanan (NIMA, 2000).



Gambar 2.1. Pendefinisian sistem koordinat WGS 84, NIMA (2000)

ITRF adalah sistem koordinat yang merupakan realisasi dari ITRS (*International Terrestrial Reference System*) yang didefinisikan, direalisasikan,

dan dipantau oleh IERS (*International Earth Rotation Service*). Sistem ITRF direalisasikan dengan koordinat dan kecepatan dari sejumlah titik-titik yang tersebar diseluruh permukaan bumi yang diamat dengan metode VLBI, LLR, GPS, SLR, dan DORIS. ITRF berupa sekumpulan koordinat (tidak kurang dari 600) titik kontrol bumi dengan ketelitian 1 sampai 3 cm. Origin ITRF dan sumbu-sumbunya pada asalnya sama dengan WGS 84, akan tetapi ITRF telah mempertimbangkan dinamika lempeng bumi, pergerakan sumbu rotasi bumi dalam ruang inersia (presesi dan nutasi), dan fluktuasi dalam kecepatan rotasi bumi.

Hubungan WGS 84 dan ITRF didefinisikan sebagai berikut (ITRF, 2010):

$$X_2 = X_1 + T + DX_1 + RX_1 \dots\dots\dots(2.1)$$

X_2 adalah koordinat WGS 84, X_1 adalah koordinat ITRF, T adalah parameter translasi origin salib sumbu-X, sumbu-Y, dan sumbu-Z, D adalah parameter skala, dan R adalah parameter rotasi sumbu-X, sumbu-Y, dan sumbu-Z. Beberapa nilai parameter translasi, rotasi, dan skala dari ITRF ke WGS 84 ditunjukkan Tabel 2.1:

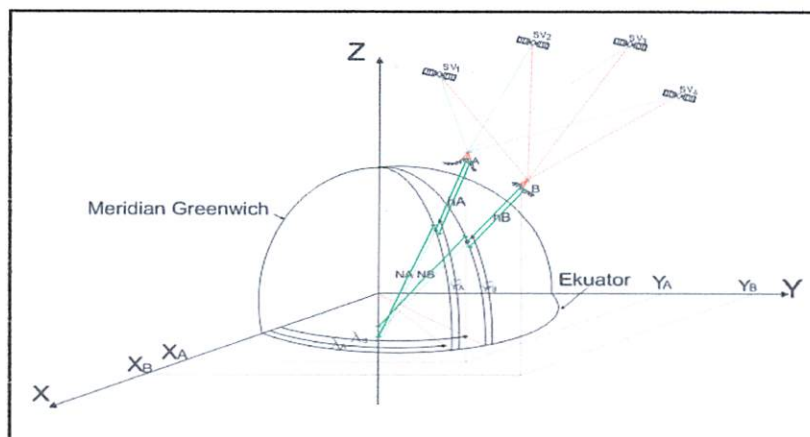
Tabel 2.1.Parameter transformasi ITRF ke beberapa sistem koordinat, *ITRF, (2010)*

Dari	ke	dX (mm)	dY (mm)	dZ (mm)	skala 10^{-9}	rX (0.001")	rY (0.001")	rZ (0.001")
ITRF 0	ITRF 05	0,1	-0,8	-5,8	0,40	0,0000	0,0000	0,0000
ITRF 00	ITRF 90	24,7	23,5	-35,9	2,45	0,0000	0,0000	-0.1800
ITRF 90	WGS 84	6,0	5,2	-2,2	-0,011	0,0183	-0,0003	0,0070

2.2. GPS

GPS (*Global Positioning System*) adalah sistem navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dikembangkan dan dikelola oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat. GPS mampu memberikan informasi tentang posisi, kecepatan dan waktu dimana saja dimuka bumi setiap saat. Kemampuan jangkauannya mencakup seluruh dunia dan dapat digunakan banyak orang setiap saat pada waktu yang sama. (Abidin,H.Z, 2007).

Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS adalah perpotongan kebelakang dengan pengukuran jarak ke satelit. Penentuan posisi dengan GPS yang dilakukan pada penelitian ini dijalankan dengan metode relatif statik. Metode ini merupakan penentuan vektor jarak basis (*baseline*) antara dua stasiun pengamatan. Pengamatan dilakukan secara bersamaan pada minimal empat buah satelit dengan menggunakan lebih dari satu *receiver* GPS, pengamatan GPS statik dengan menggunakan data pseudorange dan ataupun data fase seperti ini disebut pengamatan GPS relatif statik.



Gambar 2.2. Konfigurasi satelit dan receiver GPS pada penentuan posisi relatif statik, NIMA (2000)

Keterangan Gambar 2.2 :

X, Y, Z : sumbu koordinat kartesi tiga dimensi;

A , dan B : receiver GPS;

X_A, Y_A, Z_A : koordinat kartesi tiga dimensi receiver GPS A;

X_B, Y_B, Z_B : koordinat kartesi tiga dimensi receiver GPS B;

f_A, l_A, h_A : koordinat geodesi receiver GPS A;

f_B, l_B, h_B : koordinat geodesi receiver GPS B;

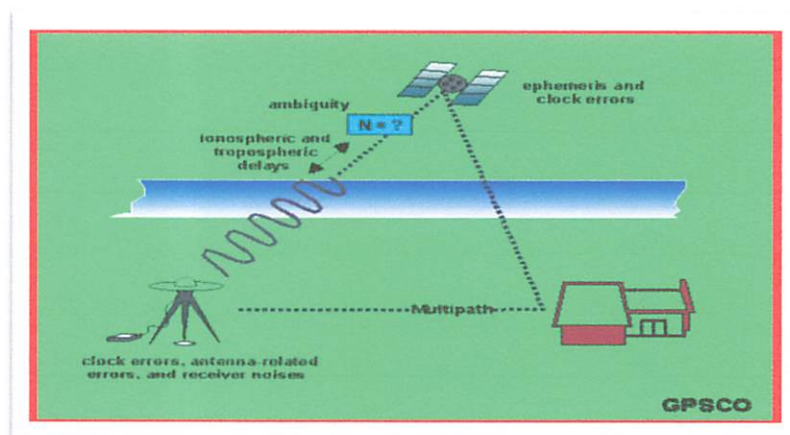
N_A, N_B : *prime vertical* A dan B;

SV_i : *satelit vehicle i*



2.2.1. Kesalahan dan bias GPS

semua pengukuran GPS baik menggunakan data *pseudorange* maupun data fase terkandung kesalahan dan bias (Rizos, 1999). Bias didefinisikan perbedaan antara nilai pengukuran dengan nilai sebenarnya, disebabkan oleh kesalahan sistematik yang dapat dimodelkan. Adapun kesalahan adalah bias yang tidak dapat dimodelkan (Rizos, 1999).

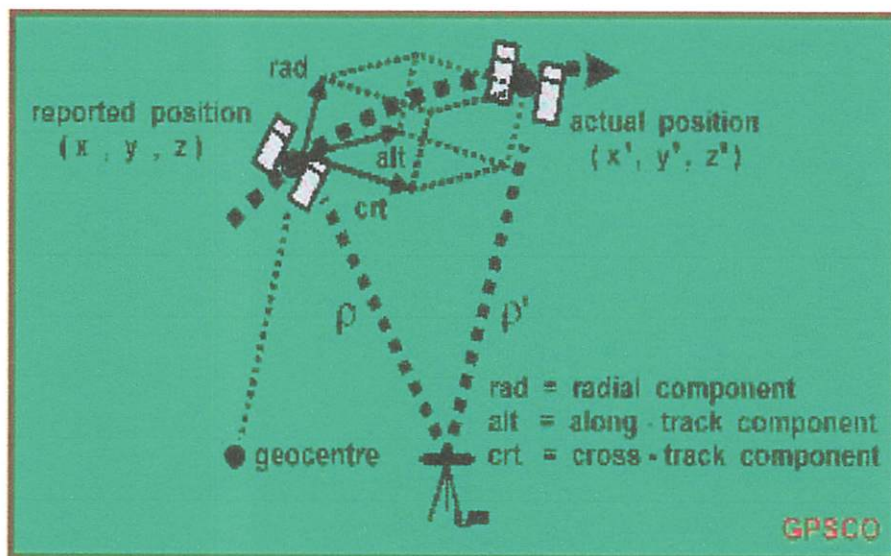


Gambar 2.3. Kesalahan dan bias data GPS, Rizos (1999)

Berdasar sumbernya, bias terbagi dalam 3 (tiga) komponen yaitu : segmen satelit, segmen receiver, dan segmen antara satelit dan receiver (Rizos, 1999)

a. Segmen satelit, bias yang terdapat dalam segmen satelit bersumber dari 3 (tiga) hal, yaitu: ketidakpastian orbit satelit, jam satelit, dan *selective availability*(SA).

1. Ketidakpastian orbit satelit, ketidakpastian orbit satelit disebabkan perbedaan antara posisi satelit yang dilaporkan dengan posisi satelit yang sebenarnya. Informasi posisi satelit terkandung dalam pesan navigasi (*broadcast ephemeris*) yang dikirim ke receiver. Untuk mengeliminir bias yang disebabkan ketidakpastian orbit digunakan data *precise ephemeris*. Lembaga atau badan yang menyediakan data *precise ephemeris* diantaranya: IGS (*International GPS Services for Geodynamics*), *The U.S. Defense Mapping Agency* (DMA), *The U.S. Geological Survey* (U.S.G.S), dan CIGNET (*Cooperative International GPS Network*).



Gambar 2.4. Ketidakpastian orbit satelit, Rizos (1999)

2. Jam satelit, bias yang diakibatkan oleh kesalahan jam satelit disebabkan kesalahan jam atom yang dibawa satelit. Kesalahan jam satelit sebesar 1 *nanosecond* (10^{-9} *second*) akan memberikan dampak kesalahan penentuan posisi sebesar 0,3 meter . Kesalahan jam satelit sebesar 1 *microsecond* (10^{-6} *second*) akan memberikan dampak kesalahan penentuan posisi sebesar 3 meter (Rizos, 1999). Bias jam satelit dapat direduksi dengan teknik pengukuran secara *differensial* dan teknik pengolahan data GPS menggunakan teknik *differencing*.
 3. *Selective availability* (SA), *selective availability* adalah pemalsuan data GPS yang diimplementasikan dengan merubah jam satelit GPS dan pesan navigasi yang diterima receiver (Leick, 2004). SA diterapkan oleh militer Amerika Serikat untuk menjaga data GPS sesuai dengan kepentingan mereka. Akan tetapi, sejak 2 Mei 2000 penerapan SA telah ditiadakan
- b. Segmen receiver, bias yang terdapat dalam segmen receiver adalah bias penentuan koordinat titik ikat dan ketelitiannya serta bias jam receiver.
1. Bias penentuan koordinat titik ikat, penentuan posisi dengan GPS mensyaratkan bahwa koordinat salah satu stasiun GPS sebagai titik ikat. Kesalahan dalam pemberian nilai koordinat dan ketelitiannya akan berpengaruh pada koordinat yang diperoleh stasiun GPS lain yang terhubung dengan titik ikat ini.
 2. Bias jam receiver, jam receiver GPS menggunakan *quartz cristal oscillator*, kelebihan penggunaan jam *quartz cristal oscillator* adalah bentuknya yang kecil, konsumsi listrik sedikit, dan jauh lebih murah dibanding jam atom. Akan tetapi, konsekuensi yang didapat adalah

kehandalan sistem jam yang kurang baik untuk menjaga ketelitiannya. Kesalahan jam receiver sebesar 1 *milisecond* akan memberi dampak penentuan posisi pada fraksi desimeter (Rizos, 1999). Untuk meminimalisir kesalahan jam receiver digunakan teknik pengukuran secara differensial dan menggunakan teknik *differencing* pada pengolahan data GPS.

c. Segmen antara satelit dan receiver, bias pada segmen ini adalah bias ionosfer, bias troposfer, dan *ambiguitas fase*.

1. Bias ionosfer, ionosfer adalah bagian dari lapisan atas atmosfer dimana terdapat sejumlah elektron dan ion bebas yang mempengaruhi perambatan gelombang radio (Davis, 1990 dalam Abidin, 2006). Besarnya bias ionosfer tergantung pada jumlah elektron sepanjang lintasan sinyal GPS serta frekuensi sinyal. Seandainya jumlah elektron sepanjang lintasan dinamakan STEC (*Slant Total Electron Content*) dan frekuensi sinyal f , maka besarnya bias ionosfer (d_{ion}) dapat dirumuskan sebagai berikut (Abidin, 2006) :

$$d_{ion} = \frac{40,27 \times STEC}{f^2} \dots\dots\dots(2.2)$$

2. Bias troposfer, bias troposfer diakibatkan oleh lapisan troposfer bumi yang membuat sinyal GPS mengalami refraksi. Refraksi sinyal GPS mengakibatkan perubahan kecepatan dan arah sinyal GPS. Untuk mereduksi bias troposfer digunakan teknik *differencing* pada pengolahan data GPS, dan menggunakan model koreksi troposfer (Abidin, 2006).

3. *Ambiguitas fase, ambiguitas fase* adalah jumlah gelombang penuh yang tidak terukur oleh *receiver* GPS. Untuk dapat menentukan jarak satelit dan antena GPS, maka harga ambiguitas fase harus ditentukan terlebih dahulu. Penentuan harga ambiguitas fase biasanya ditentukan dengan teknik *double difference*.

Beberapa kesalahan dalam data GPS yaitu: *cycle slips*, *multipath*, dan *antenna phase centre offset*.

a. *cycle slips*, merupakan ketidak kontinyuan gelombang penuh data fase GPS yang diamat karena terputusnya sinyal dari satelit ke receiver. Penyebab *cycle slips* yaitu: mematikan dan menghidupkan receiver secara sengaja, sinyal GPS terhalang oleh bangunan, pohon, dan sebagainya, dan adanya kerusakan komponen dalam receiver. *Cycle slips* dapat diminimalisir ketika proses *data screening* (Abidin, 2006).

b. *multipath*, merupakan fenomena sinyal GPS dari satelit tiba di antena GPS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda. Dalam hal ini, satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena, sedangkan yang lainnya merupakan sinyal-sinyal tidak langsung yang dipantulkan oleh benda-benda disekitar antena GPS (Abidin, 2006). Untuk mereduksi efek *multipath* sebaiknya antena GPS tidak berada di area yang bersifat reflektif.

c. *antenna phase centre offset*, idealnya semua gelombang pengukuran GPS melalui pusat antena GPS. Akan tetapi efek ini dapat direduksi dengan cara menggunakan antena dan receiver yang sama selama pengukuran, menggunakan antena tipe *microstrip* atau *dipole*, dan selalu menyamakan orientasi arah antena GPS (Rizos, 1999).



2.2.2. Differencing

Penentuan posisi relatif statik dilakukan untuk mereduksi kesalahan dan bias seperti kesalahan jam satelit dan receiver, kesalahan akibat efek ionosfer dan troposfer, orbit satelit, *multipath* dan *selective availability*. Reduksi kesalahan dan bias juga dapat dilakukan dari pengurangan data (*differencing*) pengamatan-pengamatan dasar menggunakan data fase (*carrier phase*). Berdasar banyaknya pengurangan yang dilakukan dikenal data pengamatan *one way* (OW) *single difference*, *double difference*, dan *triple difference* (Abidin, 2002).

One Way (data fase satu arah) adalah data pengamatan GPS yang menggunakan satu receiver ke satu satelit. Persamaan pengamatan fase *one way* dengan receiver A di permukaan bumi mengamati satelit K sebagai berikut (Leick, 2004):

$$\Phi_A^K(t) = \rho_A^K(t) + \lambda N_A^K(t) + c(dt^K - dt_A) + I_A^K(t) + T_A^K(t) + \delta_A^K(t) \varepsilon_A^K(t) \dots (2.3)$$

Persamaan pengamatan *pseudoranges one way* dengan receiver A di permukaan bumi mengamati satelit K sebagai berikut (Leick, 2004):

$$P_A^K(t) = \rho_A^K(t) + c(dt^K - dt_A) + I_A^K(t) + T_A^K(t) + \delta_A^K(t) + \varepsilon_A^K(t) \dots (2.4)$$

$\rho_A^K(t)$ adalah jarak antara satelit K dan receiver A pada waktu t dengan persamaan sebagai berikut:

$$\rho_A^K(t) = \sqrt{(x_A - x^K)^2 + (y_A - y^K)^2 + (z_A - z^K)^2} \dots (2.5)$$

dalam hal ini :

$\Phi_A^K(t)$ = pengamatan fase satelit K ke receiver A pada *epoch* t

$P_A^K(t)$ = pengamatan *pseudoranges* satelit K ke receiver A pada *epoch* t

λ = panjang gelombang

- N = ambiguitas fase
 c = cepat rambat gelombang
 dt^K = kesalahan jam satelit
 dt_A = kesalahan jam receiver
 I = kesalahan akibat efek ionosfer
 T = kesalahan akibat efek troposfer
 δ = efek *multipath*
 ε = *noise* pengukuran
 x_A, y_A, z_A = koordinat receiver A
 x^K, y^K, z^K = koordinat satelit K



Single difference adalah teknik pengurangan data (differencing) antar receiver (*between receivers difference*). Teknik *single difference* dapat menggunakan data *pseudorange* maupun data *fase* atau kombinasi keduanya. Untuk membentuk sebuah persamaan *single difference* dibutuhkan minimal dua buah persamaan *one way*. Jika sebuah satelit (K) diamat oleh receiver A dan B pada *epoch* (t) yang sama, maka persamaan *single difference* yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut (leick, 2004):

$$\Phi_{AB}^K(t) = \Phi_A^K(t) - \Phi_B^K(t) \dots\dots\dots(2.6)$$

$$\Phi_{AB}^K(t) = \rho_{AB}^K(t) + \lambda N_{AB}^K(t) + cdt_{AB} + I_{AB}^K(t) + T_{AB}^K(t) + \delta_{AB}^K(t) + \varepsilon_{AB}^K(t) \dots\dots(2.7)$$

$$P_{AB}^K(t) = P_A^K(t) - P_B^K(t) \dots\dots\dots(2.8)$$

$$P_{AB}^K(t) = \rho_{AB}^K(t) + cdt_{AB} + I_{AB}^K(t) + T_{AB}^K(t) + \delta_{AB}^K(t) + \varepsilon_{AB}^K(t) \dots\dots\dots(2.9)$$

Persamaan *single difference* dapat mengeliminasi kesalahan dari jam satelit (K) (dt^K). Akan tetapi, masih terdapat kesalahan jam receiver (dt_{AB}), efek

ionosfer(I), efek troposfer(T), efek *multipath* (δ), dan bertambahnya *noise* pengukuran (ϵ) (Leick,2004).

Double difference adalah teknik pengurangan data (*differencing*) antar satelit (*between satellites difference*). Teknik *double difference* dapat menggunakan data *pseudorange* maupun data *fase* atau kombinasi keduanya. Untuk membentuk sebuah persamaan *double difference* dibutuhkan minimal dua buah persamaan *single difference*. Jika terdapat dua buah satelit (K) dan (L) diamat oleh receiver (A) dan (B) pada epoch (t) yang sama, maka persamaan *double difference* yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut(Leick, 2004):

$$\Phi_{AB}^{KL}(t) = \Phi_{AB}^K(t) - \Phi_{AB}^L(t) \dots\dots\dots(2.10)$$

$$\Phi_{AB}^{KL}(t) = \rho_{AB}^{KL}(t) + \lambda N_{AB}^{KL}(t) + I_{AB}^{KL}(t) + T_{AB}^{KL}(t) + \delta_{AB}^{KL}(t) + \epsilon_{AB}^{KL}(t) \dots\dots(2.11)$$

$$P_{AB}^{KL}(t) = P_{AB}^K(t) - P_{AB}^L(t) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$P_{AB}^{KL}(t) = \rho_{AB}^{KL}(t) + I_{AB}^{KL}(t) + T_{AB}^{KL}(t) + \delta_{AB}^{KL}(t) + \epsilon_{AB}^{KL}(t) \dots\dots\dots(2.13)$$

Persamaan *double difference* dapat mengeliminasi kesalahan dari jam receiver (dt_{AB}). Akan tetapi, masih terdapat kesalahan akibat efek ionosfer(I), efek troposfer(T), efek *multipath* (δ), bilangan bulat *ambiguitas fase* (N), dan bertambahnya *noise* pengukuran (ϵ) (Leick,2004).

Triple difference, adalah teknik pengurangan data (*differencing*) pengamatan *double difference* dengan epoch (t) yang berbeda. Teknik *triple difference* dapat menggunakan data *pseudorange* maupun data *fase* atau kombinasi keduanya. Untuk membentuk sebuah persamaan *triple difference* dibutuhkan minimal dua buah persamaan *double difference*. Jika terdapat dua buah satelit (K) dan (L) diamat oleh receiver (A) dan (B) pada epoch (t_1) dan (t_2),

maka persamaan *triple difference* yang dapat dibentuk adalah sebagai berikut(Leick, 2004):

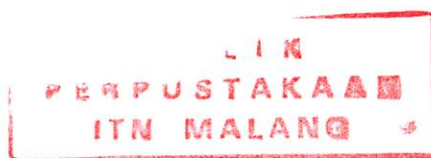
$$\Phi_{AB}^{KL}(t_1, t_2) = \Phi_{AB}^{KL}(t_1) - \Phi_{AB}^{KL}(t_2) \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\Phi_{AB}^{KL}(t_1, t_2) = \rho_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + I_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + T_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + \delta_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + \varepsilon_{AB}^{KL}(t_1, t_2) \dots \dots \dots (2.15)$$

$$P_{AB}^{KL}(t_1, t_2) = P_{AB}^K(t_1) - P_{AB}^L(t_2) \dots \dots \dots (2.16)$$

$$P_{AB}^{KL}(t_1, t_2) = \rho_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + I_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + T_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + \delta_{AB}^{KL}(t_1, t_2) + \varepsilon_{AB}^{KL}(t_1, t_2) \dots \dots \dots (2.17)$$

Persamaan *triple difference* dapat mengeliminasi kesalahan dari penentuan bilangan bulat ambiguitas fase (N). Akan tetapi, masih terdapat kesalahan akibat efek ionosfer(I), efek troposfer(T), efek *multipath* (δ), dan bertambahnya *noise* pengukuran (ε)(Leick,2004). Dalam proses pengolahan *baseline*, solusi *triple difference* merupakan harga pendekatan dari vektor *baseline* yang akan diestimasi (Abidin, 2002).



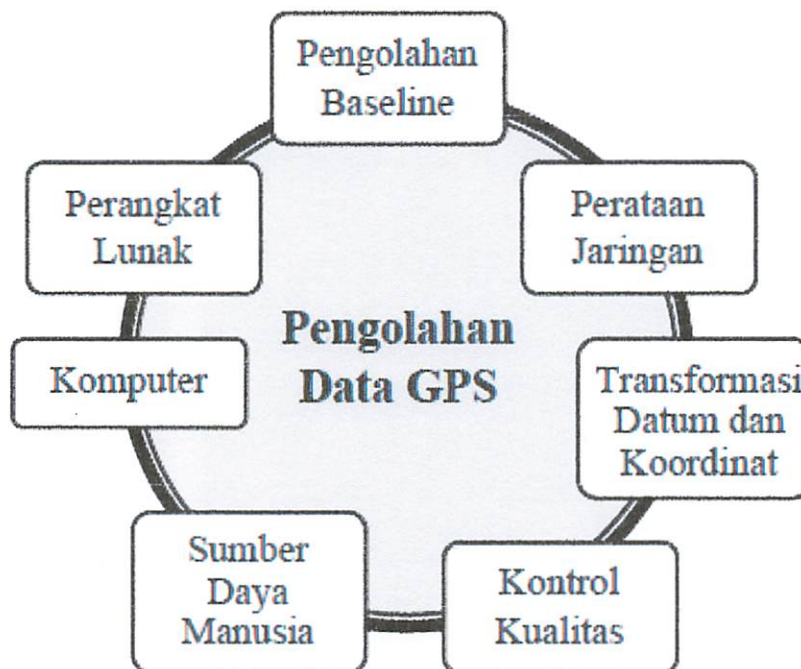
2.3. Strategi Pengolahan Data GPS

Dalam survei dengan GPS, pengolahan data GPS dimaksudkan untuk menghitung koordinat dari titik-titik dalam suatu jaringan berdasarkan data-data pengamatan fase sinyal GPS yang diamati di titik-titik tersebut. Pengolahan data GPS sehingga mendapatkan koordinat titik-titik yang memenuhi spesifikasi teknis adalah suatu proses yang cukup ekstensif. Dalam hal ini ada beberapa karakteristik yang menonjol dari pengolahan data survei GPS yang perlu disebutkan, yaitu :

- Koordinat titik ditentukan dalam tiga-dimensi terhadap suatu sistem koordinat kartesian yang geosentrik yang didefinisikan oleh datum WGS 1984,

- Proses estimasi vektor baseline maupun koordinat titik bertumpu pada metode hitung perataan kuadrat terkecil (*least-squares adjustment*),
- Pengolahan data dilakukan setelah data dari beberapa receiver GPS yang terlibat dikumpulkan (*post processing mode*), dan
- Pengolahan dilakukan secara bertahap, dari baseline ke baseline, sehingga membentuk suatu jaringan.

Ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pengolahan data survei GPS, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8. Kesemua aspek ini mempunyai karakteristiknya masing-masing, dan untuk kesuksesan pengolahan data suatu survei GPS, semua aspek tersebut harus mendapat perhatian yang layak dan serius dari pihak pelaksana survei yang bersangkutan.



Gambar 2.5. Aspek-aspek pengolahan data GPS, SNI (2002)

Berikut ini, beberapa aspek tersebut akan dibahas dan disinggung. Pembahasan akan lebih bernuansa teoritis yang di latar belakang dengan aspek-aspek praktis di lapangan.

2.3.1. Karakteristik perangkat lunak

Untuk pengolahan data survei GPS, pada prinsipnya ada dua jenis perangkat lunak (*software*) yang dapat digunakan, yaitu perangkat lunak komersil yang dikeluarkan oleh perusahaan-perusahaan receiver GPS, seperti *SKI*, *Geo Genius*, *Topcon Surv*, *GPPS*, dan *GPSurvey*, serta perangkat lunak ilmiah yang dikeluarkan oleh lembaga-lembaga penelitian atau universitas, seperti *Bernesse*, *GAMIT*, *Gipsy*, dan *DIPOP*. Perbedaan yang menyolok dari kedua jenis perangkat lunak ini terletak pada mekanisme penanganan terhadap efek dari kesalahan dan bias. Perangkat lunak komersil umumnya menggantungkan proses pengeliminasian dan pereduksian kesalahan dan bias pada proses pengurangan data (*differencing*), yang pada dasarnya hanya efektif untuk baseline yang tidak terlalu panjang (kurang dari 20 30 km). Perangkat lunak komersil, tidak seperti halnya perangkat lunak ilmiah, tidak disiapkan untuk mengestimasi parameter-parameter dari kesalahan dan bias, dan model kesalahan dan bias yang dipunyai biasanya hanya model troposfir (seperti model Hopfield dan Saastamoinen) serta model ionosfir satu frekuensi (model Klobuchar).

Pada survei GPS untuk keperluan survei pemetaan, perangkat lunak komersil umumnya digunakan, dan untuk keperluan yang menuntut ketelitian relatif lebih tinggi, seperti survei geodetik dan studi geodinamika, maka perangkat lunak ilmiah yang harus digunakan. Karena aplikasi survei GPS yang banyak

saat ini adalah dalam bidang survei pemetaan, maka pembahasan tentang perangkat lunak berikut ini akan lebih ditekankan pada perangkat lunak komersil.

2.3.1.1. GeoGenius, GeoGenius adalah perangkat lunak yang dibuat oleh *Spectra Precision Terrasat*. GeoGenius adalah perangkat lunak pengolah data GPS dan GLONASS. Jenis data pengamatan survei GPS yang dapat diolah oleh GeoGenius yaitu: survei statik, *short time static*, kinematik, *stop&go kinematic*, dan *pseudo static*. Selain sebagai perangkat lunak pengolah data GPS, GeoGenius juga dapat mengolah data survei lainnya seperti survei dengan sipatdatar dan *total station*. GeoGenius juga dilengkapi modul untuk perataan data (*least-square adjustment*) menggunakan metode parameter.

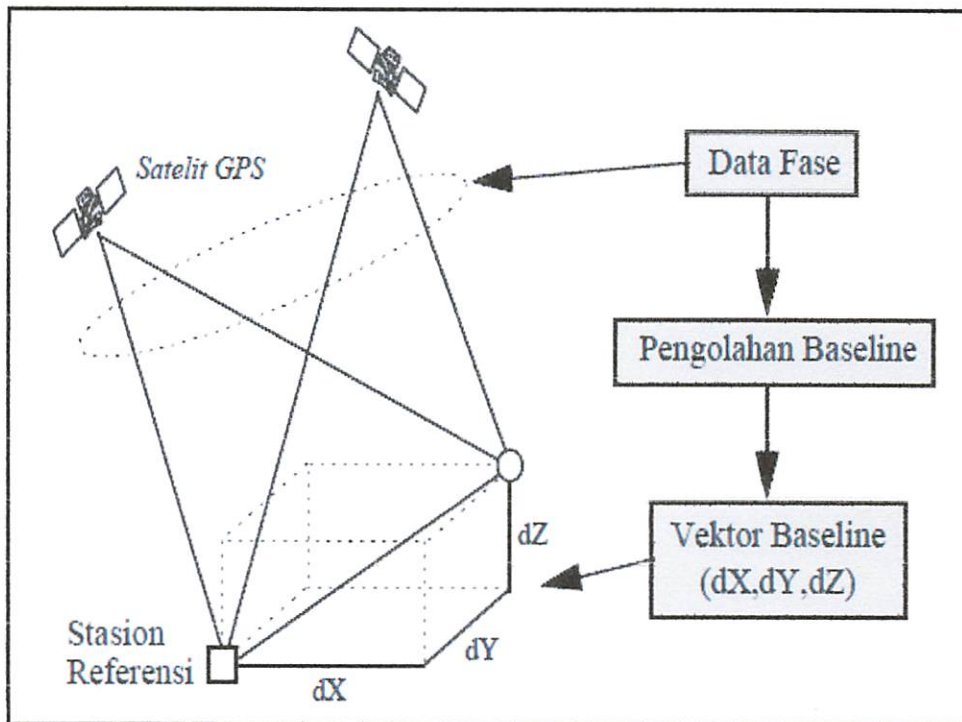
Tipe antenna dan receiver GPS yang dapat dikenal oleh GeoGenius adalah semua tipe, seperti *ashtech*, *DSNP*, *geotracer*, *leica*, *novatel*, *sercel*, *trimble*, *turbo rogue*, *zeiss*, bahkan tipe antenna dan receiver GPS yang terbaru ataupun buatan cina sudah dapat dikenali. GeoGenius juga dapat mengenali *raw* data GPS maupun *RINEX*. Perbedaan penggunaan perangkat lunak ilmiah dan perangkat lunak komersial diatur oleh Standar Nasional Indonesia Jaring Kontrol Horizontal (SNI JKH). SNI JKH mensyaratkan pengolahan data GPS untuk jaringan orde-2, orde-3, dan orde-4, SNI JKH mengijinkan penggunaan perangkat lunak komersial. Namun, jaringan orde-1, orde-0, dan orde-00, SNI JKH menetapkan penggunaan perangkat lunak ilmiah untuk mengolah data hasil survei GPS.

2.3.1.2. TopSurv, TopSurv adalah perangkat lunak yang dibuat oleh Topcon. TopSurv adalah perangkat lunak pengolah data GPS dan GLONASS. Jenis data pengamatan survei GPS yang dapat diolah oleh TopSurv yaitu: survei statik, kinematik, *stop&go kinematic*. TopSurv juga dapat mengolah data survei lainnya seperti survei dengan sipatdatar dan *total station*. TopSurv dapat mengenali data seperti TPS and RINEX / Compact RINEX data, Raw Data, TS and DL - measured file, NGS Data sheets, ASCII control files, Roads and X-Section Templates Data, DXF, DWG, Land XML, SHP. TopSurv dapat mengimport data dari internet.

2.3.2. Pengolahan Baseline

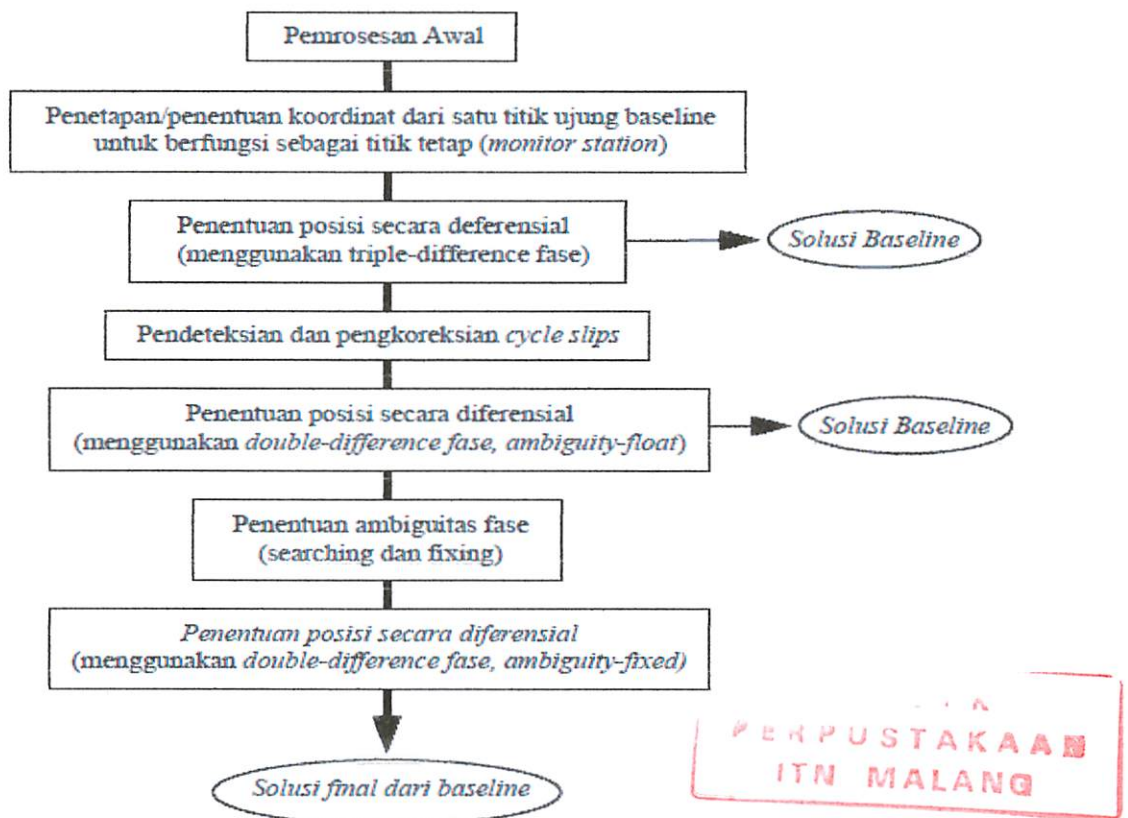


Pengolahan baseline pada dasarnya bertujuan menghitung vektor baseline (dX, dY, dZ) menggunakan data fase sinyal GPS yang dikumpulkan pada dua titik ujung dari baseline yang bersangkutan, yang diilustrasikan pada Gambar 2.6. Pada survei GPS, pengolahan baseline umumnya dilakukan secara beranting satu persatu (*single baseline*) dari baseline ke baseline, dimulai dari suatu tetap yang telah diketahui koordinatnya, sehingga membentuk suatu jaringan yang tertutup. Tapi perlu juga dicatat di sini bahwa pengolahan baseline dapat dilakukan secara sesi per sesi pengamatan, dimana satu sesi terdiri dari beberapa baseline (*single session, multi baseline*).



Gambar 2.6. Pengolahan data baseline GPS, SNI (2002)

Pada proses pengestimasiian vektor baseline, data fase *double-difference* digunakan. Meskipun begitu biasanya data pseudorange juga digunakan oleh perangkat lunak pengolahan baseline sebagai data pembantu dalam beberapa hal seperti penentuan koordinat pendekatan, sinkronisasi waktu kedua receiver GPS yang digunakan, dan pendeksian *cycle slips*. Secara skematik, tahapan perhitungan suatu (vektor) baseline ditunjukkan pada Gambar 2.7



Gambar 2.7. Tahapan perhitungan suatu baseline GPS, SNI (2002)

Untuk mengecek kualitas dari vektor baseline yang diperoleh, ada beberapa indikator kualitas yang dapat dipantau, yaitu antara lain :

- rms (*root mean squares*), harga minimum dan maksimum, serta standar deviasi dari residual,
- faktor variansi *a posteriori*,
- matriks variansi kovariansi dari vektor baseline,
- hasil dari test statistik terhadap residual maupun vektor baseline,
- ellips kesalahan relatif dan titik,
- kesuksesan dari penentuan ambiguitas fase serta tingkat kesuksesannya,
- jumlah data yang ditolak, dan
- jumlah cycle slips.

Disamping indikator-indikator kualitas di atas, kualitas suatu vektor baseline juga akan bisa dicek pada saat perataan jaringan. Dalam pengolahan data suatu survei GPS, tingkat kecanggihan dari pemodelan dan pengolahan data yang diterapkan akan sangat tergantung pada tingkat ketelitian yang akan dicapai atau dengan kata lain kelas survei yang dilayani. Tingkat ketelitian tersebut disajikan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2. Kelas survei dan tingkat ketelitiannya, *Rizos, (1996)*

Kelas Survei	Ketelitian
Kelas A (ilmiah)	< 1 ppm
Kelas B (geodetik)	1-10 ppm
Kelas C (survei umum)	> 10 ppm

Kelas A : Survei rekayasa teliti, survei pemantauan deformasi, survei geodinamika.

Kelas B : Survei pengadaan titik kontrol (untuk densifikasi kerangka dasar geodetik, pemetaan, maupun untuk eksplorasi dan eksploitasi sumber daya alam).

Kelas C : Survei yang berketelitian relatif lebih rendah untuk keperluan survei pemukiman, kadaster, GIS dan survei umum lainnya.

2.3.3. Perataan Jaringan

Pada perataan jaringan, vektor-vektor baseline yang telah dihitung sebelumnya secara sendiri-sendiri, dikumpulkan dan diproses dalam suatu hitung perataan jaringan (*network adjustment*) untuk menghitung koordinat final dari titik-titik dalam jaringan GPS yang bersangkutan. Hitung perataan

jaringan ini menggunakan metode perataan kuadrat terkecil (*least squares adjustment*).

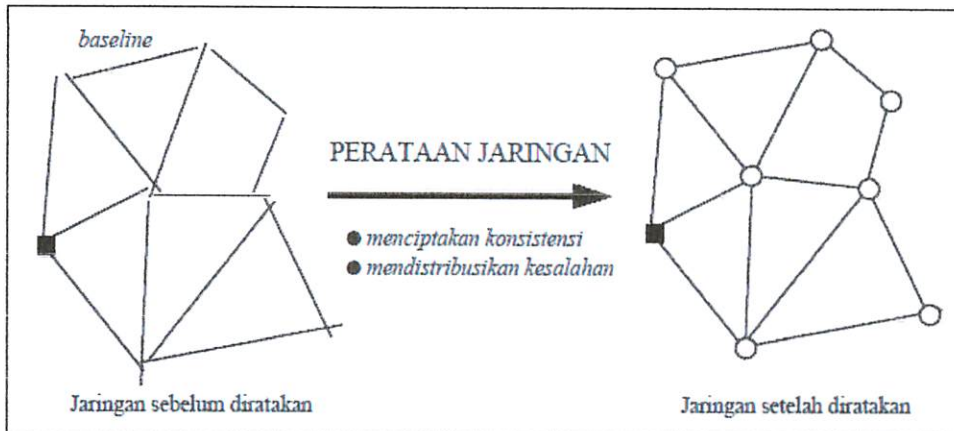
Perataan jaringan GPS umumnya dilakukan dalam dua tahap, yaitu perataan jaring bebas (*free network adjustment*) dan perataan jaring terikat (*constrained network adjustment*). Perataan jaring bebas dilakukan dengan hanya menggunakan satu titik tetap dan dimaksudkan untuk mengecek konsistensi data vektor baseline, satu terhadap lainnya. Setelah melalui tahapan perataan jaring bebas dan kontrol kualitasnya, selanjutnya vektor-vektor baseline yang 'diterima' diproses kembali dalam perataan jaring terikat. Pada perataan ini semua titik tetap digunakan, dan koordinat titik-titik yang diperoleh dan sukses melalui proses kontrol kualitas akan dianggap sebagai koordinat yang final.

Pada prinsipnya hitung perataan jaringan ini akan berguna untuk beberapa hal, yaitu :

- untuk menciptakan konsistensi pada data-data ukuran vektor baseline ,
- untuk mendistribusikan kesalahan dengan cara yang merefleksikan ketelitian pengukuran,
- untuk menganalisa kualitas dari baseline-baseline, serta
- untuk mengidentifikasi baseline-baseline serta titik-titik kontrol yang perlu 'dicurigai'.

Secara ilustratif, kegunaan dari perataan jaringan ditunjukkan pada Gambar 2.8. Pada gambar ini ditunjukkan bahwa sebelum perataan jaringan dilakukan, baseline-baseline belum terintegrasi secara benar dan konsisten, dan koordinat titik-titik juga belum unik. Setelah hitung perataan, baseline-

baseline akan terintegrasi secara benar dan konsisten, titik-titik akan mempunyai koordinat yang unik.



Gambar 2.8. Perataan jaringan GPS, SNI (2002)

Untuk mengecek kualitas dari koordinat yang diperoleh dari hitung perataan jaringan, ada beberapa indikator kualitas yang dapat dipantau, yaitu antara lain :

- rms (*root mean squares*), harga minimum dan maksimum, serta standar deviasi dari residual,
- faktor variansi *a posteriori*,
- matriks variansi kovariansi dari koordinat,
- dimensi dari ellips kesalahan relatif dan absolut,
- hasil dari test statistik terhadap residual maupun koordinat,
- jumlah vektor baseline yang ditolak (*outliers*), dan
- perbedaan harga-harga statistik antara yang diperoleh dari hitung perataan jaring bebas dan dari hitung perataan jaring terikat.



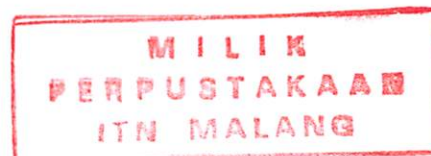
Perataan jaring dilakukan untuk memperoleh koordinat akhir dari titik-titik pada pengolahan GPS. Perataan jaring yang umum digunakan dalam pengolahan data GPS adalah perataan jaring bebas dan perataan jaring terikat.

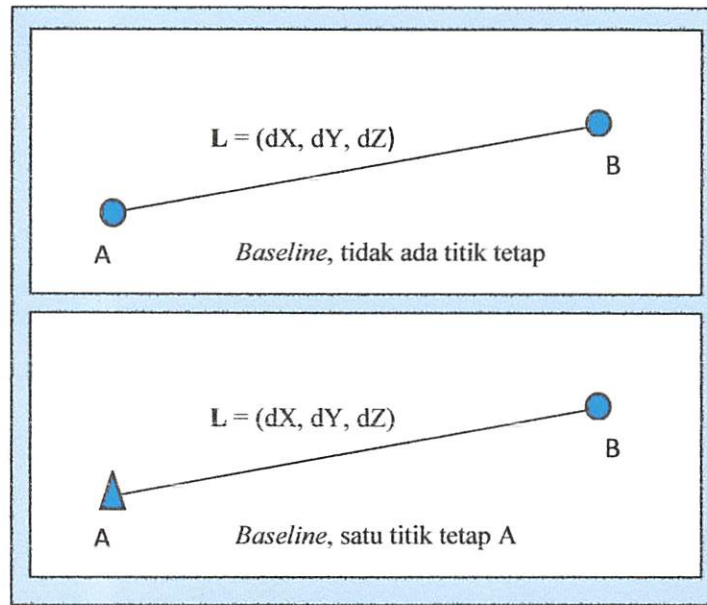
1. Perataan jaring bebas, dimaksudkan untuk mengetahui kualitas dan konsistensi dari data vektor *baseline*. Perataan jaring bebas yang umum digunakan adalah perataan jaring dengan metode kendala minimal (*minimum constraint*). Berikut adalah penjelasan konsep hitung perataan jaring GPS dari *baseline* menggunakan metode parameter (Abidin, 2002).

Persamaan pengamatan suatu vektor *baseline* yang lepas seperti ditunjukkan Gambar 1.10, dapat dituliskan dalam bentuk persamaan vektor sebagai berikut :

$$V + L = X_B - X_A \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

dimana $L(dX_{AB}, dY_{AB}, dZ_{AB})$ adalah data ukuran vektor baseline yang merupakan hasil perhitungan baseline, $V (V_x, V_y, V_z)$ adalah koreksi terhadap vektor baseline, dan $X_A(X_A, Y_A, Z_A)$ serta $X_B(X_B, Y_B, Z_B)$ adalah nilai geosentrik dari titik A dan B yang akan ditentukan nilainya.





Gambar 2.9. Vektor *baseline* lepas dan terikat, *Abidin (2002)*

Dalam formulasi matriks, persamaan 1.35 dapat ditulis sebagai berikut:

$$V = [-I \ I] \cdot \begin{bmatrix} X_A \\ X_B \end{bmatrix} + L \dots\dots\dots (2.19)$$

dimana I adalah matriks identitas dimensi 3 x 3.

2. Perataan jaring terikat, perataan jaring terikat dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi data ukuran dengan titik kontrol yang telah ada. Perataan jaring terikat juga berfungsi untuk mengintegrasikan titik-titik jaringan baru ke jaringan titik yang telah ada yang mempunyai tingkat ketelitian lebih baik atau sebanding (Abidin, 2002).

Persamaan pengamatan suatu vektor *baseline* yang terikat seperti ditunjukkan Gambar 1.12, dapat dituliskan dalam bentuk persamaan vektor sebagai berikut :

$$V = [I] \cdot [X_B] + [X_A + L] \dots\dots\dots (2.20)$$

Persamaan yang dibentuk untuk menyelesaikan sebanyak p baseline dan u parameter (dalam hal ini koordinat) membutuhkan solusi kuadrat terkecil sebagai berikut :

$$\mathbf{X}_l = (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P}_L \cdot \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P}_L \cdot \mathbf{L} \quad \dots\dots\dots (2.21)$$

dimana $\mathbf{A}$ adalah matriks identitas berukuran 3×3 sebanyak u kolom matriks identitas dan p baris matriks identitas. $\mathbf{P}_L$ adalah matriks berat dari pengamatan yang dirumuskan sebagai berikut :

$$\mathbf{P}_L = \mathbf{Q}_L^{-1} = \sigma_0^2 \mathbf{C}_L^{-1} \quad \dots\dots\dots (2.22)$$

dimana $\mathbf{Q}_L$ adalah matriks kofaktor, σ_0^2 adalah faktor variansi apriori (biasanya ditetapkan = 1) dan $\mathbf{C}_L$ adalah matriks varian kovarian pengamatan (*baseline*) yang dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\mathbf{C}_L = \begin{bmatrix} C(L_1) & 0 & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & \ddots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & C(L_p) \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (2.23)$$

dimana $C(L_i)$ diperoleh dari hasil hitung perataan *baseline*, dan akan mempunyai struktur sebagai berikut:

$$\mathbf{C}_{L_i} = \begin{bmatrix} \sigma_{dx_i}^2 & \sigma_{dx_i dy_i} & \sigma_{dx_i dz_i} \\ & \sigma_{dy_i}^2 & \sigma_{dy_i dz_i} \\ & \text{simetris} & \sigma_{dz_i}^2 \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots (2.24)$$

Matriks varian kovarian dari koordinat titik-titik ($\mathbf{C}_X$) dalam jaringan yang diperoleh dari hasil hitung perataan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{C}_X = \hat{\sigma}_0^2 \cdot (\mathbf{A}^T \cdot \mathbf{P}_L \cdot \mathbf{A})^{-1} \quad \dots\dots\dots (2.25)$$

dimana $\hat{\sigma}_0^2$ adalah faktor varian aposteori yang dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\hat{\sigma}_0^2 = \frac{v^T P_L v}{p-u} \dots\dots\dots(2.26)$$

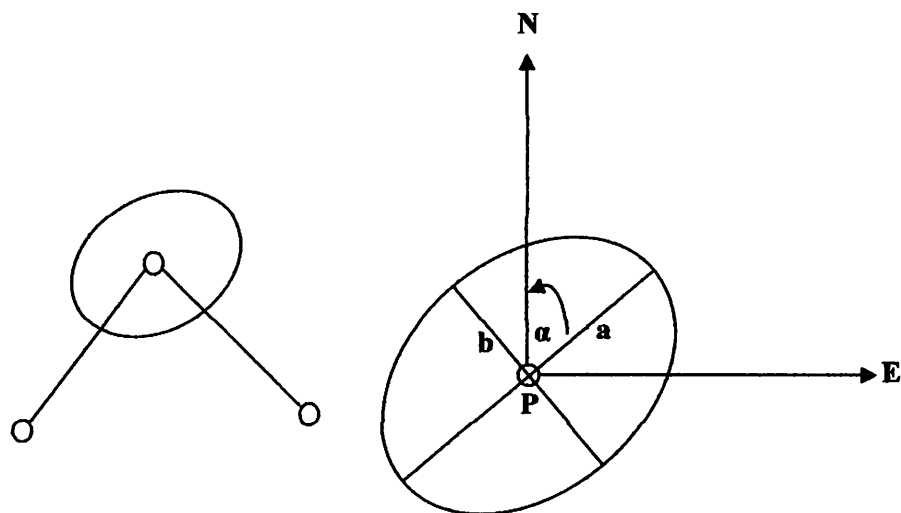
2.3.4. Ellips Kesalahan

Ellips kesalahan terbagi menjadi dua, yaitu ellips kesalahan absolut dan ellips kesalahan relatif. Selain memberikan informasi secara kritis mengenai ketelitian posisi stasiun yang diratakan, manfaat utama dari *ellips* kesalahan yaitu memberikan metode dalam membuat perbandingan secara *visual* dari ketelitian secara relatif antara dua stasiun yang lain. Dengan melihat bentuk, ukuran, dan orientasi dari *ellips* kesalahan, maka beberapa survei dapat dibandingkan secara cepat dan jelas. Berikut ini akan dijelaskan tentang *ellips* kesalahan absolut dan *ellips* kesalahan relatif.

1. *Ellips* kesalahan titik (absolut)

Ellips kesalahan absolut adalah ellips yang menggambarkan daerah kepercayaan (*confidence region*) dari koordinat horisontal suatu titik. Besar, bentuk dan orientasi dari ellips kesalahan absolut akan terpengaruh oleh pemilihan titik datum dalam jaringan. Bentuk dan ukuran ellips kesalahan absolut dihitung berdasarkan matriks kovariansi dari koordinat titik yang bersangkutan. Dalam suatu perataan jaring bebas (terkendala minimal), maka besar, bentuk dan orientasi ellips kesalahan absolut akan terpengaruh oleh lokasi titik datum dalam jaringan. Dalam program perataan jaringan, indikator kualitas yang formal seperti ellips kesalahan titik ini, umumnya hanya akan

dihitung apabila uji-uji statistik, seperti Ratio Varian dan Che-Square telah sukses dilalui.



Gambar 2.10. *Ellips kesalahan absolute, Abidin,H.Z (2000)*

Seandainya matriks VKV dari posisi horisontal titik P adalah:

$$= \begin{bmatrix} \sigma_E^2 & \sigma_{EN} \\ \sigma_{EN} & \sigma_N^2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.27)$$

Maka besar, bentuk dan orientasi ellips kesalahan absolut yang standar, dihitung sebagai berikut :

$$a = \sqrt{\frac{1}{2} \{ \sigma_E^2 + \sigma_N^2 + \sqrt{(\sigma_E^2 + \sigma_N^2)^2 + 4(\sigma_{EN})^2} \}} \dots\dots\dots (2.28)$$

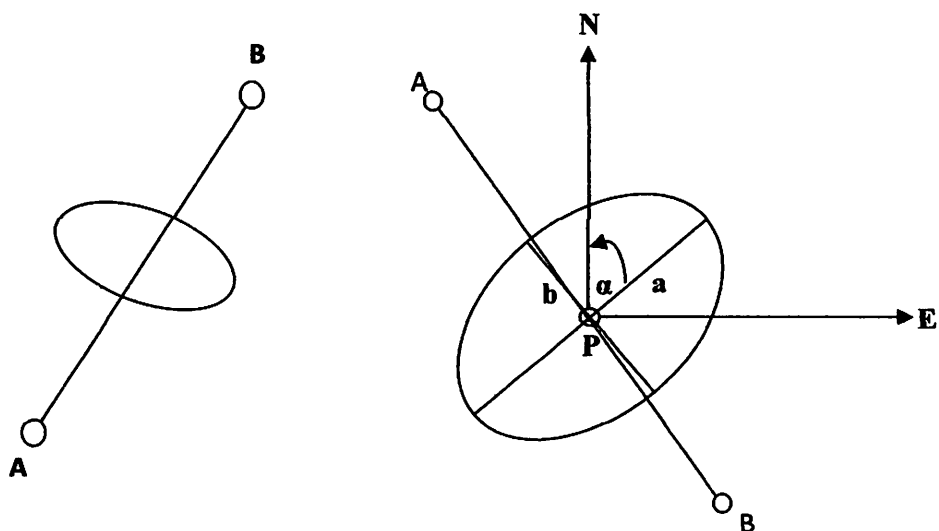
$$b = \sqrt{\frac{1}{2} \{ \sigma_E^2 + \sigma_N^2 - \sqrt{(\sigma_E^2 + \sigma_N^2)^2 + 4(\sigma_{EN})^2} \}} \dots\dots\dots (2.29)$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2.\sigma_{EN}}{\sigma_N^2 - \sigma_E^2} \dots\dots\dots (2.30)$$

Probabilitas titik berada dalam ellips kesalahan standar adalah sekitar 39%. Untuk meningkatkan probabilitas sekitar 95%, maka ukuran dari ellips standar harus dikalikan faktor.

2. *Ellips kesalahan relatif*

Ellips kesalahan relatif memberikan daerah kepercayaan (*confidence region*) dari koordinat horisontal suatu titik relatif terhadap titik lainnya. Bentuk dan ukuran ellips kesalahan relatif dihitung berdasarkan matriks kovariansi dari koordinat relatif suatu titik terhadap titik lainnya. Besar, bentuk dan orientasi dari ellips kesalahan relatif tidak akan terpengaruh oleh pemilihan titik datum dalam jaringan. Ellips kesalahan relatif ini kadangkala disebut juga sebagai ellips kesalahan garis. Ellips kesalahan relatif baik digunakan untuk mengecek kualitas data ukuran baseline antar dua titik pengamatan.



Gambar 2.11. Ellips kesalahan relative, *Abidin, H.Z (2000)*

Seandainya matriks VKV dari yang terkait dengan posisi horisontal titik A dan B adalah sebagai berikut :

$$= \begin{bmatrix} \sigma^2 E_A & \sigma^2 E_A N_A & \sigma^2 E_A E_B & \sigma^2 E_A N_B \\ \sigma^2 E_A N_A & \sigma^2 N_A & \sigma^2 N_A E_B & \sigma^2 N_A N_B \\ \sigma^2 E_A E_B & \sigma^2 N_A E_B & \sigma^2 E_B & \sigma^2 E_B N_B \\ \sigma^2 E_A N_B & \sigma^2 N_A N_B & \sigma^2 E_B N_B & \sigma^2 N_B \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.31)$$

Maka :

$$\sigma_{dE}^2 = \sigma^2 E_A - 2.\sigma^2 E_A E_B + \sigma^2 E_B \dots\dots\dots (2.32)$$

$$\sigma_{dN}^2 = \sigma^2 N_A - 2.\sigma^2 N_A N_B + \sigma^2 N_B \dots\dots\dots (2.33)$$

$$\sigma_{dEdN}^2 = \sigma N_B E_B + \sigma N_A E_A + \sigma N_B E_A + \sigma N_A E_B \dots\dots\dots (2.34)$$

Besar, bentuk dan orientasi dari ellips kesalahan relatif (garis) standar, dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$a = \sqrt{\frac{1}{2} \{ \sigma_{dE}^2 + \sigma_{dN}^2 + \sqrt{(\sigma_{dE}^2 - \sigma_{dN}^2)^2 + 4(\sigma_{dEdN})^2} \}} \dots\dots\dots (2.35)$$

$$b = \sqrt{\frac{1}{2} \{ \sigma_{dE}^2 + \sigma_{dN}^2 - \sqrt{(\sigma_{dE}^2 - \sigma_{dN}^2)^2 + 4(\sigma_{dEdN})^2} \}} \dots\dots\dots (2.36)$$

$$\tan 2\alpha = \frac{2.\sigma_{dEdN}}{\sigma_{dN}^2 - \sigma_{dE}^2} \dots\dots\dots (2.37)$$

2.4. Uji Statistik

Uji statistik hasil perataan menggunakan uji tau (τ -test). τ -test digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya kesalahan acak data pengamatan. Uji statistik dilakukan karena data pengamatan GPS mempunyai data ukuran lebih. Ukuran lebih pada data pengamatan ini mengakibatkan bervariasinya nilai pengamatan. Adanya variasi pada data menunjukkan bahwa pengamatan mengandung kesalahan. Untuk mengetahui hasil pengamatan di lapangan tidak mengandung kesalahan acak maka nilai varian dan koreksi ukuran hasil pengamatan dilakukan uji statistik untuk daerah kepercayaan tertentu.

Tau test dilakukan apabila nilai varian apriori tidak diketahui. Tes ini mengasumsikan nilai apriori varian (σ_0) tidak diketahui sehingga mengandalkan nilai varian masing-masing elemen diagonal dari matriks kovarian residu (Σ_{VV}) untuk menilai kesalahan. Penyusunan hipotesisnya adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \tau_i \geq C_r \dots\dots\dots(2.38)$$

$$H_a : \tau_i < C_r \dots\dots\dots(2.39)$$

Jika $\tau_i \geq C_r$ berarti pengamatan ke-i mengandung kesalahan tak acak dan ditandai sebagai *outlier*. C_r adalah nilai kritis.

τ adalah besaran statistik Tau yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Leick, 2004) :

$$\tau_i = \frac{\sigma_0}{\hat{\sigma}_0} \frac{v_i}{\sigma_i \sqrt{(n-r)/n}} \dots\dots\dots(2.40)$$

Keterangan :

(n-r) adalah derajat kebebasan, v_i adalah residu ukuran ke-i, n adalah jumlah pengamatan dan r adalah jumlah parameter yang digunakan.

Ho diterima mempunyai pengertian bahwa hasil pengukuran tidak dipengaruhi kesalahan kasar, sehingga memenuhi sebaran normal. Jika Ho ditolak mengindikasikan model matematis salah, kesalahan menghitung, penghapusan derajat tinggi, ketidaktepatan mengestimasi varian apriori dan adanya blunder pada pengukuran.

Kemudian uji statistik yang lain adalah uji *Chi-Square* terhadap faktor *variansi a posteriori*. Test statistik ini dapat diaplikasikan untuk menentukan apakah harga dari faktor *variansi a posteriori* konsisten dengan satu sampai batas-batas tertentu yang dapat diterima. Seandainya residual dari data ukuran konsisten dengan harga estimasi ketelitiannya (deviasi standar) dan residual tersebut berdistribusi normal maka harga *varian a posteriori*-nya akan sama dengan satu. Uji *Chi-Square* dianggap sukses seandainya harga faktor *variansi apriori* terletak dalam suatu interval harga yang didefinisikan secara statistik :

$$\frac{v \cdot \hat{\sigma}_0^2}{\chi^2 v, 1-\alpha/2} < \sigma_0^2 < \frac{v \cdot \hat{\sigma}_0^2}{\chi^2 v, \alpha/2} \dots\dots\dots (2.41)$$

Keterangan :

σ_0^2 adalah faktor *variansi apriori* (umumnya = 1), $\hat{\sigma}_0^2$ adalah faktor *variansi a posteriori*, v adalah ukura lebih dan $(1-\alpha)$ adalah *confidence level*.

Gagalnya uji ini mengindikasikan bahwa residual dari data ukuran adalah lebih besar dari harga yang direpresentasikan oleh variansinya atau harga residual adalah lebih kecil dari harga ekspektasinya, yang menunjukkan bahwa kemungkinan data ukuran adalah lebih presisi dibandingkan perkiraan sebelumnya. Kemungkinan lain adalah model fungsional yang digunakan tidak

komplit atau tidak benar, mungkin juga data mengandung kesalahan sistematik yang tidak dimodelkan secara benar.

2.5. Klasifikasi Jaring Titik Kontrol Horisontal

Berdasarkan SNI nomor 19-6724-2002 tentang Kerangka Kontrol Horisontal mengatakan bahwa klasifikasi suatu jaring kontrol didasarkan pada tingkat presisi dan tingkat akurasi dari jaring yang bersangkutan, untuk tingkat presisi diklasifikasikan berdasarkan kelas dan tingkat akurasi diklasifikasikan berdasarkan orde. Berikut ini akan dijelaskan penetapan kelas jaringan dan penetapan orde jaringan.

2.5.1. Penetapan kelas jaringan

Kelas suatu jaring titik kontrol horizontal ditentukan berdasarkan panjang sumbu panjang (*semi-major axis*) dari setiap elips kesalahan relatif (antar titik) dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95% yang dihitung berdasarkan statistik yang diberikan oleh hasil hitung perataan jaringan kuadrat terkecil terkendala minimal (*minimal constrained*). Dalam hal ini panjang maksimum dari sumbu-panjang elips kesalahan relatif 95% yang digunakan untuk menentukan kelas jaringan adalah :

$$r = c (d + 0.2) \dots\dots\dots (2.42)$$

Keterangan rumus 2.41 :

r = panjang maksimum dari sumbu-panjang yang diperbolehkan, dalam mm;

c = faktor empirik yang menggambarkan tingkat presisi survei;

d = jarak antar titik , dalam km.

Berdasarkan nilai faktor c tersebut, kategorisasi kelas jaring titik kontrol horizontal yang diusulkan diberikan pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3. Kelas (pengukuran) jaring titik kontrol horizontal, *SNI, (2002)*

Kelas	c (ppm)	Aplikasi Tipikal
3A	0.01	Jaring Tetap (Kontinyu) GPS
2A	0.1	Survei geodetik berskala nasional
A	1	Survei geodetik berskala regional
B	10	Survei geodetik berskala lokal
C	30	Survei geodetik untuk prapatan
D	50	Survei pemetaan

2.5.2. Penetapan orde jaringan

Orde suatu jaring titik kontrol horizontal ditentukan berdasarkan panjang sumbu-panjang (*semi-major axis*) dari setiap elips kesalahan relatif (antar titik) dengan tingkat kepercayaan (*confidence level*) 95% yang dihitung berdasarkan statistik yang diberikan oleh hasil hitung perataan jaringan kuadrat terkecil. Maksud dari tingkat kepercayaan sebesar 95% adalah 95 dari 100 sampel titik-titik koordinat akan mempunyai nilai populasi yang sebenarnya dalam jangkauan ketepatan sebagaimana sudah dispesifikasi sebelumnya. Dalam penentuan Orde, hitung perataan jaringannya adalah hitung perataan berkendala penuh (*full constrained*). Dalam hal ini panjang maksimum dari sumbu-panjang *ellips* kesalahan relatif (satu deviasi standar) yang digunakan juga dihitung berdasarkan persamaan di atas. *Semi-major axis* digunakan sebagai komparasi dalam penetapan orde jaringan karena kesalahan dari nilai *semi-major axis* lebih besar daripada *semi-minor axis* dan *ellips* kesalahan relatif dari *semi-minor axis* mengarah sejajar dengan arah *baseline* antara dua titik koordinat sehingga tidak

mempengaruhi posisi *baseline*. Berdasarkan nilai faktor *c* tersebut, dapat dibuat kategorisasi orde jaring titik kontrol horizontal yang diperoleh dari suatu survei geodetik, seperti yang diberikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Orde jaring titik kontrol horizontal, *SNI, (2002)*

Orde	C(ppm)	Jaring Kontrol	Jarak*	Kelas
0	0.01	Jaring fidusial nasional (jaring tetap GPS)	1000	3A
0	0.1	Jaring titik kontrol geodetik nasional	500	2A
1	1	Jaring titik kontrol geodetik regional	100	A
2	10	Jaring titik kontrol geodetik lokal	10	B
3	30	Jaring titik kontrol geodetik prapatan	2	C
4	50	Jaring titik kontrol pemetaan	0.1	D
* Jarak tipikal antar titik yang berdampingan dalam jaringan (dalam km)				

Dalam klasifikasi jaring titik kontrol perlu diingat bahwa orde yang ditetapkan untuk suatu jaring titik kontrol :

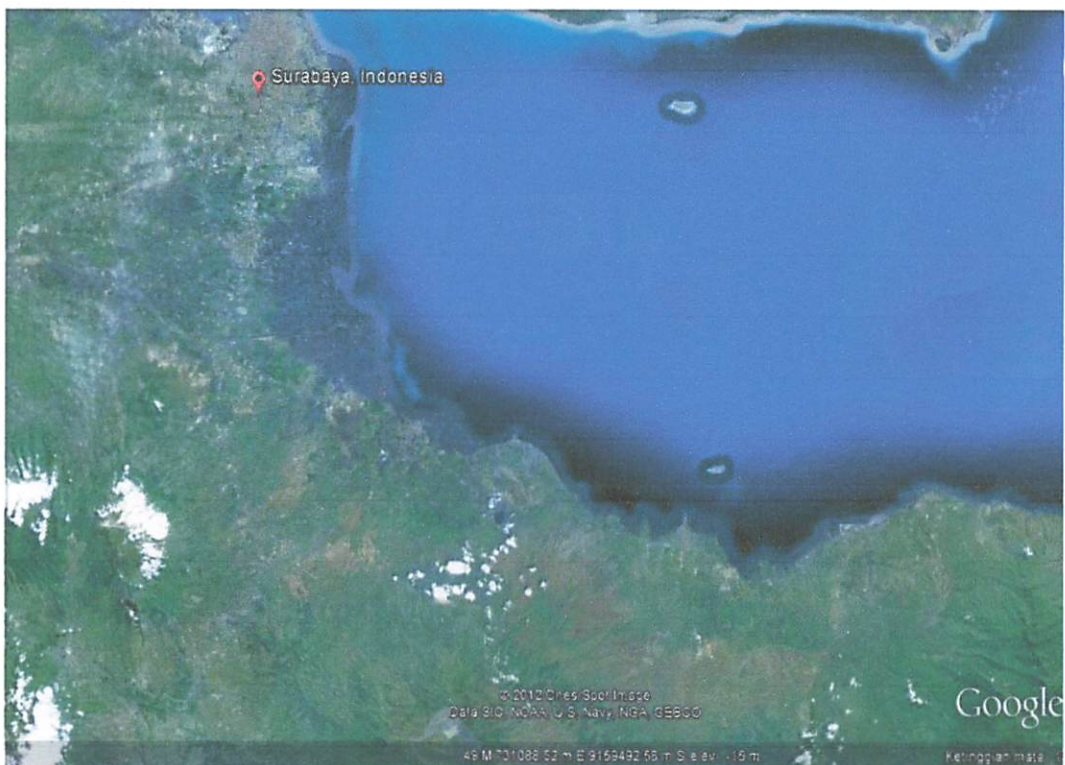
- 1) tidak boleh lebih tinggi orde jaring titik kontrol yang sudah ada yang digunakan sebagai jaring referensi (jaring pengikat);
- 2) tidak lebih tinggi dari kelasnya.

BAB III

PELAKSANAAN

3.1. Persiapan Penelitian

Tahapan persiapan mencakup beberapa persiapan diantaranya studi literatur yang berkaitan dengan uji nilai *error ellips* kesalahan relatif jaring GPS Orde II, serta persiapan yang berkaitan dengan bahan dan peralatan. Ilustrasi lokasi pengambilan data akan disajikan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Lokasi pengambilan data, *Google Earth* (2012)

3.1.1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras yang digunakan antara lain :

- a. satu unit *Laptop* yang digunakan sebagai perangkat olah data GPS dan penulisan laporan dengan spesifikasi sebagai berikut : *prosesor Intel(R) Core (TM) i3-2350M CPU@2,30 GHz*, 4 GB RAM DDR2, HDD 640 GB
- b. printer *Epson Stylus T20E*
- c. *harddisk* eksternal 320 GB *Seagate*
- d. *USB flashdisk* 4 GB



Adapun perangkat lunak yang digunakan antara lain:

- a. *Topcon Tools* untuk pengolahan baseline GPS
- b. *GeoGenius* untuk pengolahan baseline GPS
- c. *Colombus* untuk perataan jaring GPS
- d. *Ms. Word* versi 2007 untuk pengetikan laporan penelitian
- e. *Ms. Excel* versi 2007 untuk pengolahan data berbentuk tabel angka
- f. *Text Editor : Notepad*

3.1.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

- a. Data titik-titik koordinat Orde I yang diukur oleh BAKOSURTANAL yang digunakan dalam pemrosesan data hasil pengamatan GPS sebagai titik ikat.

Tabel 3.1. Koordinat titik ikat N1.0234

Nomor Pilar : N1.0234		Nama Setempat : Pajarakan			
Desa/Kelurahan : Surokerto		Kecamatan : Pajarakan			
Kabupaten/Kota : Probolonggo		Provinsi : Jawa Timur			
Koordinat Geodetik (DGN-95/WGS-84)		Proyeksi UTM Zone 49		Koordinat Kartesian (ITRF 2000 Epoch 1988.0)	
Lintang	7° 46' 0.6629" S	Timur	762365.071 meter	X	-2507850.2143 meter
Bujur	113° 22' 43.7893" E	Utara	9140740.639 meter	Y	5801179.6613 meter
Tinggi Elipsoid	36.079 meter			Z	-856243.3174 meter

Tabel 3.2. Koordinat titik ikat N1.0322

Nomor Pilar : TTG.1300		Nama Setempat : Kantor desa Lemahbang			
Desa/Kelurahan : Lemahbang		Kecamatan : Sukorejo			
Kabupaten/Kota : Pasuruan		Provinsi : Jawa Timur			
Koordinat Geodetik (DGN-95/WGS-84)		Proyeksi UTM Zone 49		Koordinat Kartesian (ITRF 2000 Epoch 1988.0)	
Lintang	7°42' 34.5244" S	Timur	-2440811.4740 meter	X	-2440811.4740 meter
Bujur	112° 42' 51.3026" E	Utara	5830873.5940 meter	Y	5830873.5940 meter
Tinggi Elipsoid	265.218 meter			Z	-849998.9750 meter

Tabel 3.3. Koordinat titik ikat BSBYA

Nomor Pilar : BSBY		Nama Setempat : BM GPS Pasut Tanjung Perak			
Desa/Kelurahan : Nilan Barat		Kecamatan : Krembangan			
Kabupaten/Kota : Surabaya		Provinsi : Jawa Timur			
Koordinat Geodetik (DGN-95/WGS-84)		Proyeksi UTM Zone 49		Koordinat Kartesian (ITRF 2000 Epoch 1988.0)	
Lintang	7° 12' 39.7519" S	Timur	690316.966 meter	X	-2444441.5228 meter
Bujur	112° 43' 25.0382" E	Utara	9202561.633 meter	Y	5836865.0746 meter
Tinggi Elipsoid	32.853 meter			Z	-795298.5060 meter

b. Data Observasi GPS sebanyak 12 titik dalam format *RINEX*.

1. *RINEX* yang berisi Data Pengamatan

2.11	OBSERVATION DATA		G (GPS)		RINEX VERSION / TYPE	
Topcon Tools 8.2			19-JUL-12 15:53		PGM / RUN BY / DATE	
build October 04, 2011	by (c) Topcon Positioning Systems				COMMENT	
Tongas					MARKER NAME	
					MARKER NUMBER	
-Unknown-	-Unknown-		-Unknown-		OBSERVER / AGENCY	
0220340488	Trimble				REC # / TYPE / VERS	
0	TRM41249.00				ANT # / TYPE	
-2479003.3954	5814308.1674	-851350.9506			APPROX POSITION XYZ	
0.9974	0.0000	0.0000			ANTENNA: DELTA H/E/N	
1 1					WAVELENGTH FACT L1/2	
2012 4 18 6 59		0.0000000	GPS		TIME OF FIRST OBS	
2012 4 18 13 16		0.0000000	GPS		TIME OF LAST OBS	
15.000					INTERVAL	
15					LEAP SECONDS	
18					# OF SATELLITES	
4 C1 P2 L1 L2					# / TYPES OF OBSERV	
G 1 606 549 599 544					PRN / # OF OBS	
G 3 1094 1078 1089 1075					PRN / # OF OBS	
G 6 979 923 970 917					PRN / # OF OBS	
G 7 119 119 119 119					PRN / # OF OBS	
G11 856 833 855 832					PRN / # OF OBS	
G13 463 463 462 462					PRN / # OF OBS	
G14 737 674 729 670					PRN / # OF OBS	
G16 732 692 731 691					PRN / # OF OBS	
G17 89 89 89 89					PRN / # OF OBS	
G18 73 41 70 39					PRN / # OF OBS	
G19 1135 1124 1135 1124					PRN / # OF OBS	
G20 906 830 903 830					PRN / # OF OBS	
G22 566 532 560 528					PRN / # OF OBS	
G23 668 668 668 668					PRN / # OF OBS	
G29 33 14 29 14					PRN / # OF OBS	
G30 566 541 565 540					PRN / # OF OBS	
G31 730 562 712 558					PRN / # OF OBS	
G32 1246 1226 1237 1220					PRN / # OF OBS	
SE TPS 00000000					COMMENT	
					END OF HEADER	
12 4 18 6 59	0.0000000	0	6G 3G 6G14G16G22G30			
24391279.7974	24391286.4454	-442859.0864	-303696.7585			
23003053.047		-438739.309				
23165518.6174	23165527.8874	-363175.6334	-247494.1955			
21601474.2584	21601479.6294	-406132.0704	-299999.5235			
20163092.8914	20163094.9184	-245410.8524	-181981.5005			
20816468.9224	20816474.8954	-271006.2234	-204447.9375			
12 4 18 6 59	15.0000000	0	6G 3G 6G14G16G22G30			
24373688.9774	24373694.7234	-535297.3914	-375726.5044			
22985871.9064	22985881.5124	-529021.1294	-367231.5005			
23149839.3834	23149848.0984	-445573.0944	-311699.9774			
21585684.0394	21585688.5634	-489109.9374	-364657.5824			
20153609.7274	20153611.4774	-295245.8834	-220813.9694			
20805936.6024	20805942.7074	-326353.2464	-247575.5084			
12 4 18 7 31	15.0000000	0	5G 3G14G16G22G30			
23279362.1954	23279368.2034	-12587673.9964	-9767179.7775			

2. RINEX yang berisi Navigation Message

2.10	N: GPS NAV DATA	RINEX VERSION / TYPE
Topcon Tools 8.2	19-JUL-12 15:53	PGM / RUN BY / DATE
build October 04, 2011	by (c) Topcon Positioning Systems	COMMENT
END OF HEADER		
3 12 4 18 8 0 0.0	.374321825802D-04 .500222085975D-11 .000000000000D+00	
.103000000000D+03	-.376562500000D+02 .561201947742D-08 -.221338370315D+01	
-.201538205147D-05	.151554235490D-01 .395998358727D-05 .515370710945D+04	
.288000000000D+06	.193715095520D-06 -.165917742683D+01 .279396772385D-07	
.930536606711D+00	.280625000000D+03 .118151108732D+01 -.849785396973D-08	
-.428589281035D-10	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.419095158577D-08 .103000000000D+03	
.287999000000D+06		
6 12 4 18 8 0 0.0	.303210690618D-04 -.125055521494D-11 .000000000000D+00	
.710000000000D+02	-.407812500000D+02 .556594612971D-08 -.303786800500D+00	
-.223703682423D-05	.725832558237D-02 .493973493576D-05 .515368577957D+04	
.288000000000D+06	.149011611938D-07 -.158282540184D+01 -.987201929092D-07	
.937434818437D+00	.272312500000D+03 -.572143351884D+00 -.873143512789D-08	
-.205008539429D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.512227416039D-08 .710000000000D+02	
.287999000000D+06		
14 12 4 18 8 0 0.0	.200440175831D-03 .102318153949D-11 .000000000000D+00	
.860000000000D+02	-.571250000000D+02 .432375153018D-08 -.137525886348D+01	
-.298023223877D-05	.620718393475D-02 .489503145218D-05 .515357406998D+04	
.288000000000D+06	.152736902237D-06 .168082550278D+01 .122934579849D-06	
.978702843610D+00	.295750000000D+03 -.206166648798D+01 -.812140971788D-08	
-.387873299337D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.884756445885D-08 .860000000000D+02	
.287999000000D+06		
16 12 4 18 8 0 0.0	-.231774523854D-03 -.136424205266D-11 .000000000000D+00	
.140000000000D+02	.429062500000D+02 .430732227440D-08 -.372216639860D-01	
.233761966228D-05	.662322924472D-02 .664591789246D-05 .515364780808D+04	
.288000000000D+06	.968575477600D-07 -.253132273072D+01 -.391155481339D-07	
.980235668693D+00	.259187500000D+03 -.463384992359D-01 -.809783730743D-08	
.513592821774D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.977888703346D-08 .140000000000D+02	
.287999000000D+06		
18 12 4 18 8 0 0.0	.191545579582D-03 .181898940355D-11 .000000000000D+00	
.320000000000D+02	.882187500000D+02 .544094092274D-08 .463143211499D+00	
.476278364658D-05	.131072701188D-01 .567734241486D-05 .515368707848D+04	
.288000000000D+06	-.137835741043D-06 .578329799837D+00 .158324837685D-06	
.930313687254D+00	.255375000000D+03 -.218645801418D+01 -.884286834096D-08	
.129291099779D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.107102096081D-07 .320000000000D+02	
.287999000000D+06		
22 12 4 18 8 0 0.0	.143396202475D-03 .227373675443D-12 .000000000000D+00	
.890000000000D+02	.825937500000D+02 .551165815411D-08 -.366301670003D+00	
.432133674622D-05	.593858747743D-02 .515021383762D-05 .515368203545D+04	
.288000000000D+06	-.111758708954D-07 .581788862321D+00 .521540641785D-07	
.928028457070D+00	.260718750000D+03 -.201448163797D+01 -.879750930872D-08	
.213937482783D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.167638063431D-07 .890000000000D+02	

- c. Data nama titik, lokasi titik, lama pengamatan, nama receiver, jenis antena dan tinggi alat saat pengamatan yang digunakan untuk pencocokan dan input data saat pemrosesan data GPS.

Tabel 3.3. Pengamatan hari pertama

Nama BM	Lokasi		Lama Pengamatan	Receiver	Antenna	Tinggi Instrumen (M)
N2.009	TR.Tongas	Probolinggo	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4340	1.05
N1.0322	BM.Bako	Pandaan	6 jam	Trimble 5700	Topcon PG-AI	0.86
N2.008	TR.Rejoso	Pasuruan	6 jam	Trimble 5700	Trimble PN:22020-70	1.067
N1.0234	BM.Bako	Probolinggo	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR	1.113
N2.010	TR.Leces	Leces	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4431	1.15

Tabel 3.4. Pengamatan hari kedua

Nama BM	Lokasi		Lama Pengamatan	Receiver	Antenna	Tinggi Instrumen (M)
N2.005	TR.Mojokerto	Mojokerto	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR	1.014
N1.0322	BM Bako	Pandaan	3 jam	Trimble 5700	Topcon PG-AI	0.89
N2.008	TR. Rejoso	Pasuruan	3 jam	Trimble 5700	Topcon PG-AI	1.1
N2.006		Kalisogo	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4340	1.123
N2.003		Sidoarjo	9 jam	Trimble 5700	Trimble PN:22020-70	1.089
N2.007		Pasuruan	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4431	1.145

Tabel 3.5. Pengamatan hari ketiga

Nama BM	Lokasi		Lama Pengamatan	Receiver	Antenna	Tinggi Instrumen (M)
N2.004	TR.Tanjung Sari	Sidoarjo	3 jam	Trimble 5700	Topcon PG-AI	1.1
N2.008	TR. Rejoso	Pasuruan	3 jam	Trimble 5700	Topcon PG-AI	1.09
N2.005		Mojokerto	3 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR	1.003
N1.0322		Pandaan	3 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR	0.987
BSBY	Tomo	Perak	9 jam	Trimble 5700	Trimble PN:22020-70	Sesi 1 = 0.770
						Sesi 2 = 0.770
						Sesi 3 = 0.690
N2.003		Sidoarjo	6 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4431	1.145
N2.002	TR.Ngagel	Ngagel	9 jam	Trimble 5700	Trimble ZHEPYR DC 4340	1.167

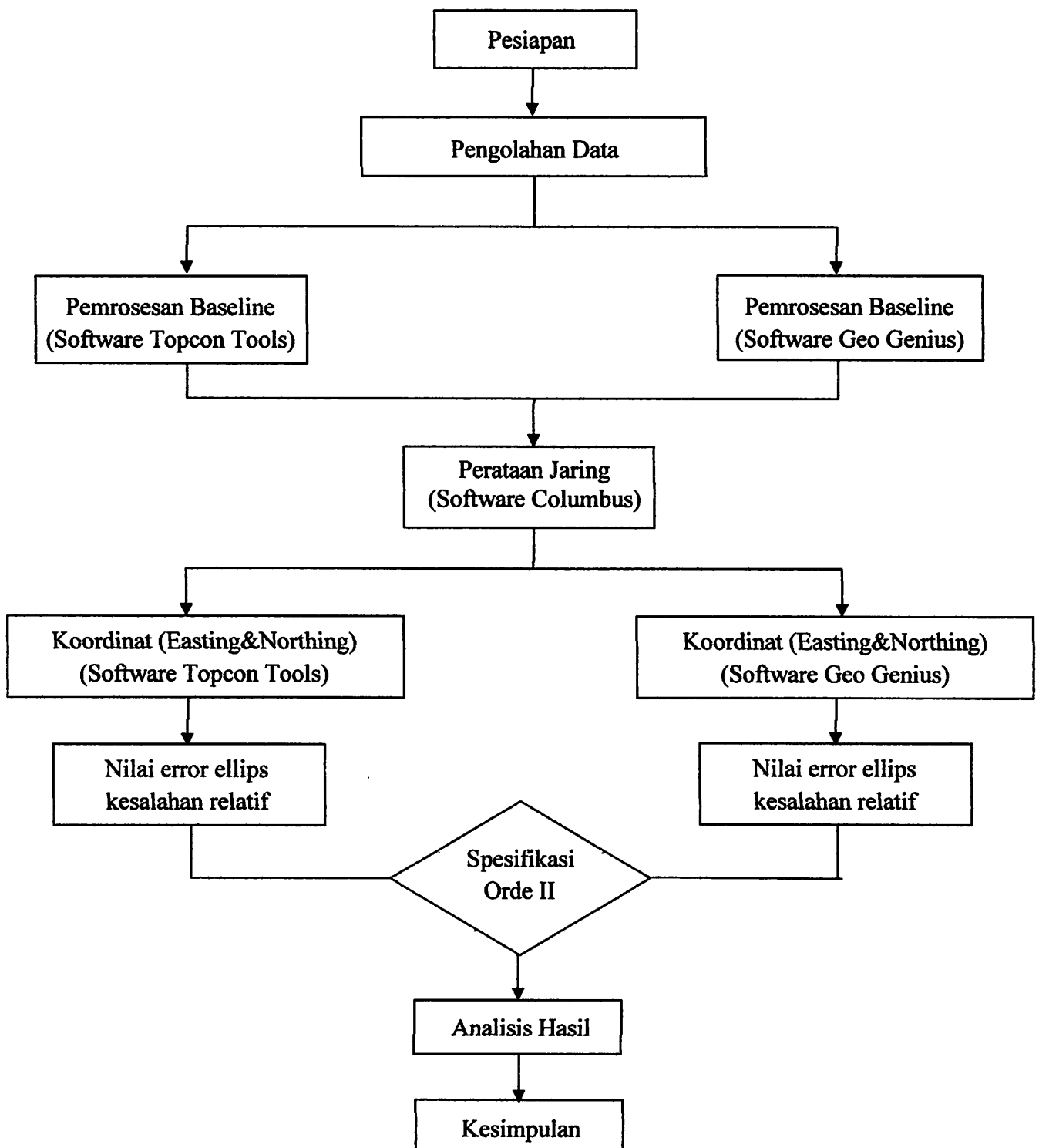
- d. Tabel Penetapan Orde Jaringan titik kontrol horisontal yang terdapat dalam SNI Jaringan Kontrol Horisontal.

Tabel 3.6. Orde jaring titik kontrol horisontal

Orde	C(ppm)	Jaring Kontrol	Jarak*	Kelas
0	0.01	Jaring fidusial nasional (jaring tetap GPS)	1000	3A
0	0.1	Jaring titik kontrol geodetik nasional	500	2A
1	1	Jaring titik kontrol geodetik regional	100	A
2	10	Jaring titik kontrol geodetik lokal	10	B
3	30	Jaring titik kontrol geodetik prapatan	2	C
4	50	Jaring titik kontrol pemetaan	0.1	D
* Jarak tipikal antar titik yang berdampingan dalam jaringan (dalam km)				

3.1.3. Diagram Alir

Pelaksanaan penelitian meliputi tahapan seperti digambarkan dalam diagram alir berikut



Keterangan Diagram Alir :

1. Persiapan penelitian, dalam hal ini perangkat keras dan lunak yang akan digunakan dalam melakukan pengolahan data.
2. Pengolahan data dilakukan baseline per baseline, data sudah disamakan waktu pengamatan dan dibuang data satelit yang terdapat *cycle slip*, gangguan sinyal dan *multipath*.
3. *Processing* baseline dilakukan untuk menghitung vektor baseline (dX , dY , dZ).
4. Perataan jaring dilakukan untuk menghitung koordinat final dari titik-titik dalam jaringan GPS yang bersangkutan dan mendapatkan nilai *error ellips* kesalahan relatif.
5. Spesifikasi Orde II sebagai pembandingan dari hasil pengolahan data setelah diketahui nilai *semi-major axis* dari *error ellips* kesalahan relatif.

3.2. Pengolahan Data GPS

Tahapan pengolahan data adalah pekerjaan yang dilakukan setelah pengukuran GPS dilakukan. Pekerjaan pengolahan data meliputi pengolahan baseline GPS dengan perangkat lunak Topcon Tools v.8.2, pengolahan baseline GPS dengan perangkat lunak GeoGenius, dan perataan jaring GPS dengan perangkat lunak Columbus.

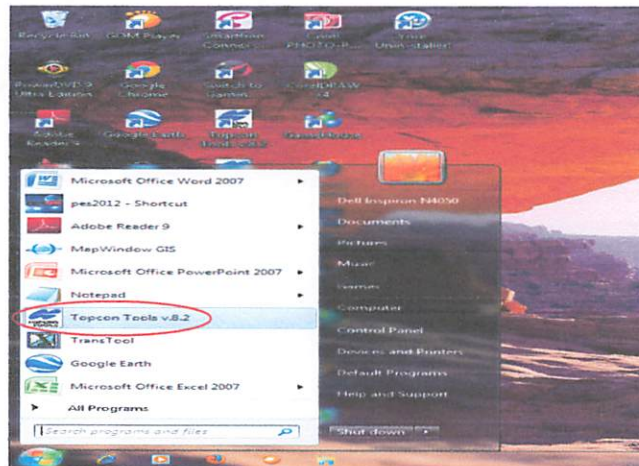
3.2.1. Langkah Kerja Mengolah Baseline dengan Software Topcon Tools v.8.2 :

1. Menjalankan perangkat lunak Topcon Tools v.8.2 dengan cara memilih:

Start Menu → Topcon Tools v.8.2. atau dengan memilih icon

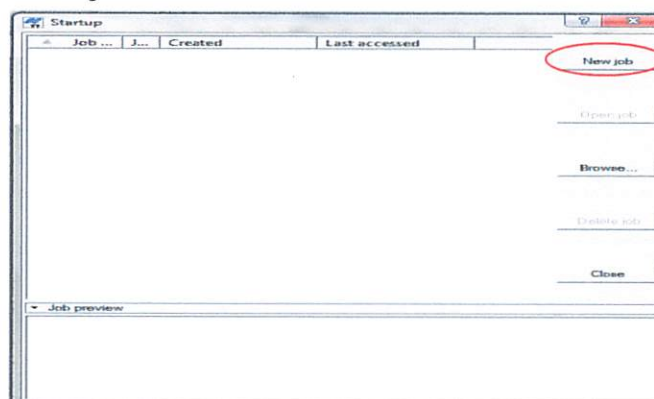


(Catatan : Pengolahan data GPS secara *post-processing* lebih dari lima titik harus menggunakan *dongle* dari Topcon Tools v.8.2.)



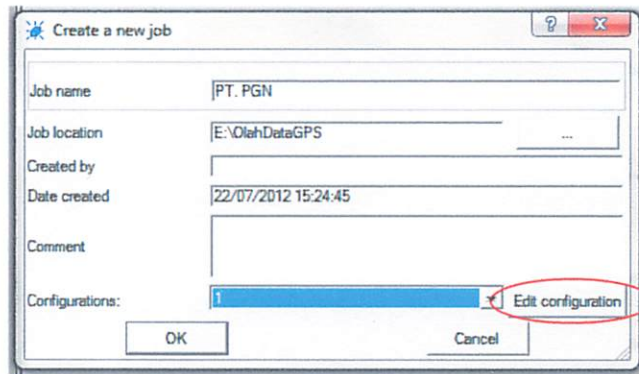
Gambar 3.2. Menjalankan Topcon Tools v.8.2

2. Sambungkan *dongle* pada komputer agar aplikasi tersebut dapat dijalankan.
3. Kotak dialog *Startup* akan otomatis muncul setelah Topcon Tool dijalankan, kemudian dilanjutkan dengan membuat job baru dengan cara memilih New job.



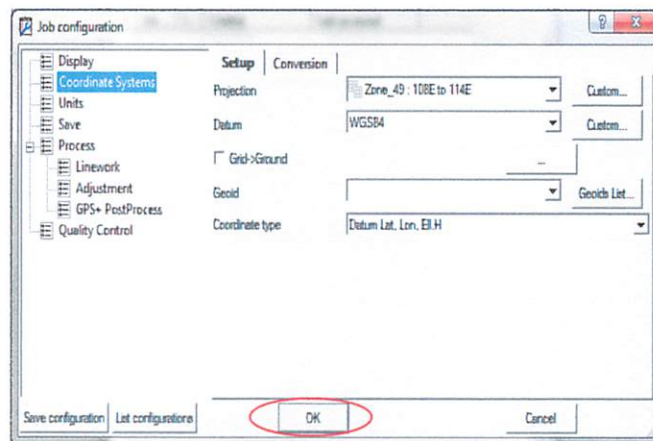
Gambar 3.3. Kotak dialog Startup

4. Kemudian mengisi *Job name* (nama pekerjaan), *Job location* (lokasi penyimpanan hasil pekerjaan) dan *Create by* (pembuat pekerjaan) sesuai keinginan. Untuk *Date create* (tanggal pekerjaan) akan secara otomatis muncul. Kemudian dilanjutkan dengan memilih *Edit configuration*.



Gambar 3.4. Kotak dialog Create a new job

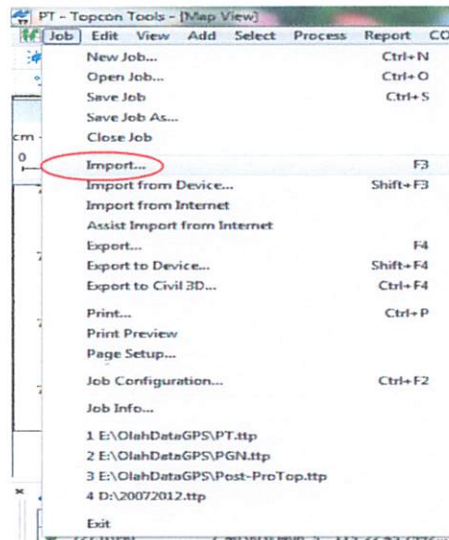
5. Setelah memilih *Edit configuration*, kemudian sistem proyeksi, datum, zona waktu dan spesifikasi lain dirubah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan *user* kemudian pilih OK. Dalam pekerjaan ini, sistem proyeksi yang digunakan adalah UTM dengan zone 49 South dan datum WGS84 serta zona waktu (UTC+07:00) Jakarta.



Gambar 3.5. Kotak dialog job configuration

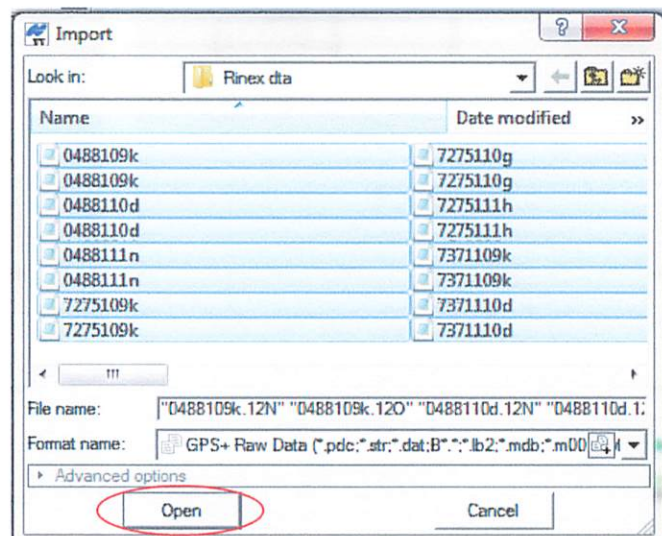
6. Memasukkan data RINEX hasil pengukuran GPS dengan cara memilih :

Job → *import* (F3) atau dengan memilih icon 



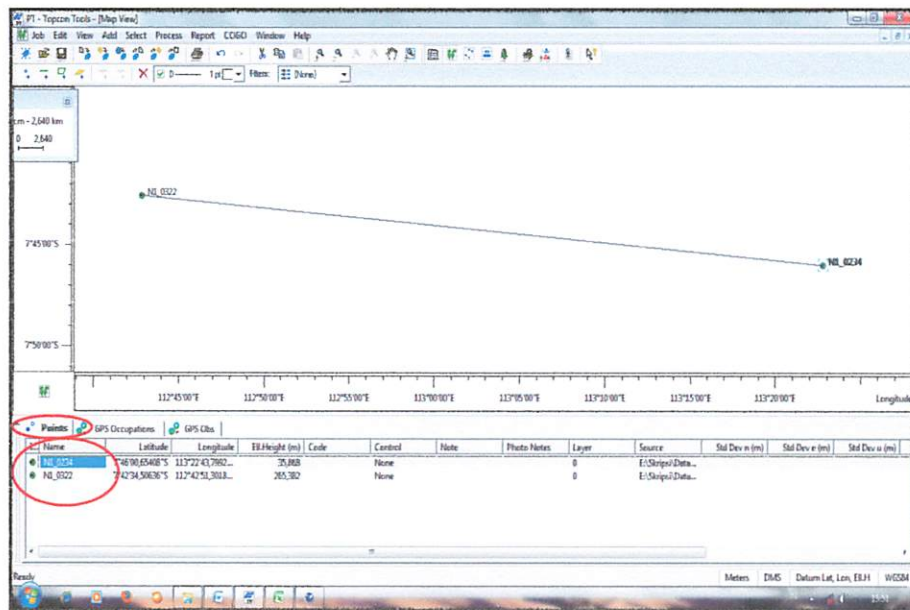
Gambar 3.6. Cara memasukkan data mentah

7. Kemudian memilih file yang akan diproses dengan format (*.RINEX), kemudian pilih *Open*.



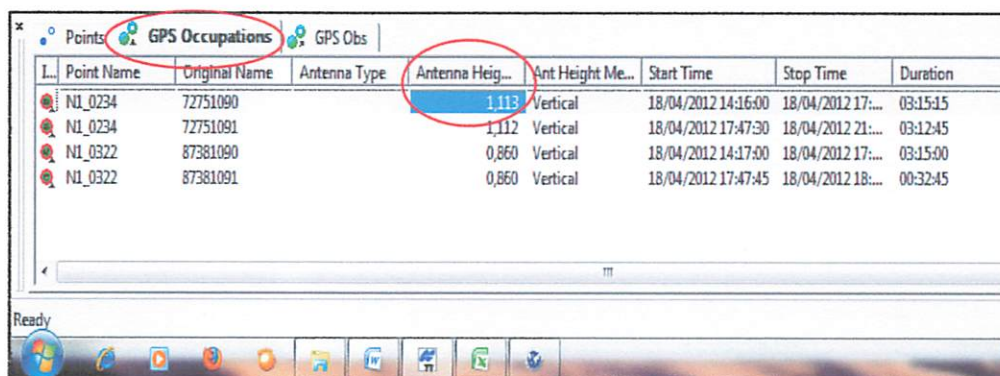
Gambar 3.7. Kotak dialog *import*

8. Pilih *tools points* yang terletak di bagian kiri bawah pada window. Arahkan *cursor* pada kolom *Name*, kemudian ganti nama titik sesuai dengan hasil pengamatan. Lakukan hal yang sama pada titik pengamatan selanjutnya. Apabila ada nama titik yang sama maka titik tersebut akan menyatu (*merge*) dengan titik yang lainnya.



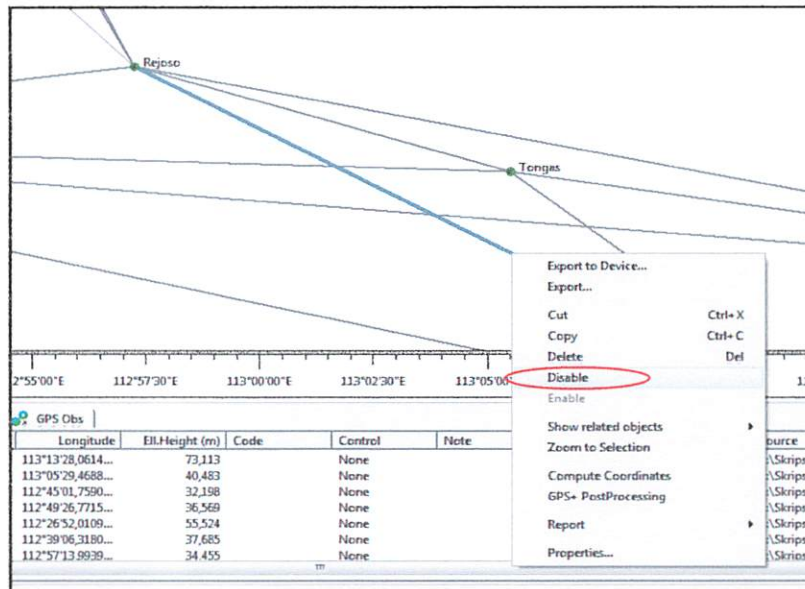
Gambar 3.8. Tampilan window setelah import point

9. Pilih *tools GPS Occupations* kemudian arahkan kursor dan klik pada kolom *Antenna Height* untuk mengganti tinggi antenna *receiver* sesuai dengan tinggi antenna yang terpasang saat pengamatan.



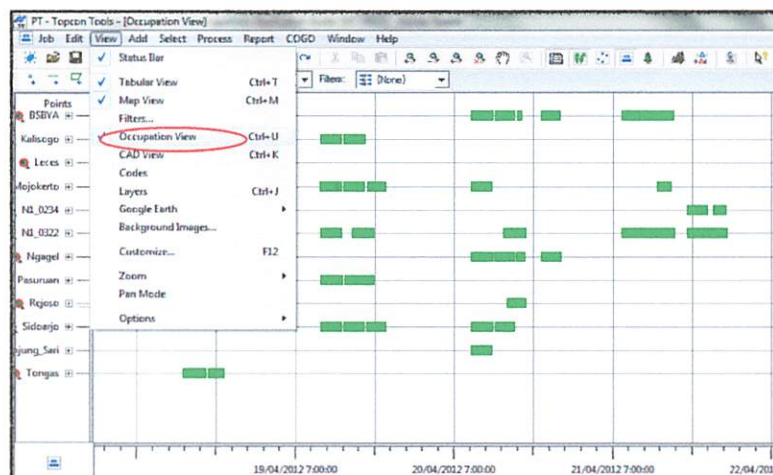
Gambar 3.9. Tampilan windows GPS Occupations

10. Setelah semua data di *import*, matikan baseline yang tidak digunakan yang nantinya akan mempengaruhi saat pemrosesan perataan jaringan. Klik kanan pada *baseline* yang akan dimatikan kemudian, *klik disable*. Lakukan hal yang sama pada *baseline* yang akan dimatikan selanjutnya.



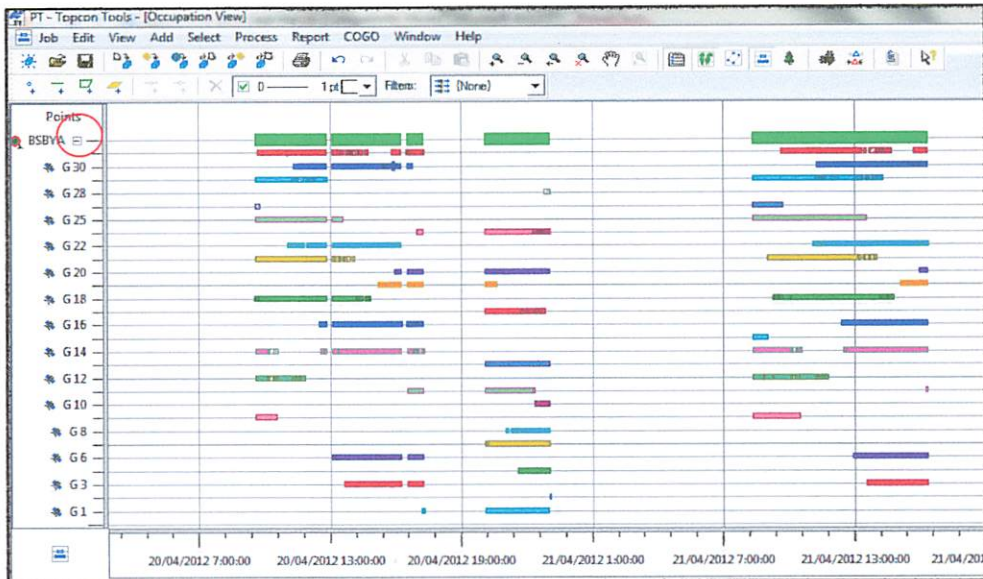
Gambar 3.10. Tampilan windows Disable Baseline

11. Untuk mengetahui perekaman data saat pengamatan yaitu klik *View* pada *toolbar*→klik *Occupation View* (CTRL+U). Maka akan tampil seperti pada gambar 3.16.



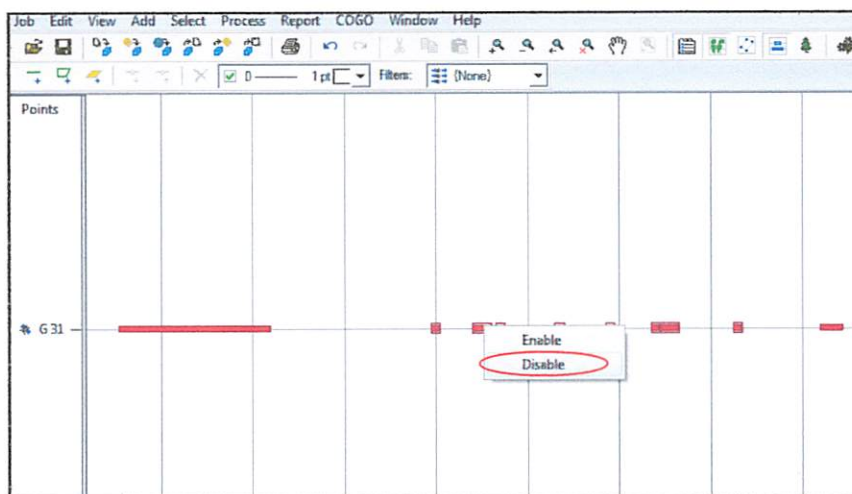
Gambar 3.11. Tampilan Occupation View

12. Pilih tanda (+) disamping nama titik maka akan muncul nama satelit yang sudah terekam saat pengamatan. Setiap satelit mempunyai nama dan simbol warna berbeda.



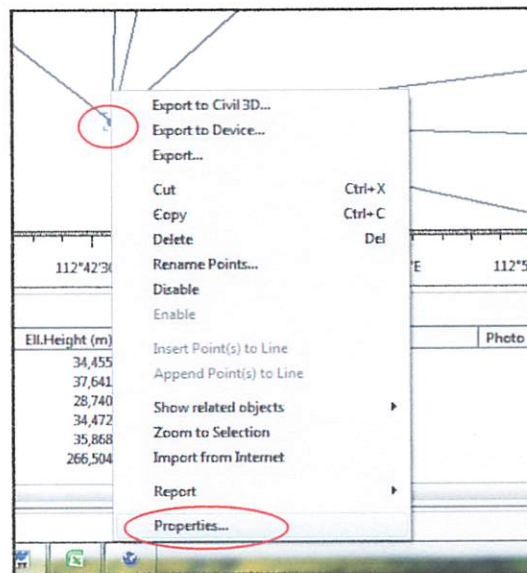
Gambar 3.12. Tampilan Satelit yang terekam saat pengamatan

13. Untuk mendapatkan hasil yang baik saat proses baseline maka harus mengeliminasi data yang kurang baik. Blok data yang akan dieliminasi →Klik kanan →Disable. Lakukan hal yang sama pada data yang dianggap kurang baik.



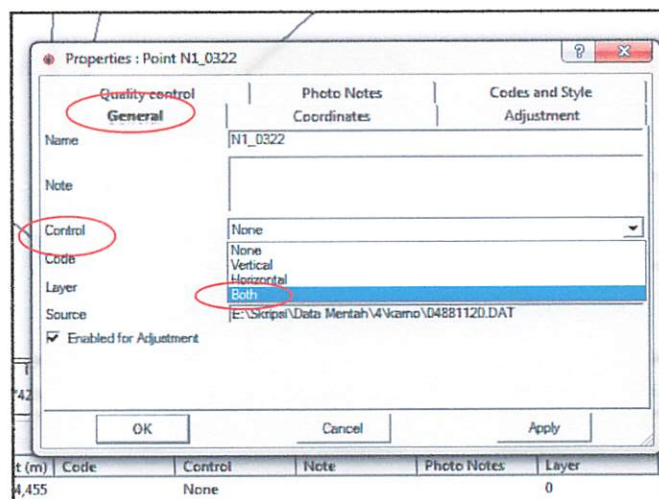
Gambar 3.13. Tampilan proses pengeliminasian data pengamatan

14. Sebelum melakukan proses *baseline*, maka harus menentukan titik kontrol terlebih dahulu sebagai titik ikat yang berfungsi untuk menjaga konsistensi dan homogenitas dari ketelitian titik-titik kerangka yang bersangkutan terhadap titik-titik yang lainnya. Klik kanan pada titik yang akan dijadikan titik ikat kemudian klik *properties*.



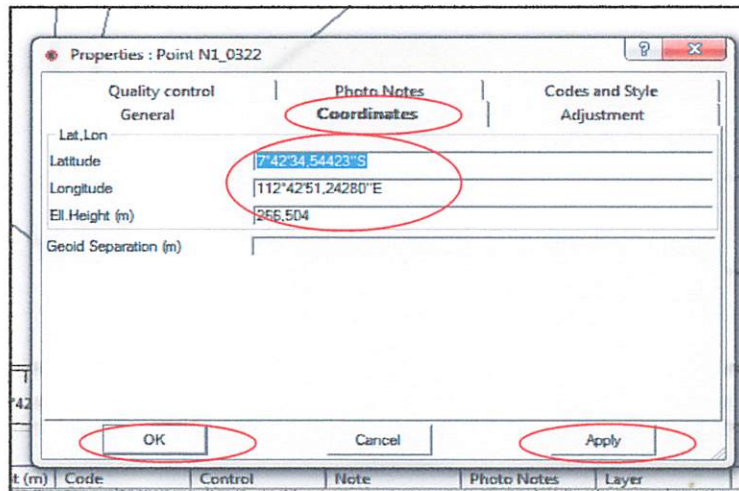
Gambar 3.14. Tampilan Pull down Control Properties

15. Pada menu *General*, arahkan kursor ke kolom Control kemudian, ganti pilihan *None* menjadi *Both*.



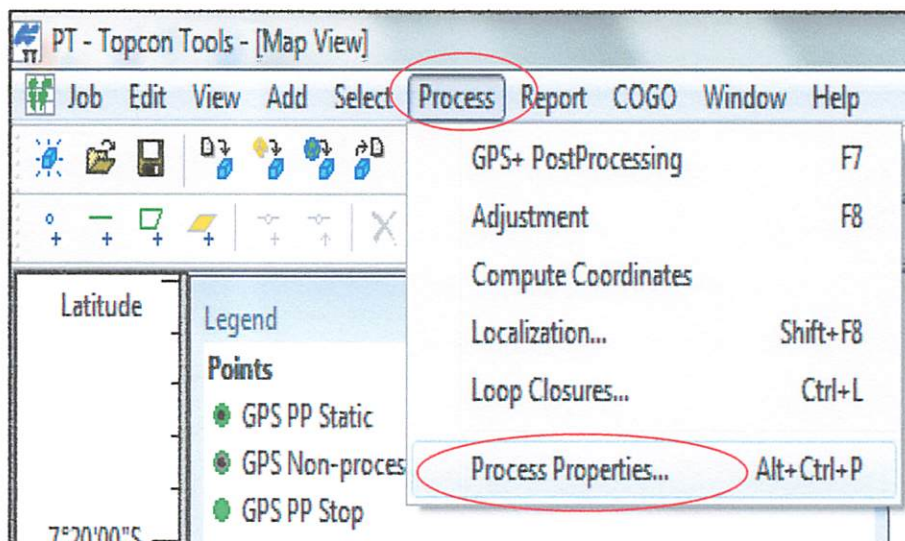
Gambar 3.15. Kotak dialog Properties

16. Untuk mengganti nilai koordinat titik ikat tersebut maka arahkan kursor pada menu *Coordinates* kemudian, input nilai koordinat sesuai dengan koordinat yang sudah ditetapkan. Setelah semua koordinat di input maka klik *Apply*→klik *OK*.



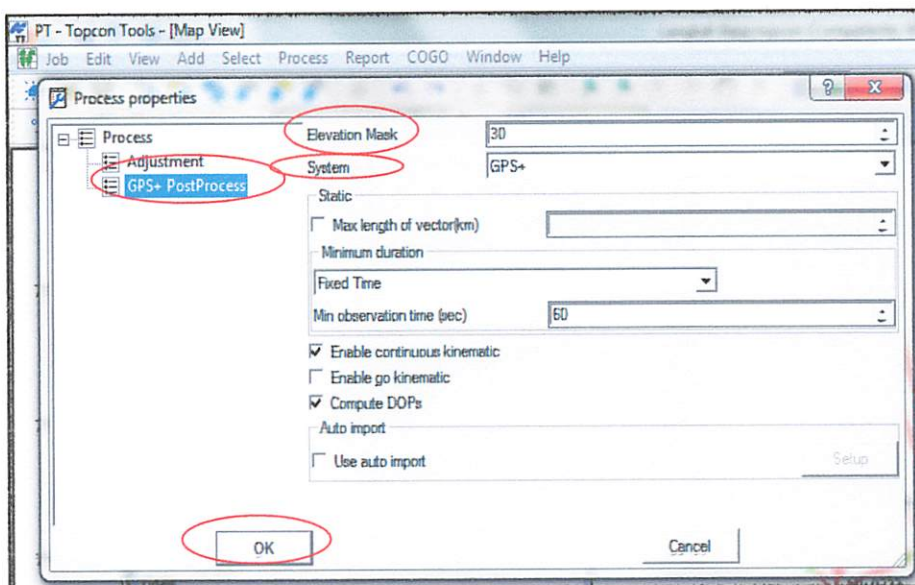
Gambar 3.16. Tampilan Input Koordinat Titik Kontrol

17. Sebelum melakukan proses baseline, maka harus mengatur pilihan pemrosesan pada menu pengaturan proses baseline. Arahkan kursor pada *toolbar Process* kemudian, klik *Properties Process*.



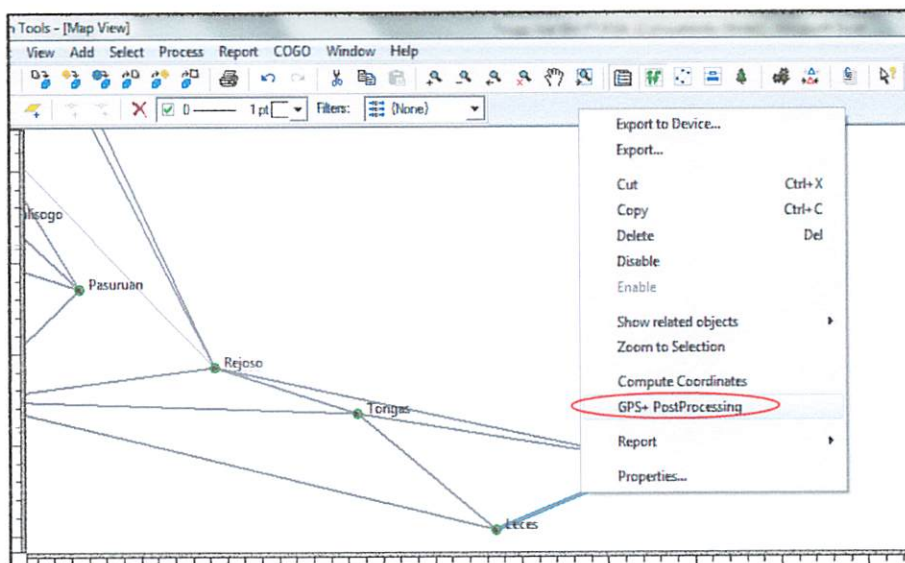
Gambar 3.17. Tampilan Pulldown Process Properties

18. Pilih menu *GPS+PostProcess* kemudian, ganti besaran *mask angle* pada kolom *Elevation Mask* sesuai pengamatan. Pilih *System* yang digunakan serta, Pilih *Fixed Time* pada kolom *Minimum duration* →Klik *OK*.



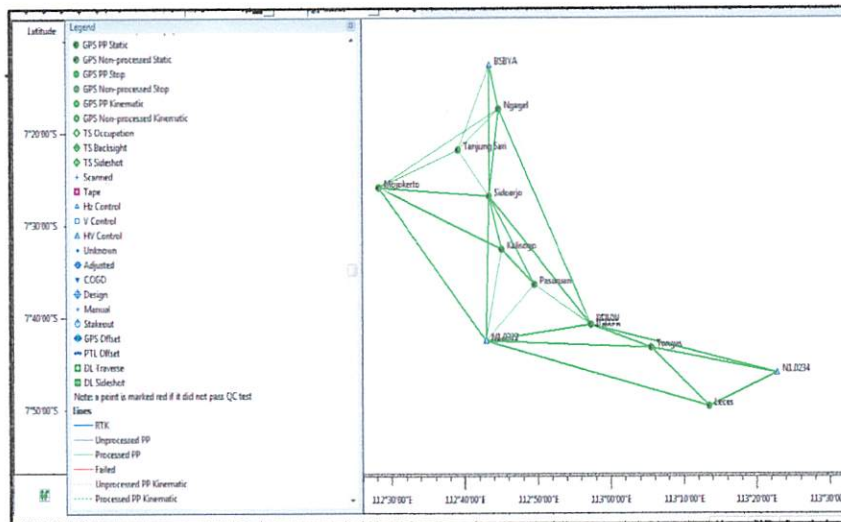
Gambar 3.18. Tampilan Process Properties

19. Klik kanan pada baseline yang akan diproses →Klik *GPS+PostProcessing*.
Lakukan hal yang sama pada setiap baseline yang akan diproses.



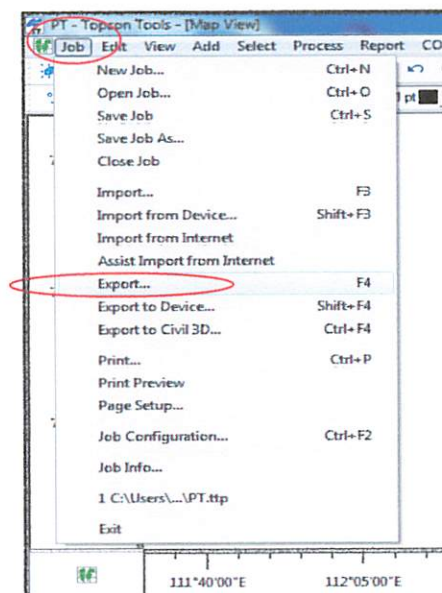
Gambar 3.19. Tampilan Proses Pengolahan Baseline

Setelah semua *baseline* dilakukan proses *baseline* maka *baseline* yang sudah diproses akan berubah warna menjadi warna **hijau** dan apabila warna *baseline* berubah menjadi warna **merah** maka *baseline* tersebut berarti proses gagal seperti gambar 3.24. berikut ini.

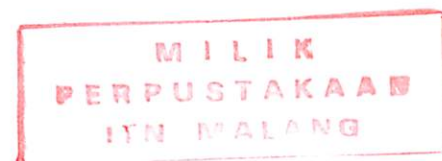


Gambar 3.20. Tampilan Setelah Proses Baseline

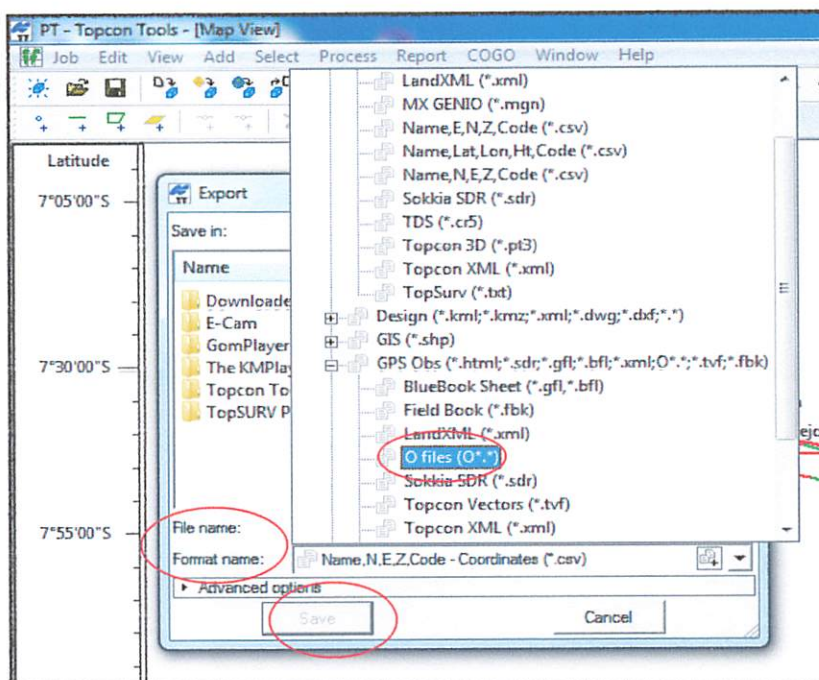
20. *Export* jaringan yang sudah diproses untuk dilakukan perataan pada *software* Colombus Demo 3.8. Klik *toolbar Job*→Klik *Export*.



Gambar 3.21. Tampilan Pulldown Export



21. Pilih *format name* dengan format file (*.O) agar dapat di import pada *software* Columbus Demo 3.8. Ganti nama file sesuai keinginan → *Klik Save*.

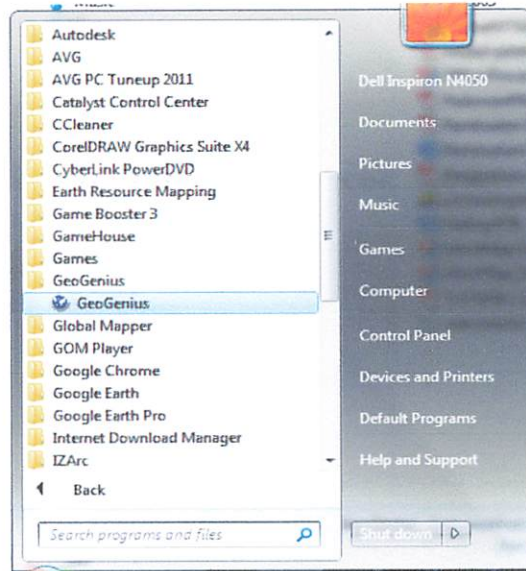


Gambar 3.22. Tampilan Penyimpanan File

3.2.2. Langkah Kerja Mengolah Baseline dengan perangkat lunak GeoGenius

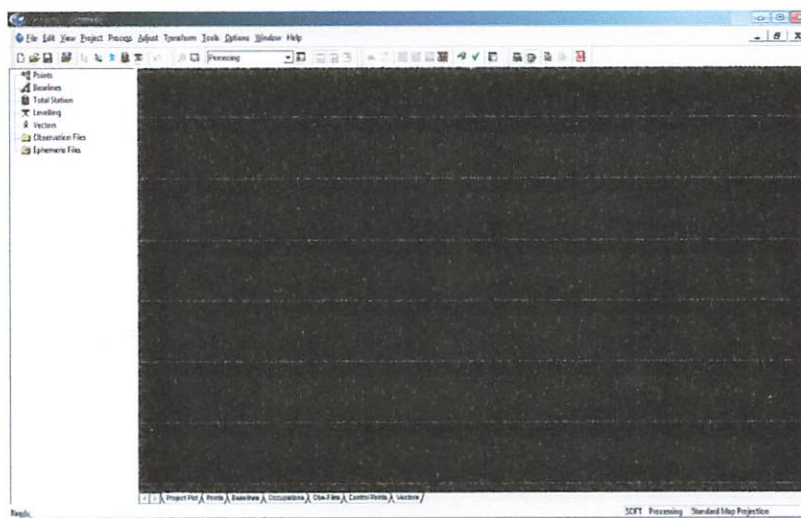
1. Membuka perangkat lunak GeoGenius

Start menu → GeoGenius atau klik icon



Gambar 3.23. Menjalankan perangkat lunak GeoGenius

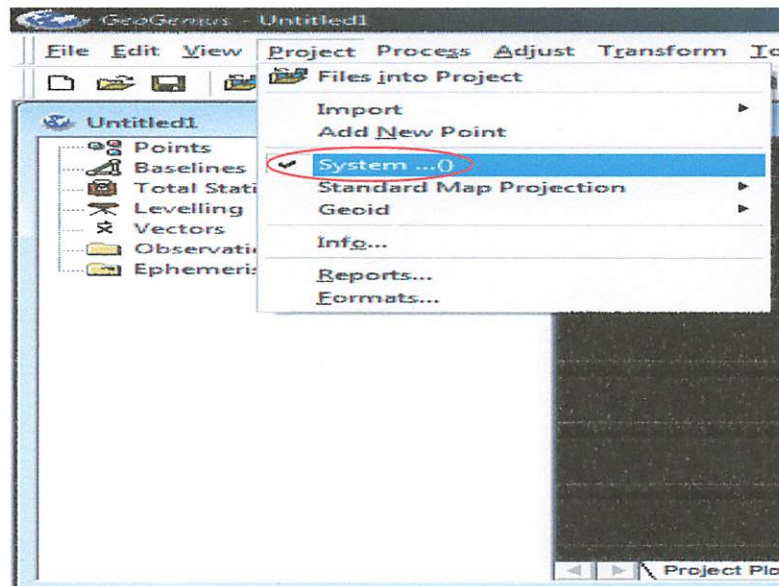
2. Akan muncul tampilan seperti dibawah ini



Gambar 3.24. Tampilan awal GeoGenius

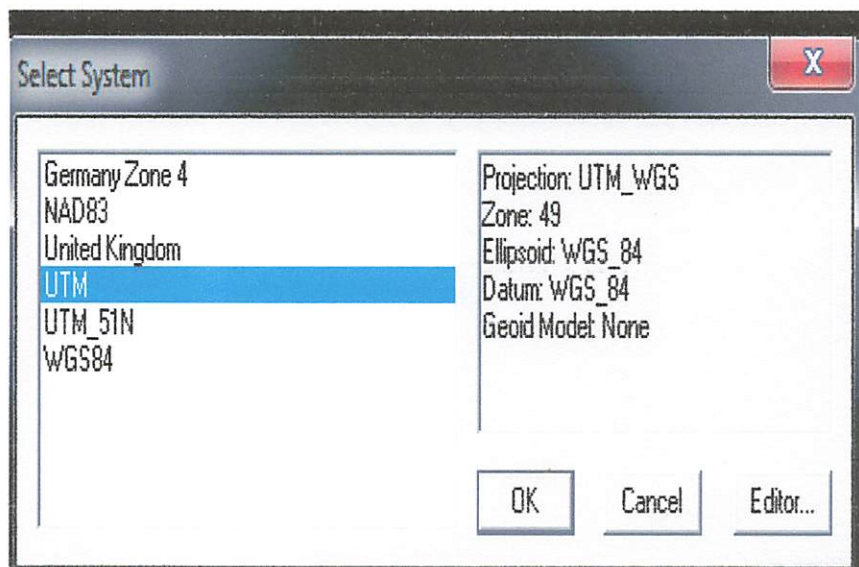
3. *Setting* sistem di dalam *project* menjadi yang kita inginkan. Misalkan dengan sistem proyeksi UTM zona 49 S dan datum WGS 84.

Dengan memilih pada *project* → *system*



Gambar 3.25. Cara mengganti sistem proyeksi yang digunakan

Sehingga muncul jendela :

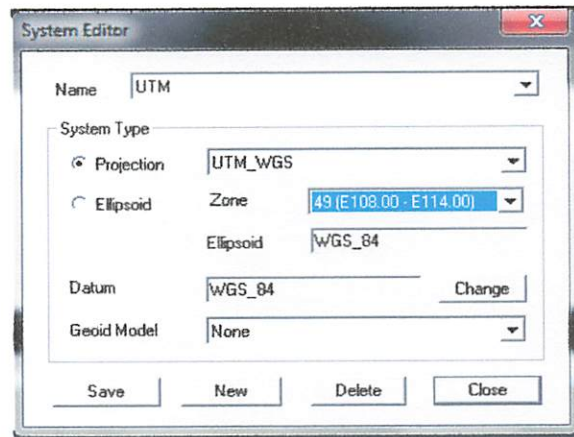


Gambar 3.26. Kotak dialog Select System

Bila ingin mengganti / meng-edit elipsoid ; datum ; zone , geoid model

klik Editor 

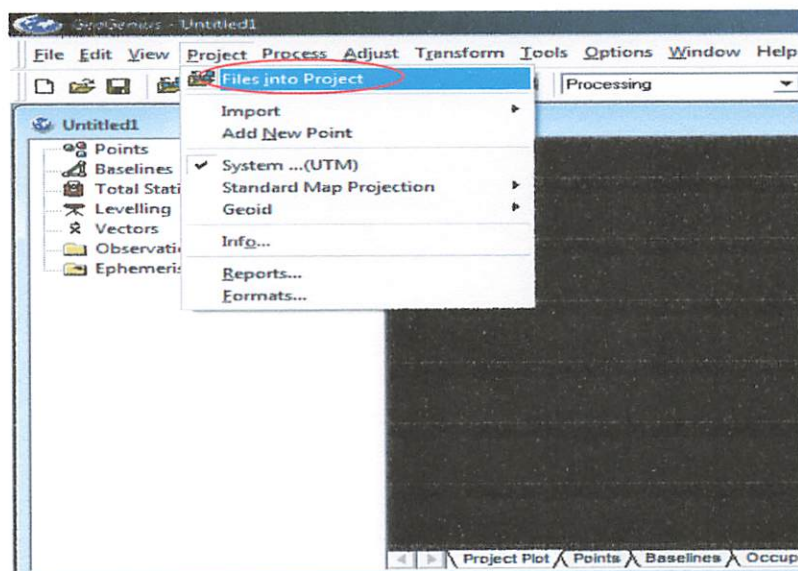
Sehingga muncul jendela System Editor :



Gambar 3.27. Kotak dialog System Editor

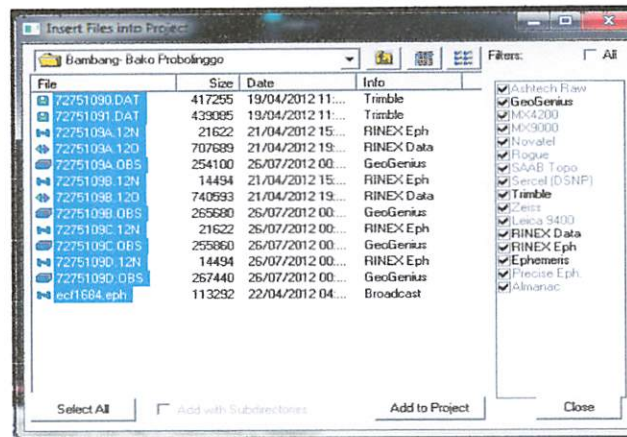
4. Masukkan file rinex atau data mentah ke dalam *project* dengan menekan

tombol  . Atau dengan memilih *Project* → *Files into Project*



Gambar 3.28. Cara input data

Sehingga muncul jendela untuk memilih file :



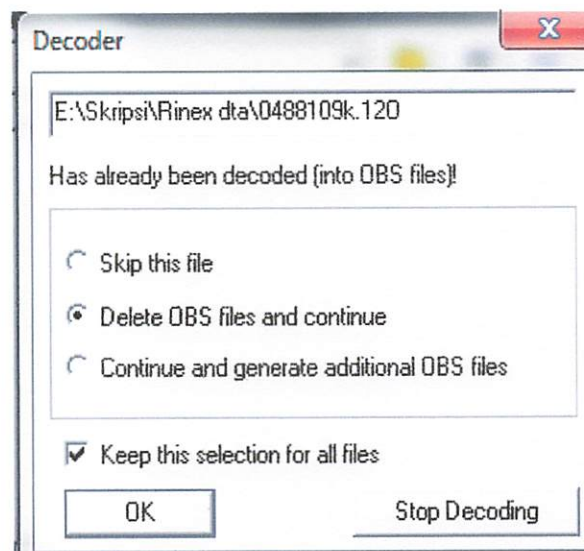
Gambar 3.29. Kotak dialog Insert file into Project

lalu pada jendela itu, pilih file pengamatan GPS yang akan diproses atau

bila menginginkan untuk memilih semuanya. Tekan *Select All* Select All

Lalu tekan tombol *Add to Project* , nanti akan ada jendela peringatan

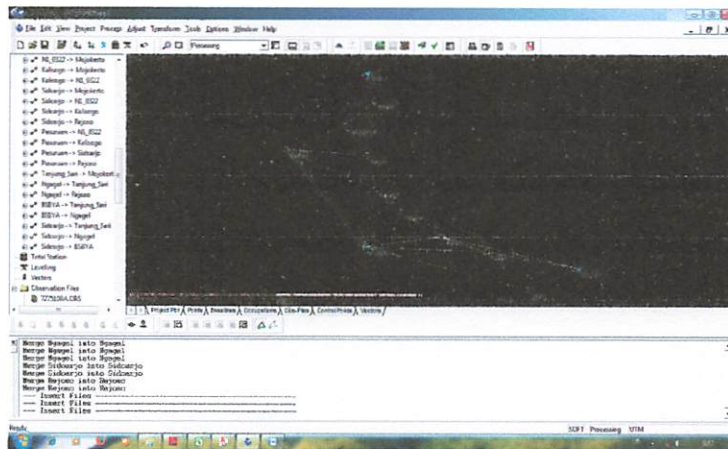
Decoder Add to Project



Gambar 3.30. Kotak dialog decoder

Ada 3 pilihan saat akan memasukkan files ke dalam project, centang / klik saja *Delete OBS files and continue* atau centang / klik *Continue and generate additional OBS files* . Kemudian tekan / klik OK .

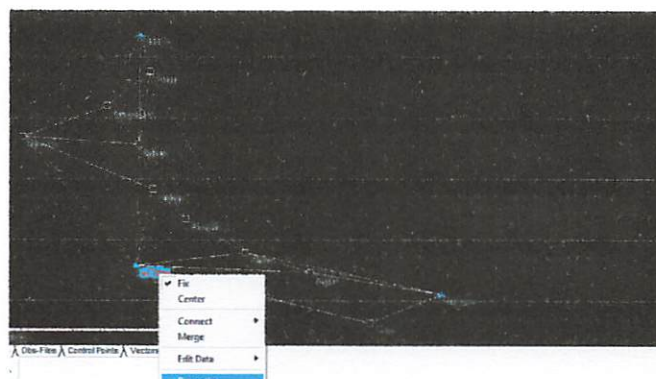
Setelah files files selesai dimasukkan, tekan tombol *Close* sehingga kembali ke jendela awal.



Gambar 3.31. Tampilan keseluruhan baseline

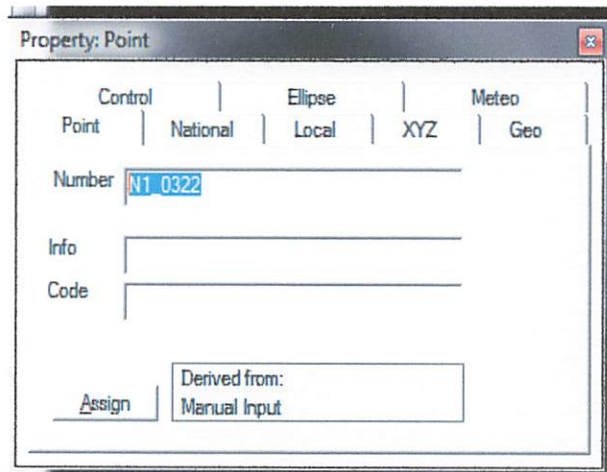
Lakukan hingga semua files files sudah diimport ke dalam project.

5. Mengganti nama titik dengan cara meng-klik kanan pada titik, kemudian pilih *Properties*.



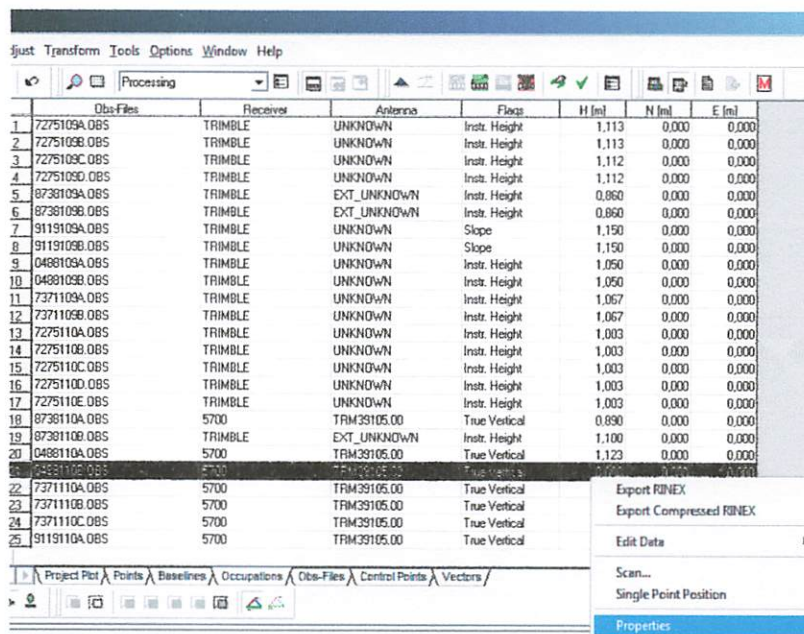
Gambar 3.32. Cara mengganti nama titik

- Kemudian akan muncul kotak dialog *Property: Point*. Kemudian ganti nama di kolom *Number*, kemudian pilih *Assign*.



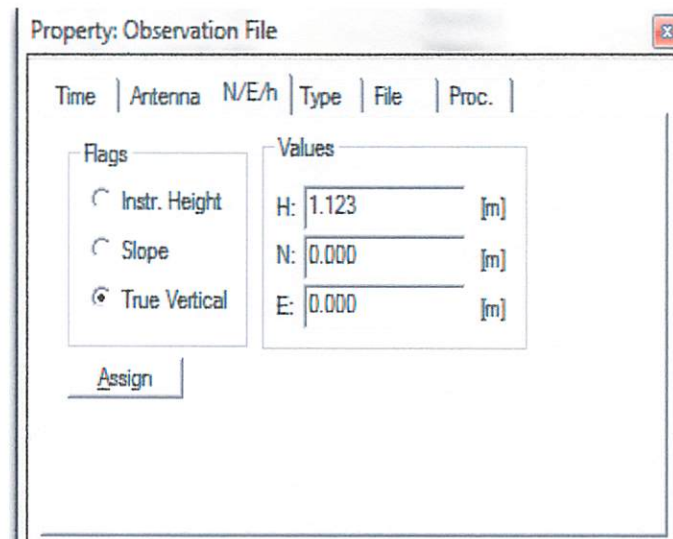
Gambar 3.33. Kotak dialog *Property: Point*

- Kemudian mengganti tinggi antenna dengan memilih *Occupations*, lalu klik kanan setelah itu memilih *Properties*.



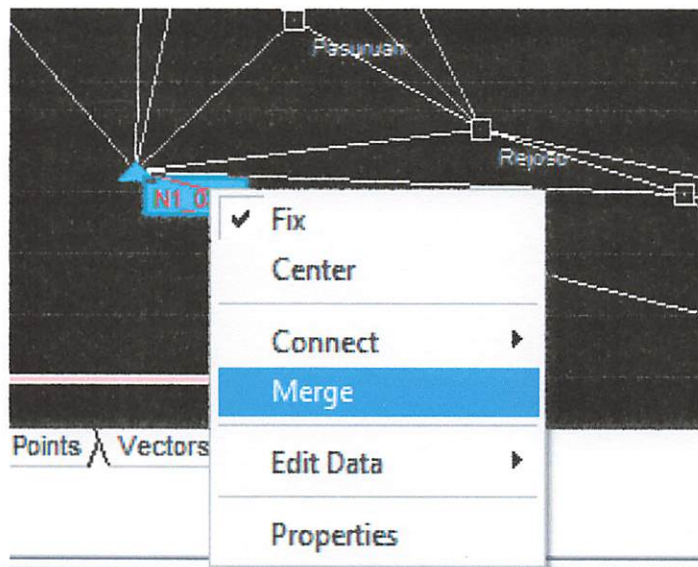
Gambar 3.34. Cara mengganti tinggi antenna

8. Kemudian muncul kotak Property: Observation File. Kemudian ganti tinggi antenna di kolom H, kemudian pilih *Assign*.



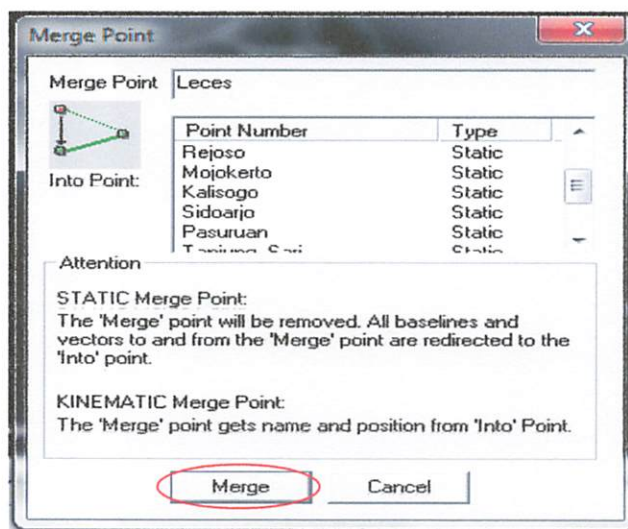
Gambar 3.35. kotak dialog property: observation file

9. Kemudian menggabung titik yang sama menjadi satu dengan cara klik kanan pada titik yang akan digabung, kemudian pilih *merger*.



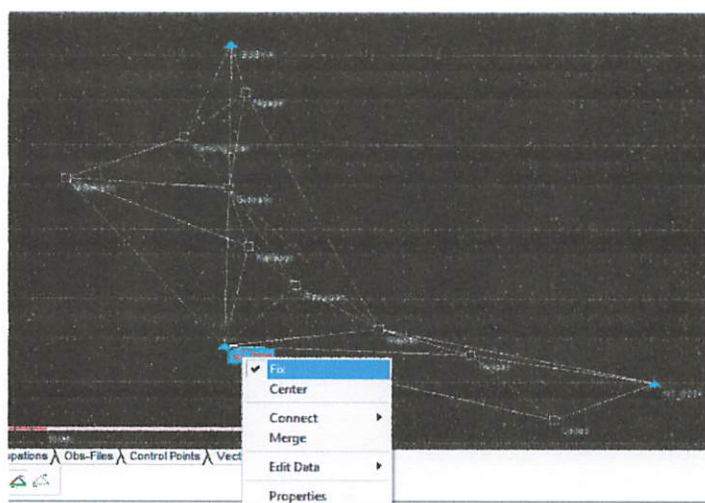
Gambar 3.36. Cara menggabung titik-titik yang sama

10. Kemudian akan muncul kotak dialog Merge Point, selanjutnya pilih titik yang memiliki nama yang sama, lalu pilih *Merge*.



Gambar 3.37. Kotak dialog Merge Point

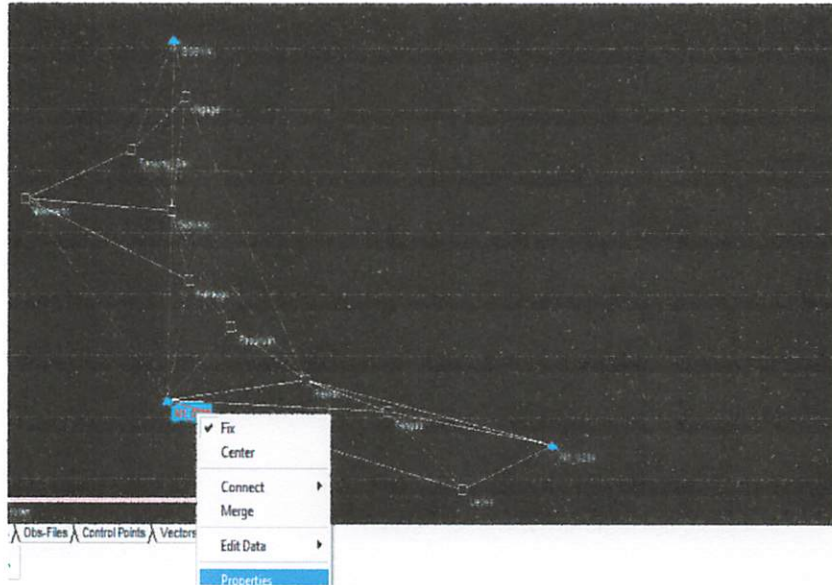
11. Kemudian menentukan titik-titik yang akan dijadikan sebagai titik ikat dengan cara klik kanan pada titik yang akan dijadikan sebagai titik ikat, kemudian pilih *fix*.



Gambar 3.38. Cara menentukan titik fix

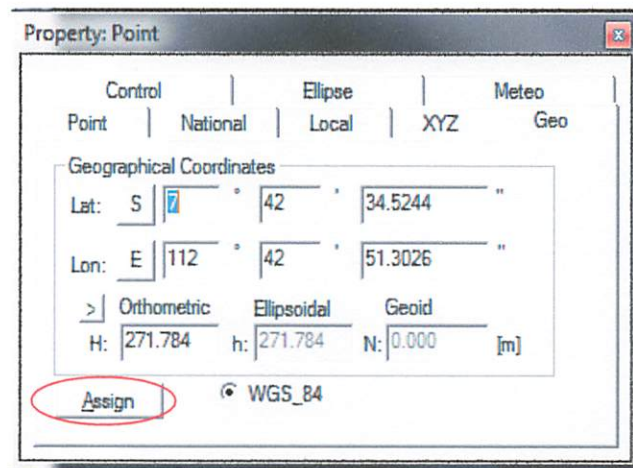


12. Kemudian mengganti koordinat titik ikat dengan koordinat titik ikat di lapangan dengan cara



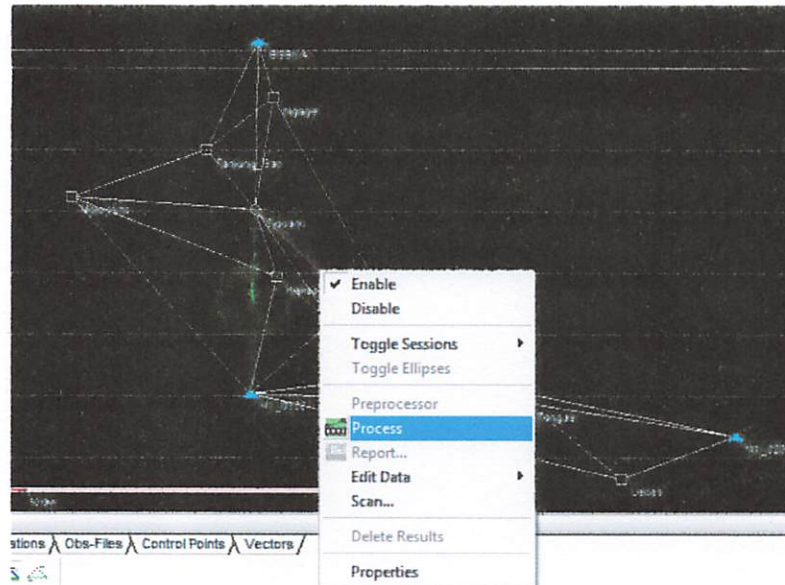
Gambar 3.39. Cara merubah koordinat titik-titik fix

13. Kemudian muncul kotak dialog Property: Point, selanjutnya ganti koordinat, kemudian pilih *Assign*



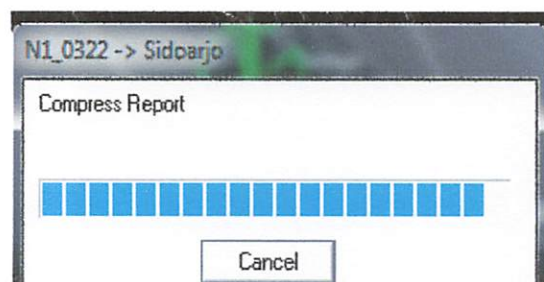
Gambar 3.40. kotak dialog Property: Point

5. Kemudian melakukan *Post-Processing* untuk setiap baseline dengan cara klik kanan pada baseline yang akan diolah, kemudian pilih *Process*.
(Catatan : Baseline yang tidak diolah harus di-disable terlebih dahulu).



Gambar 3.41. Cara memproses baseline

6. Akan muncul kotak dialog Compress Report

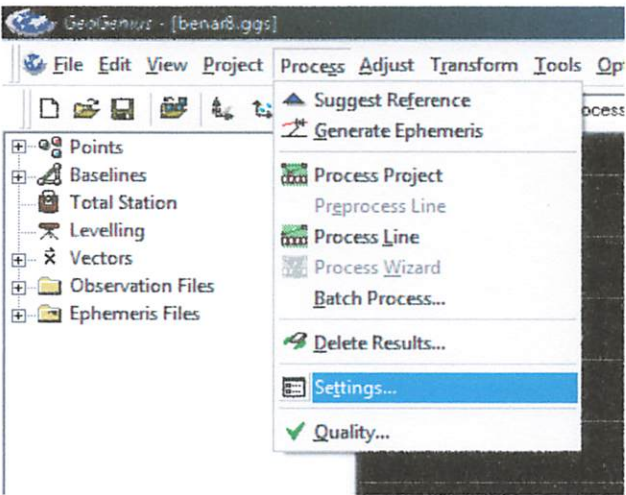


Gambar 3.42. Kotak dialog Compress Report

7. Jika baseline masih berwarna merah berarti pengolahan baseline dianggap gagal, jika baseline berwarna kuning berarti pengolahan berhasil tetapi

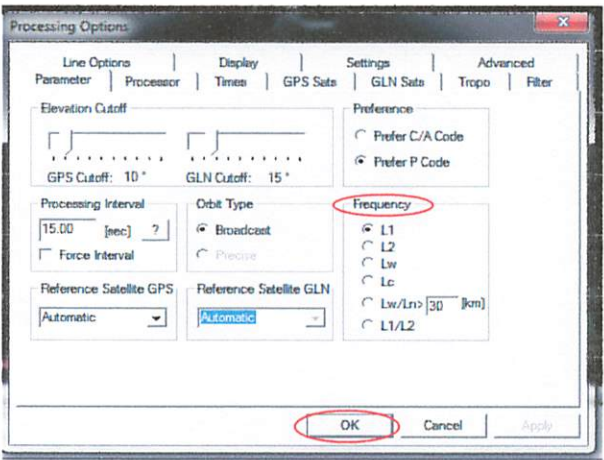
dengan kualitas yang *medium*. Untuk membuat proses menjadi berhasil dan memiliki kualitas baik yang ditandai dengan warna baseline menjadi hijau, maka kita dapat merubah parameter frekuensi yang digunakan ketika baseline diproses dengan cara :

Pilih Process → Setting



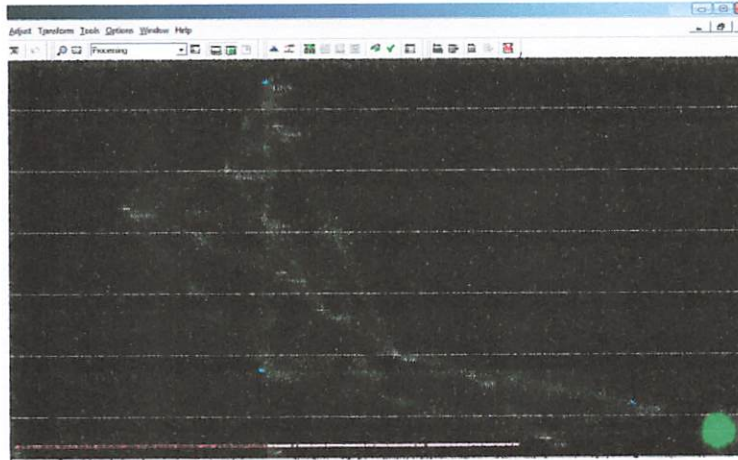
Gambar 3.43. Cara merubah frekuensi sinyal

Akan muncul kotak dialog Processing Options, kemudian ubah frekuensi sampai warna baseline berubah menjadi hijau yang menandakan pemrosesan berhasil dengan kualitas yang baik. Kemudian pilih OK.



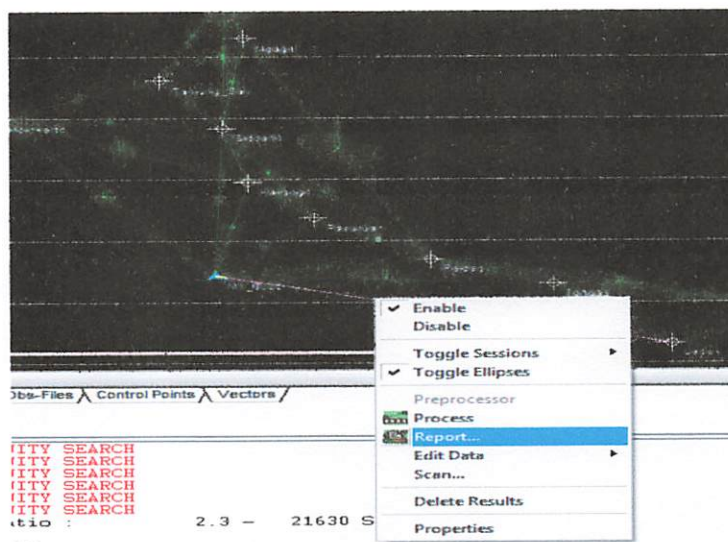
Gambar 3.44. Kotak dialog Processing Options

8. Lakukan hal yang sama untuk semua baseline, jika pemilihan baseline selesai kemudian tekan *process all*.
9. Hasil pengolahan baseline secara keseluruhan.



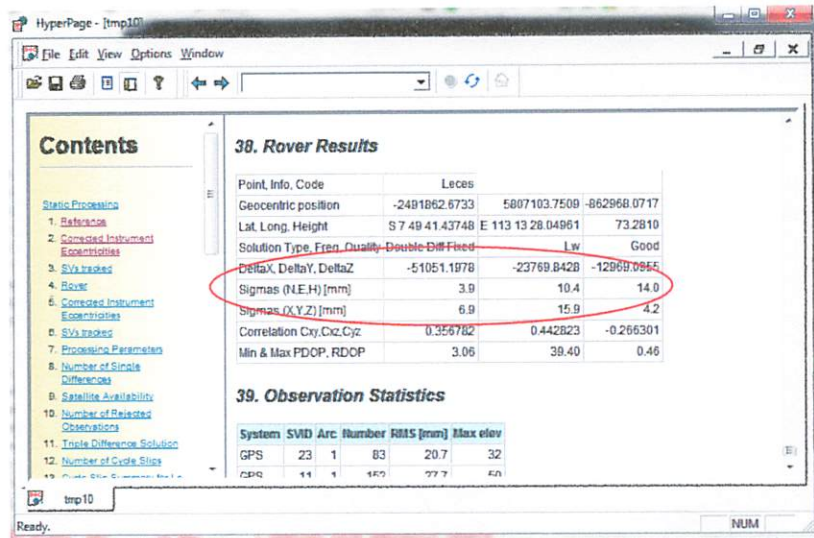
Gambar 3.45. Hasil pengolahan baseline

10. Untuk melakukan perataan jaring GPS pada perangkat lunak Columbus, maka harus memindahkan data delta X, delta Y dan delta Z serta matriks Varian-Kovarian secara manual dengan melihat *report* hasil pengolahan baseline dengan cara: klik kanan pada baseline → report



Gambar 3.46. Membuka informasi pengolahan

11. Pindahkan satu per satu delta X, delta Y, delta Z, Sigma (X,Y,Z) dan korelasi Cxy, Cxz, Cyz ke data *observation* perangkat lunak Columbus secara manual untuk melakukan perataan jaring GPS.



The screenshot shows the HyperPage software interface. On the left is a 'Contents' sidebar with a tree view. The main window displays two sections: '38. Rover Results' and '39. Observation Statistics'.

38. Rover Results

Point, Info, Code	Leces		
Geocentric position	-2491862.6733	5807103.7509	-862968.0717
Lat, Long, Height	S 7 49 41.43748	E 113 13 28.04961	73.2810
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	LW	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-51051.1978	-23769.8428	-12969.0955
Sigma (N,E,H) [mm]	3.9	10.4	14.0
Sigma (X,Y,Z) [mm]	6.9	15.9	4.2
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	0.356782	0.442823	-0.266301
Min & Max PDOP, RDOP	3.06	39.40	0.46

39. Observation Statistics

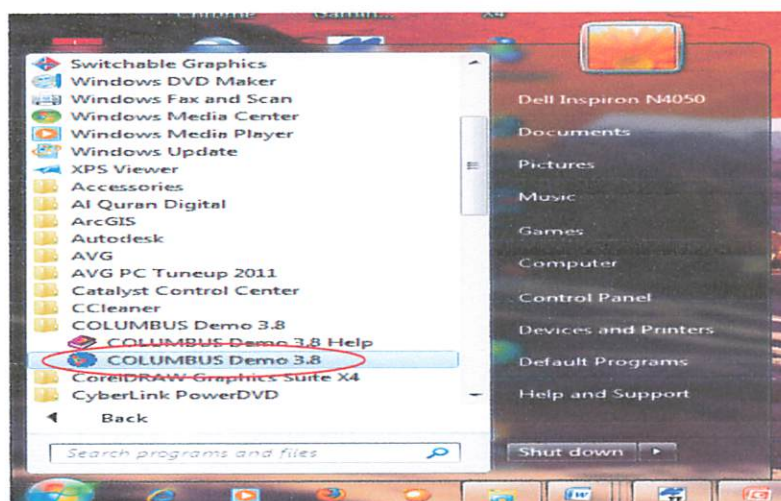
System	SVID	Arc	Number	RMS [mm]	Max elev
GPS	23	1	83	20.7	32
GLONASS	14	1	483	77.7	62

Gambar 3.47. Tampilan laporan hasil pengolahan baseline

3.2.3. Langkah Kerja Perataan Jaringan GPS dengan Software Columbus

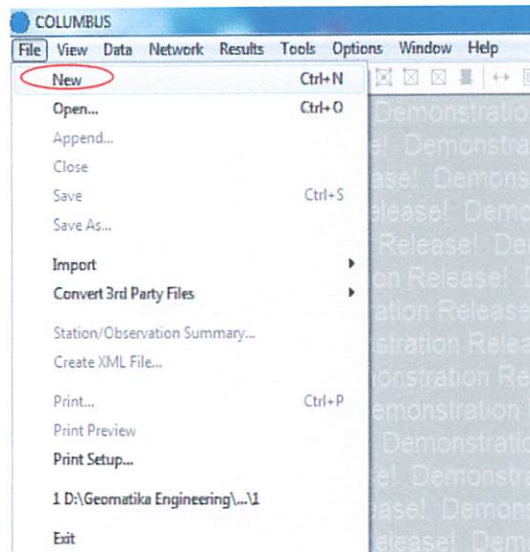
1. Menjalankan Software Columbus dengan cara memilih:

Start Menu → Columbus atau dengan memilih icon



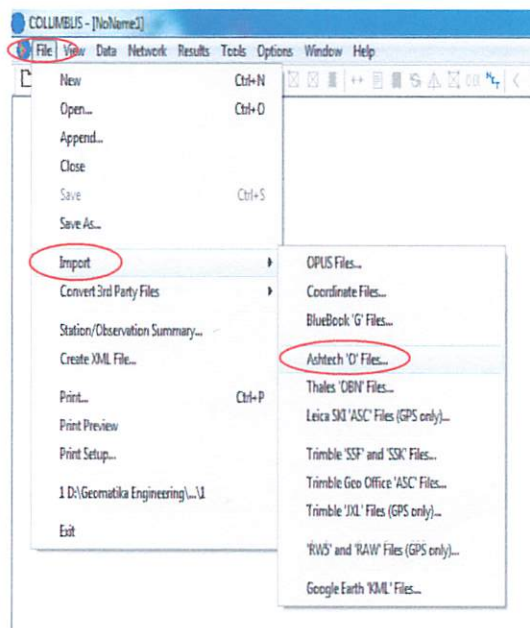
Gambar 3.48. Menjalankan software Columbus

2. Kemudian membuat job baru dengan cara memilih *File → New*



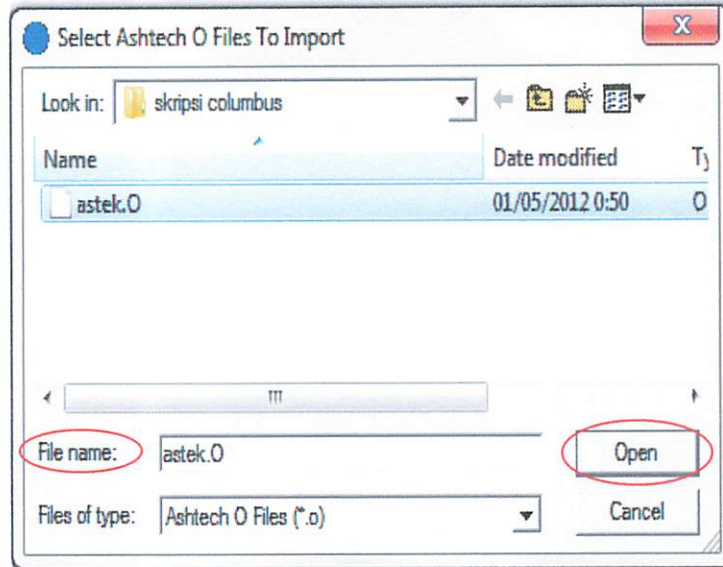
Gambar 3.49. Membuat lembar kerja baru

3. Kemudian memasukkan data hasil pengolahan *baseline* dari *software* Topcon Tool v.8.2 dengan cara memilih :
- File → Import → Ashtech 'O' File*



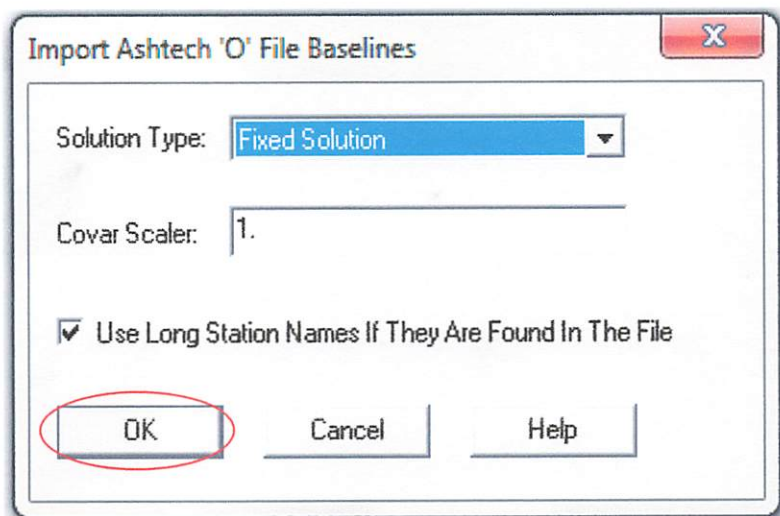
Gambar 3.50. Cara memasukkan file hasil pengolahan baseline

4. Kemudian muncul kotak dialog *Select Ashtech 'O' File to import*, dilanjutkan dengan memilih *file* → *Open*.



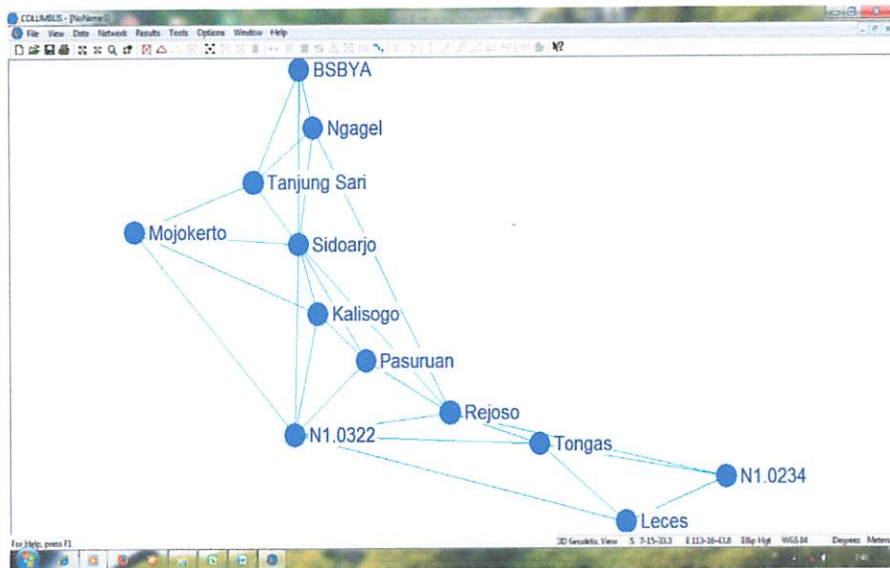
Gambar 3.51. Cara membuka file hasil pengolahan baseline

5. Kemudian memilih *solution type Fixed* sesuai tampilan awal dan tentukan *Covar Scaler* serta centang *Use Long Station Names*, kemudian pilih *OK*.



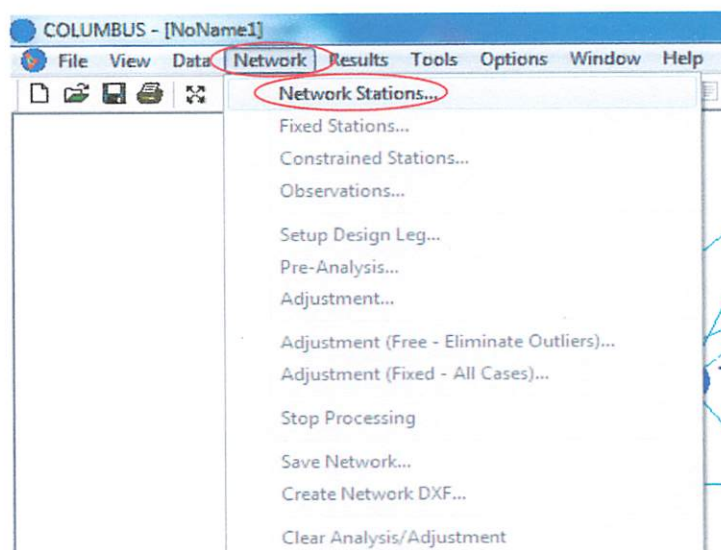
Gambar 3.52. Cara meng-import dari format *Ashtech 'O'*

6. Kemudian akan muncul gambar jaringan GPS yang belum dilakukan proses perataan jaringan.



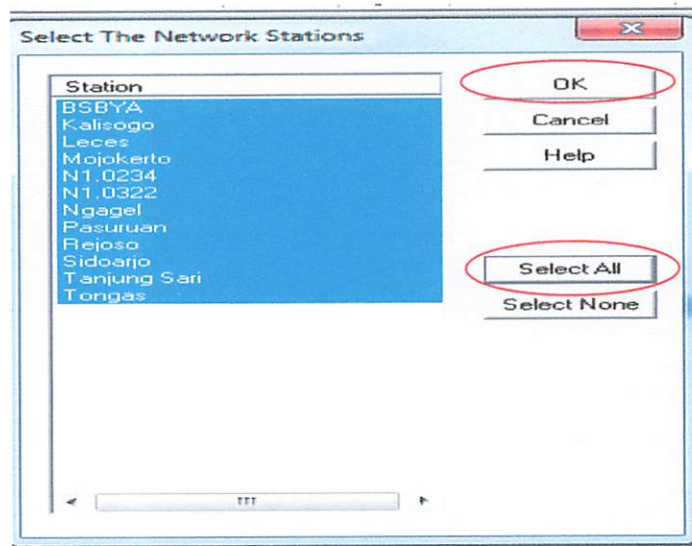
Gambar 3.53. Tampilan jaringan GPS

7. Langkah pertama untuk melakukan proses perataan adalah menentukan titik-titik yang akan diproses dalam perataan dengan cara memilih *Network* → *Network Stations*



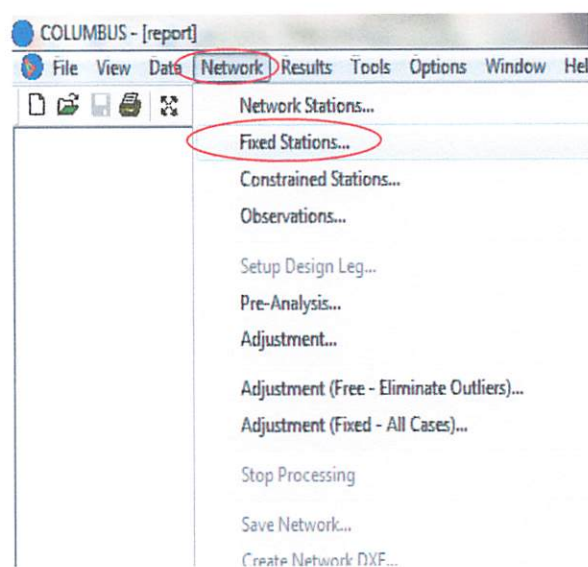
Gambar 3.54. Cara memilih *Network Stations*

8. Kemudian muncul kotak dialog *Select The Network Stations*. Lalu pilih *Select All* → OK.



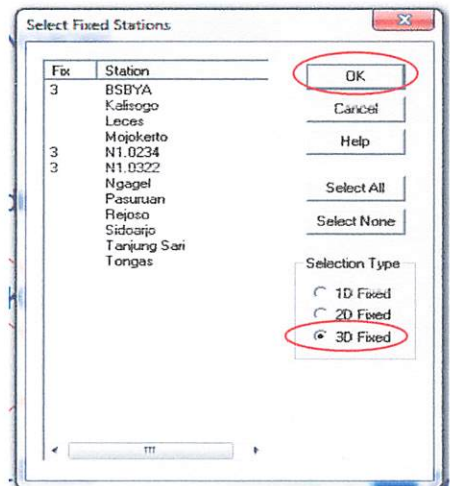
Gambar 3.55. Kotak dialog *Select The Network Stations*

9. Kemudian menentukan titik yang akan dijadikan sebagai titik ikat dalam proses perataan jaringan dengan cara memilih *Network* → *Fixed Stations*



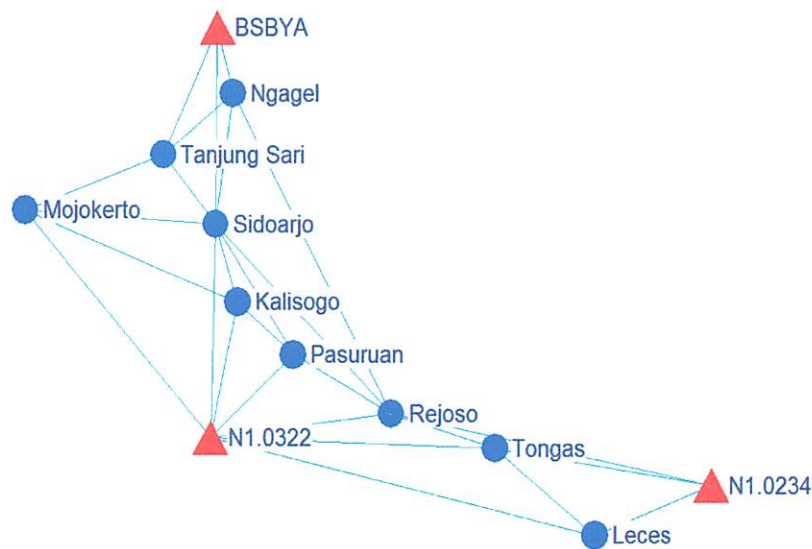
Gambar 3.56. Cara memilih *Fixed Stations*

10. Kemudian muncul kotak dialog *Select Fixed Stations*. Gunakan semua titik *fixed* untuk memenuhi syarat SNI. Lalu pilih titik yang akan dijadikan *Fixed Stations* → centang *3D Fixed* → OK



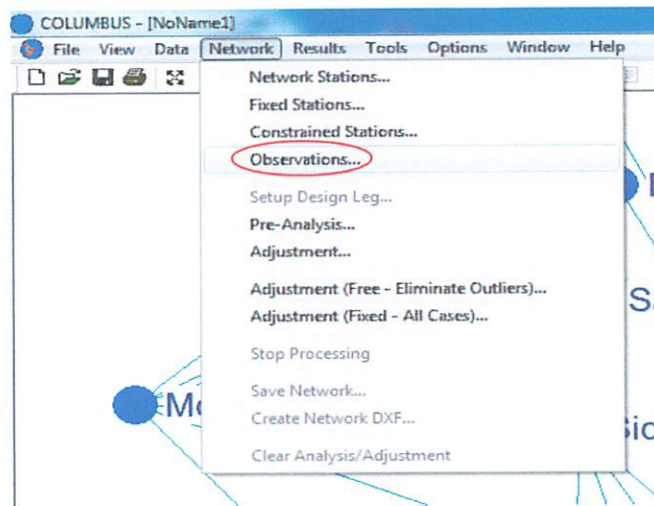
Gambar 3.57. Kotak dialog *Select Fixed Stations*

11. Tampilan jaringan GPS setelah ditentukan *Fixed Stations*. Kemudian simbol titik akan berubah pada titik yang akan dijadikan titik tetap.



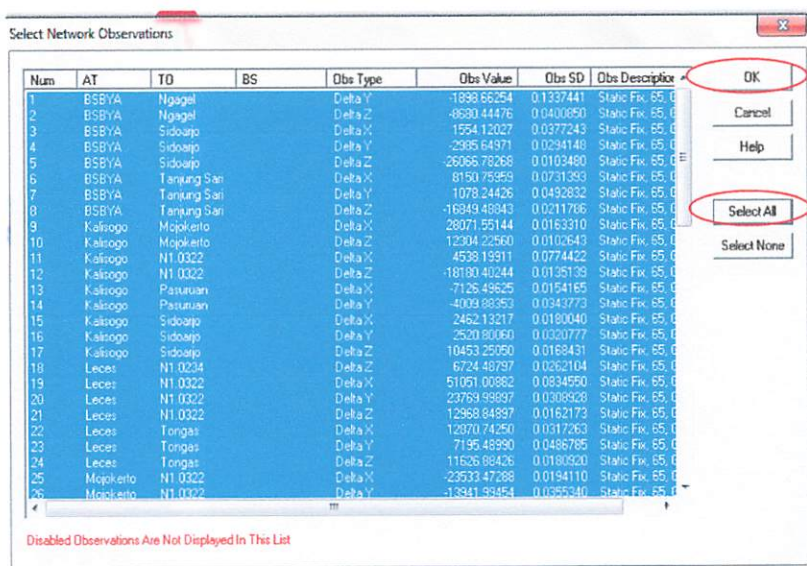
Gambar 3.58. Tampilan setelah ditentukan *Fixed Stations*

12. Kemudian menentukan data observasi yang akan diikutsertakan dalam proses perataan jaringan GPS dengan memilih *Network* → *Observations*



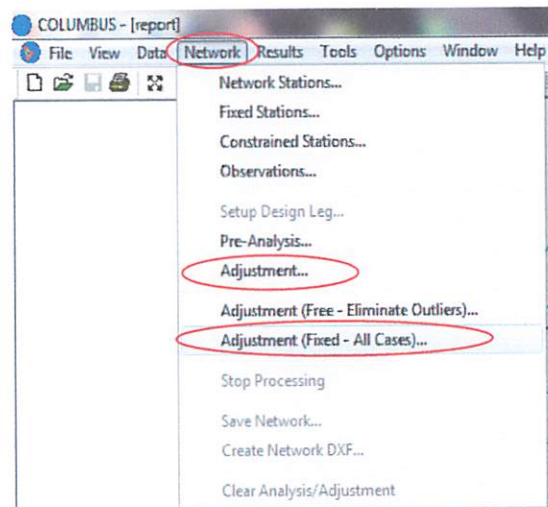
Gambar 3.59. Cara memilih titik yang di observasi

13. Kemudian muncul kotak dialog *Select Network Observations*. Lalu pilih *Select All* untuk mengikutsertakan semua data observasi, kemudian pilih OK.



Gambar 3.60. Kotak dialog *Select Network Observations*

14. Lakukan proses *adjustment* berkendala penuh dengan cara arahkan kursor ke toolbar *Network* → *Adjustment (Fixed-All Cases)* → *Network*→ *Adjustment*.



Gambar 3.61. Tampilan *Pulldown Adjustment*

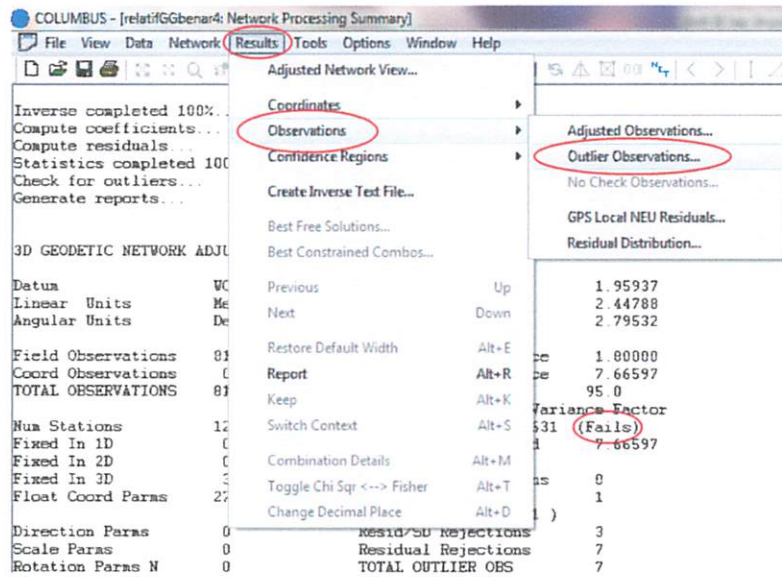
15. Akan muncul tampilan *windows* pada layar *desktop* seperti pada gambar III.61 Perataan dikatakan berhasil apabila telah memenuhi syarat yang dikehendaki dalam uji statistik. Keberhasilan tersebut ditandai dengan kata *Passes*.

The screenshot shows the 'Network Processing Summary' report in the COLUMBUS software. The report includes a table with various statistical data. The 'Chi Square Test On Variance Factor' row shows a result of '0.470 < 1.0 < 1.104 (Passes)', which is circled in red. The 'Variance Factor Used' row shows a result of '0.68271', also circled in red.

3D GEODETIC NETWORK ADJUSTMENT SUMMARY					
Datum	UGS 84	1D Expansion Factor	1.95937		
Linear Units	Meters	2D Expansion Factor	2.44788		
Angular Units	Degrees	3D Expansion Factor	2.79532		
Field Observations	70	A Priori Variance	1.80000		
Coord Observations	0	A Posteriori Variance	0.68271		
TOTAL OBSERVATIONS	70	Confidence Level	95.0		
		Chi Square Test On Variance Factor	0.470 < 1.0 < 1.104 (Passes)		
		Variance Factor Used	0.68271		
Num Stations	12	No Check Observations	0		
Fixed In 1D	0	Stan Res Rejections	0		
Fixed In 2D	0	(Tau Stat = 3.214)	0		
Fixed In 3D	3	Resid/SD Rejections	0		
Float Coord Params	27	Residual Rejections	0		
Direction Params	0	TOTAL OUTLIER OBS	0		
Scale Params	0				
Rotation Params N	0	Iterations	2		
Rotation Params E	0	Convergence Criteria	0.0010000		
Rotation Params Up	0	Zenith Angle Refraction	0.00000		
TOTAL PARAMS	27	Rotate Bearings	No		
		Use Full Covariance	Yes		
DEGREES OF FREEDOM	43				
A-POSTERIORI VARIANCE (and STAN DEV) FACTOR (by observation type)					
Obs Type	Count	Sum of Squared Weighted Residuals	Redundancy (D.F.)	A-Post Variance	A-Post StanDev
GPS Obs	70	29.571	43.000	0.688	0.829
TOTALS	70	29.571	43.000	0.688	0.829

Gambar 3.62. Tampilan *Report Adjustment*

16. Apabila uji statistik masih gagal yang ditandai dengan kata (*fails*), maka harus dilakukan penghilangan data observasi yang *outlier* dengan cara memilih *Results* → *Observations* → *Outlier Observations*



Gambar 3.63. Tampilan *Pulldown Outlier Observations*

17. Dapat dilihat pada gambar 3.64 data observasi yang *outlier*. Kemudian *disable* semua data observasi yang *outlier* dengan cara memberi tanda centang pada kolom *Disable*. Kemudian lakukan kembali *adjustment* seperti pada langkah 14 sampai uji statistik berhasil.

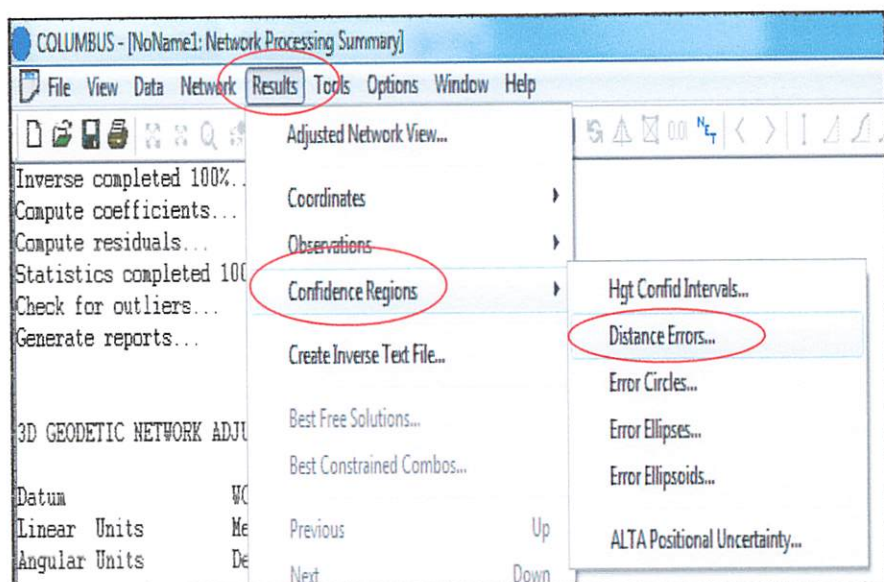
COLUMBUS - [relatifGGbenar4: Outlier Observation Results]

File View Data Network Results Tools Options Window Help

Disable	AT Station	TO Station	BS Station	Obs. N.	Obs. Ty.	Field Obs	Stan Dev	Corrected ...	Stan Dev	Adjusted O...	Stan Dev	Resid	Resid/sd	Stan Resid	Resid/sd	Resid...
☒	BSBYA	Nagael		1	Delta X	-1679.11220	0.4200	-1679.11220	0.4200	-1677.77558	0.4720	*1.3966	1.0628	1.2576	3.1822	0.83
☒	BSBYA	Nagael		2	Delta Y	-1900.53240	0.3888	-1900.53240	0.3888	-1898.67365	0.6135	*1.8597	0.9101	2.0256	4.6633	0.69
☒	Mejokerto	Kalisopo		13	Delta X	-28070.35570	0.4455	-28070.35570	0.4455	-28071.61759	0.4161	*-1.2617	1.1611	-1.0866	-2.8322	0.90
☒	NI.0234	Rejiso		19	Delta X	42580.27830	0.4837	42580.27830	0.4837	42592.01472	0.4777	*1.7364	1.3280	1.3076	3.5802	0.97
☒	Rejiso	Nagael		55	Delta X	19146.36360	0.9673	19146.36360	0.9673	19138.90275	0.4854	*-7.4619	2.6339	-2.8326	*-7.7719	0.97
☒	Rejiso	Nagael		56	Delta Y	14161.50340	0.7128	14161.50340	0.7128	14157.80158	0.6342	*-3.7018	1.8588	-1.9809	*-5.1936	0.88
☒	Rejiso	Nagael		57	Delta Z	42728.78330	0.1824	42728.78330	0.1824	42727.04352	0.2465	*-1.7598	0.4442	*-3.9168	*-9.5365	0.77

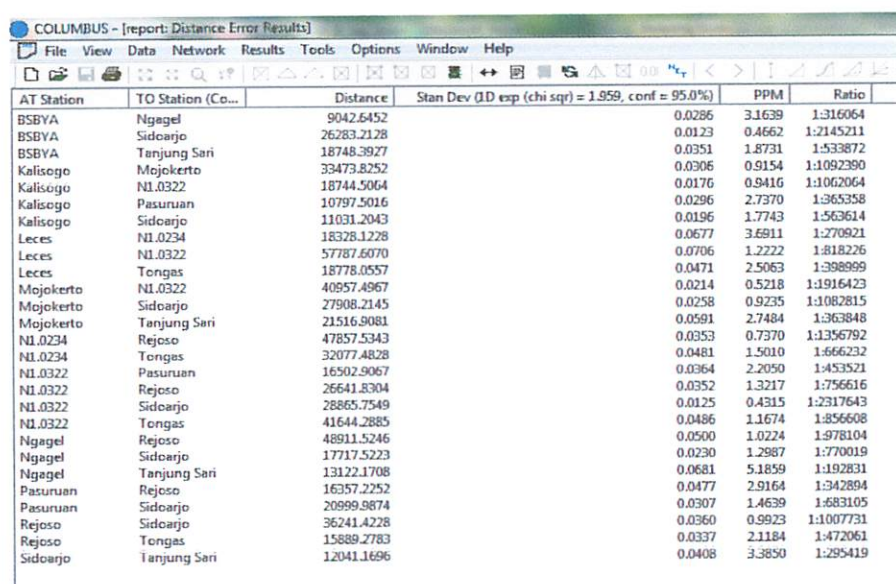
Gambar 3.64. Tampilan data observasi yang *outlier*

18. Untuk melihat hasil jarak *error* dari proses *adjustment*, arahkan kursor ke *toolbar Results*→*Confidence Regions*→*Distance Error*.



Gambar 3.65. Tampilan *Pulldown Distance Error*

Dapat dilihat pada gambar 3.66 jarak baseline antar titik dari setiap baselinenya. Klik icon  (**ALT+R**) untuk menyimpan tabel tersebut.

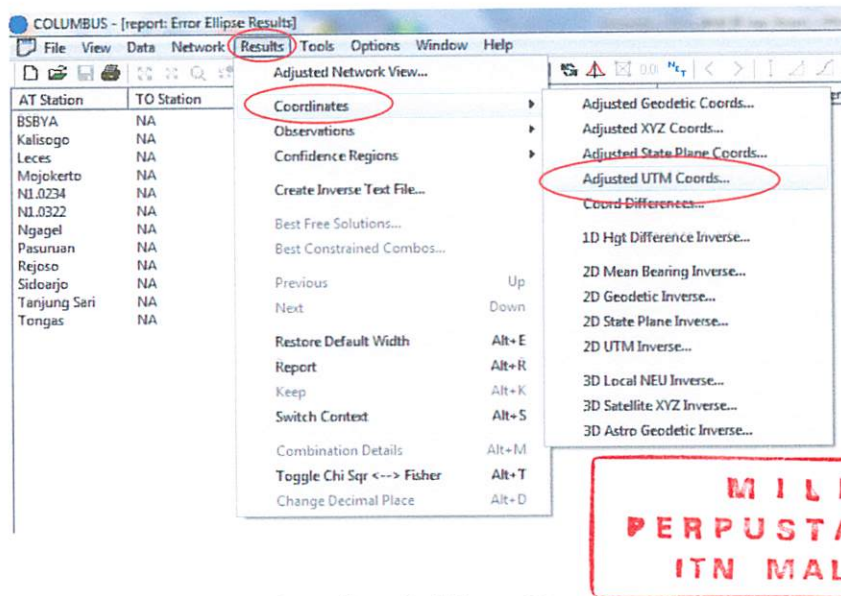


The screenshot shows the COLUMBUS software window titled 'COLUMBUS - [report: Distance Error Results]'. The 'Results' menu is open, and the 'Distance Errors...' option is selected. The table below displays the results of the distance error analysis.

AT Station	TO Station (Co...	Distance	Stan Dev (1D esp (chi sqr) = 1.959, conf = 95.0%)	PPM	Ratio
BSBYA	Ngagel	9042.6452	0.0286	3.1639	1:316064
BSBYA	Sidoarjo	26283.2128	0.0123	0.4662	1:2145211
BSBYA	Tanjung Sari	18748.3927	0.0351	1.8731	1:533872
Kalisogo	Mojokerto	33473.8252	0.0306	0.9154	1:1092390
Kalisogo	NI.0322	18744.5064	0.0176	0.9416	1:1062064
Kalisogo	Pasuruan	10797.5016	0.0296	2.7370	1:365358
Kalisogo	Sidoarjo	11031.2043	0.0196	1.7743	1:563614
Leces	NI.0234	18328.1228	0.0677	3.6911	1:270921
Leces	NI.0322	57787.6070	0.0706	1.2222	1:818226
Leces	Tongas	18778.0557	0.0471	2.5063	1:398999
Mojokerto	NI.0322	40957.4967	0.0214	0.5218	1:1916423
Mojokerto	Sidoarjo	27908.2145	0.0258	0.9235	1:1082815
Mojokerto	Tanjung Sari	21516.9081	0.0591	2.7484	1:363848
NI.0234	Rejoso	47857.5343	0.0353	0.7370	1:1356792
NI.0234	Tongas	32077.4828	0.0481	1.5010	1:666232
NI.0322	Pasuruan	16502.9067	0.0364	2.2050	1:453521
NI.0322	Rejoso	26641.8304	0.0352	1.3217	1:756616
NI.0322	Sidoarjo	28865.7549	0.0125	0.4315	1:2317643
NI.0322	Tongas	41644.2885	0.0486	1.1674	1:856608
Ngagel	Rejoso	48911.5246	0.0500	1.0224	1:978104
Ngagel	Sidoarjo	17717.5223	0.0230	1.2987	1:770019
Ngagel	Tanjung Sari	13122.1708	0.0681	5.1859	1:192831
Pasuruan	Rejoso	16357.2252	0.0477	2.9164	1:342894
Pasuruan	Sidoarjo	20999.9874	0.0307	1.4639	1:683105
Rejoso	Sidoarjo	36241.4228	0.0360	0.9923	1:1007731
Rejoso	Tongas	15889.2783	0.0337	2.1184	1:472061
Sidoarjo	Tanjung Sari	12041.1696	0.0408	3.3850	1:295419

Gambar 3.66. Tampilan Tabel *Distance Error*

19. Untuk melihat hasil koordinat titik yang dilakukan proses perataan maka arahkan kursor ke *toolbar Results*→*Coordinates*→*Klik Adjusted UTM Coords.*



Gambar 3.67. Tampilan *Pulldown* Koordinat Geodetik

Akan tampil tabel seperti gambar 3.68. Klik icon  (**ALT+R**) untuk menyimpan tabel tersebut.

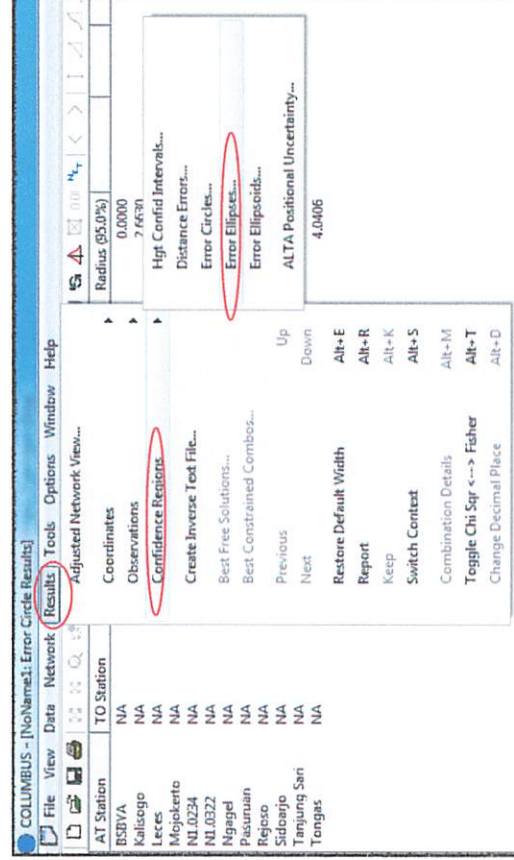
COLUMBUS - [report: Adjusted UTM Coordinate Results - UTM CM: E 111-00-00.00000]

Station	North	North ...	East	East SD	Ellip Hgt	Hgt SD	Radius Of ...	Grid Scale...	Height Sca...	Combined ...	Map Angle
BSBYA	9202561.6330	0.0000	690316.9650	0.0000	32.8530	0.0000	6357422.890	1.00004830...	0.99999483...	1.00004313...	-0-12-59.1...
Kalisogo	9165723.6859	0.0086	693139.4194	0.0194	33.8483	0.0307	6357485.890	1.00006168...	0.99999467...	1.00005636...	-0-13-47.6...
Leces	9134048.7773	0.0125	745294.6454	0.0369	73.0167	0.0253	6357541.849	1.00034472...	0.99998851...	1.00033323...	-0-18-11.2...
Mojokerto	9178249.0862	0.0076	662097.8289	0.0141	47.1300	0.0217	6357464.345	0.99992520...	0.99999258...	0.99991779...	-0-11-24.1...
NI.0234	9140740.6392	0.0000	762365.0721	0.0000	36.0790	0.0000	6357529.602	1.00045200...	0.99999432...	1.00044632...	-0-19-17.9...
NI.0322	9147427.6695	0.0000	689067.6873	0.0000	265.2180	0.0000	6357518.250	1.00004242...	0.99995828...	1.00000070...	-0-13-48.1...
Ngagel	9193802.3338	0.0102	692564.6359	0.0450	34.3265	0.0245	6357437.608	1.00005895...	0.99999460...	1.00005355...	-0-13-17.0...
Pasuruan	9158576.6065	0.0121	701234.0485	0.0228	34.9369	0.0397	6357498.379	1.00010120...	0.99999450...	1.00009570...	-0-14-29.7...
Rejoso	9150606.1879	0.0099	715520.4818	0.0181	33.2900	0.0268	6357512.383	1.00017489...	0.99999477...	1.00016866...	-0-15-40.3...
Sidoarjo	9176280.0518	0.0062	689935.8998	0.0175	31.6823	0.0147	6357467.569	1.00004650...	0.99999501...	1.00004151...	-0-13-23.4...
Tanjung Sari	9185605.0260	0.0109	682317.4108	0.0328	38.5828	0.0368	6357451.604	1.00001140...	0.99999393...	1.00000553...	-0-12-42.4...
Tongas	9145857.0657	0.0116	730686.9382	0.0248	39.7916	0.0311	6357520.726	1.00025866...	0.99999374...	1.00025240...	-0-16-52.1...

Gambar 3.68. Tampilan Penyimpanan Koordinat UTM

20. Untuk melihat hasil ellips kesalahan yang absolute maupun relatif dari proses *adjustment* yaitu arahkan kursor ke *toolbar Results*→*Confidence*

Regions→*Error Ellipses*.



Gambar 3.69. Tampilan *Pulldown Error Ellipses*

Dapat dilihat pada gambar 3.70 kolom nilai *error ellips* kesalahan relatif.

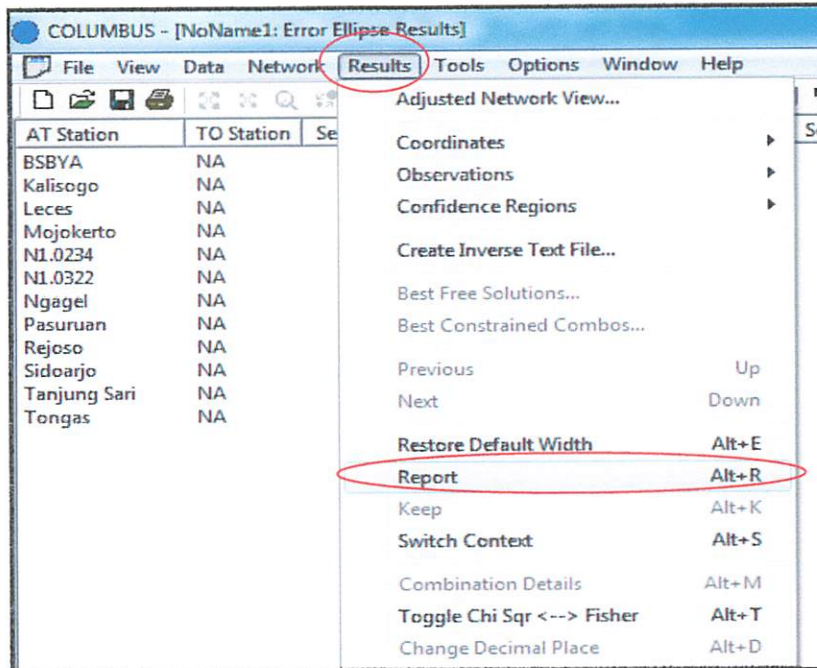
Klik icon  (ALT+R) untuk menyimpan tabel tersebut.

The screenshot shows the COLUMBUS software interface. The 'Results' menu is open, and 'Error Ellipses...' is highlighted with a red circle. Other options in the menu include 'Confidence Regions', 'Create Inverse Test File...', 'Best Free Solutions...', 'Best Constrained Combos...', 'Previous', 'Next', 'Restore Default Width', 'Report', 'Keep', 'Switch Context', 'Combination Details', 'Toggle Chi Squ <-> Fisher', and 'Change Decimal Place'.

AT Station	TO Station (Co.)	Semi-Major (2D) (m)	Semi-Minor (2D) (m)	Azimuth	Height (2D) (m)	Distance	PPM	Ratio
BSBYA	Ngagel	0.1102	0.0250	89.2	0.0480	9042.652	12.1836	1.42077
BSBYA	Sidoarjo	0.0430	0.0149	85.5	0.0287	26283.2128	1.6363	1.61130
BSBYA	Tanjung Sari	0.0804	0.0264	87.6	0.0721	18748.3277	4.2901	1.273866
Kalisopo	Mojokerto	0.0382	0.0205	97.3	0.0642	33473.852	1.1700	1.854704
NI.0322	Ngagel	0.0475	0.0210	92.9	0.0601	18744.5664	2.5206	1.364048
Ngagel	Pasuruan	0.0574	0.0347	106.9	0.0653	10797.5016	3.4599	1.269024
Kalisopo	Sidoarjo	0.0536	0.0221	97.3	0.0563	11051.2043	3.0416	1.327800
NI.0734	Ngagel	0.0603	0.0305	90.2	0.0466	18738.1228	4.2928	1.203973
NI.0322	Tongas	0.0734	0.0323	86.8	0.0680	18778.0557	1.5626	1.459862
Mojokerto	NI.0322	0.0345	0.0185	90.0	0.0425	40567.6867	0.9415	1.1285618
Sidoarjo	Ngagel	0.0228	0.0183	80.5	0.0414	73938.2145	1.1753	1.853816
Mojokerto	Tanjung Sari	0.0769	0.0265	86.9	0.0737	21516.5981	3.5721	1.278948
NI.0234	Regoa	0.0444	0.0241	93.2	0.0626	47857.5403	0.9278	1.107793
NI.0234	Tongas	0.0608	0.0283	88.5	0.0608	30077.6228	1.8652	1.527653
NI.0322	Pasuruan	0.0557	0.0297	90.7	0.0778	18502.5657	3.3750	1.296299
Regoa	Ngagel	0.0444	0.0241	93.2	0.0526	26641.8304	1.6667	1.569997
NI.0322	Sidoarjo	0.0430	0.0149	85.5	0.0287	26865.7349	1.4889	1.671178
NI.0322	Tongas	0.0608	0.0283	88.5	0.0608	41544.2885	1.4598	1.665020
Ngagel	Regoa	0.0158	0.0316	90.7	0.0603	48511.5246	2.3682	1.422260
Ngagel	Sidoarjo	0.0708	0.0227	88.7	0.0425	17717.5323	6.0852	1.164320
Ngagel	Tanjung Sari	0.0146	0.0285	88.5	0.0776	13122.1768	7.8686	1.124777
Pasuruan	Regoa	0.0636	0.0379	93.1	0.0847	16577.222	3.8885	1.257170
Pasuruan	Sidoarjo	0.0476	0.0326	92.6	0.0754	20889.8674	2.2677	1.449872
Regoa	Sidoarjo	0.0574	0.0271	90.0	0.0645	36341.4228	1.5329	1.631761
Regoa	Tongas	0.0448	0.0277	81.2	0.0626	15088.2763	2.8176	1.354814
Sidoarjo	Tanjung Sari	0.0788	0.0261	86.6	0.0721	12041.1686	6.5404	1.152779

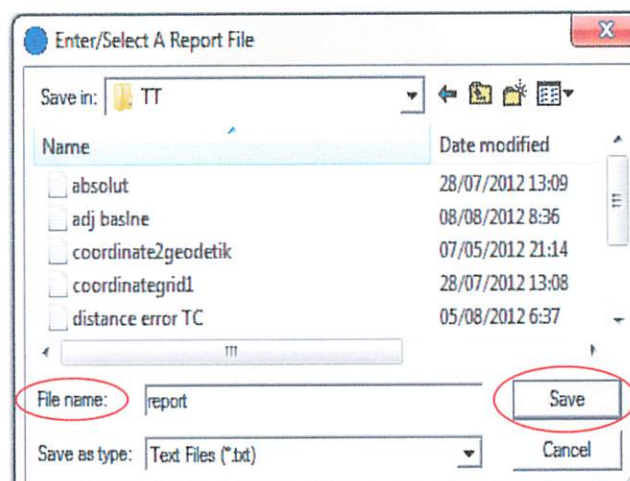
Gambar 3.70. Tampilan Tabel *Error Ellipses* kesalahan relatif

21. Arahkan kursor ke *toolbar Results*→ *Klik Report (Alt+R)* untuk melihat laporan keseluruhan dari proses *adjustment*.



Gambar 3.71. Tampilan *Pulldown Report*

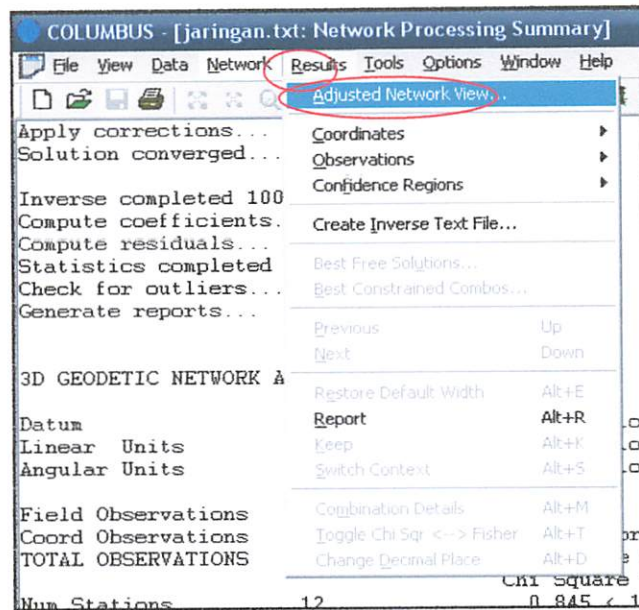
22. Akan tampil gambar 3.72 pada *desktop* maka simpanlah dalam *folder* yang mudah untuk dicari kembali. Isi nama pada kolom *file name* kemudian, klik *Save* untuk menyimpan file tersebut.



Gambar 3.72. Tampilan *Windows Save Report*

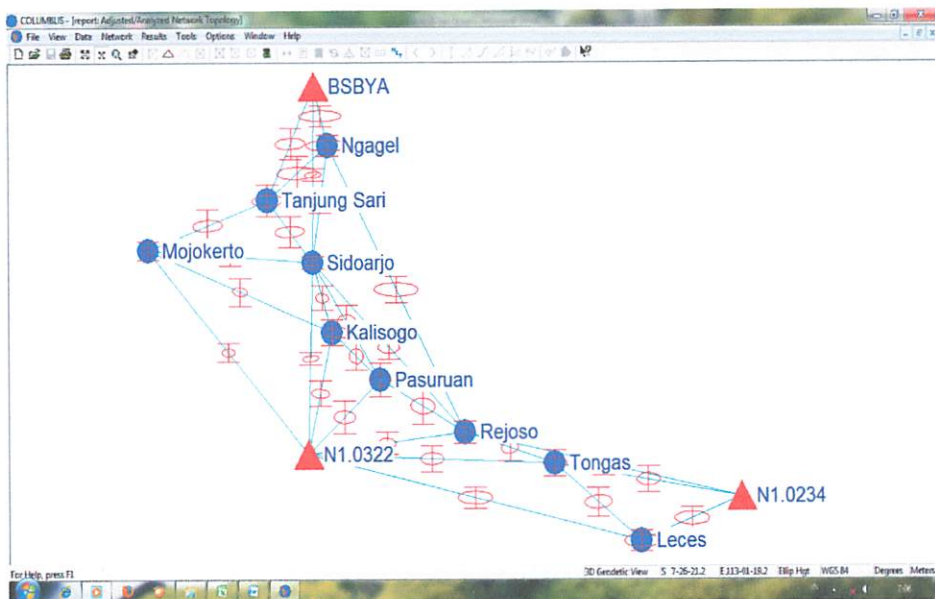
23. Untuk melihat gambar jaringan maka arahkan kursor ke toolbar

Results→*Adjusted Network View*.



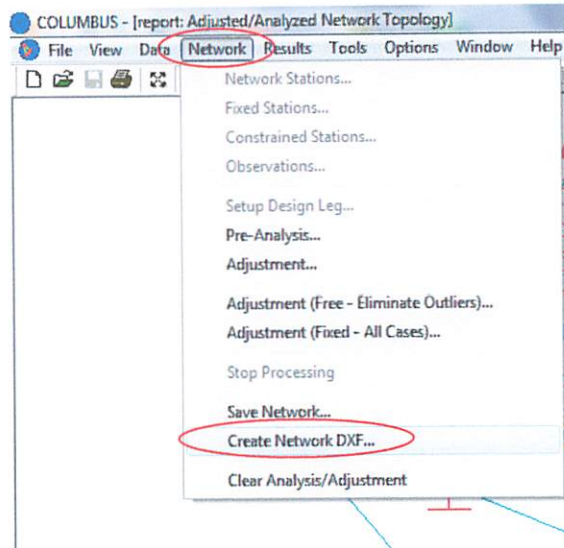
Gambar 3.73. Tampilan *Pulldown* Gambar Jaringan

24. Akan tampil gambar jaringan yang sudah disertai dengan tampilan kesalahan error ellips relatif dan absolut pada layar desktop seperti gambar 3.74.



Gambar 3.74. Tampilan *Pulldown* Gambar Jaringan

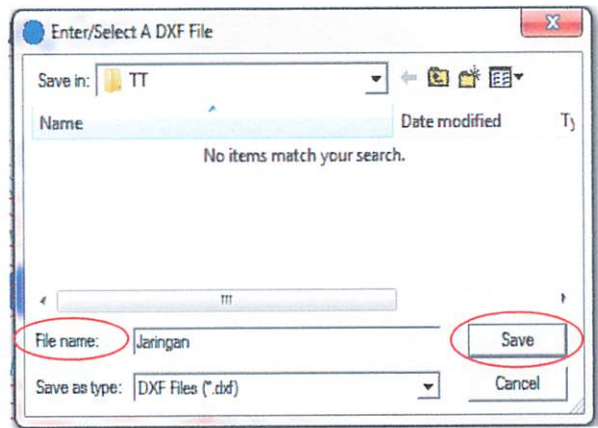
25. Untuk menyimpan tampilan dalam format *DXF*, maka arakan kursor ke *toolbar Network*→*Create Network DXF*.



Gambar 3.75. Tampilan *Pulldown Create Network DXF*



26. Pilihlah *folder* yang mudah untuk di cari kembali. Berikan nama pada kolom *File Name* kemudian, Klik *Save* untuk menyimpan jaringan.



Gambar 3.76. Tampilan *Windows Save DXF Files*

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian uji nilai *error ellips* menggunakan perangkat lunak komersil adalah panjang baseline dan ketelitian, koordinat dan ketelitian, serta uji nilai *error ellips* kesalahan relatif yang dihasilkan dari dua *software* terhadap SNI Jaring Kontrol Horisontal tentang penetapan Orde II. Semua hasil tersebut sudah diratakan dengan ketentuan nilai *A Priori Variance* yang sama antar dua *software* sebesar 1.8 dan jumlah data observasi yang digunakan sebanyak 70 data dari 81 data karena 11 data dinyatakan *outlier*. Dari nilai *A Priori Variance* dan jumlah data observasi yang digunakan sebanyak 70 data mendapatkan masing-masing nilai *A Posteriori Variance* dari TopconTools sebesar 0.68771, kemudian dari GeoGenius sebesar 0.63825. Hal tersebut menunjukkan bahwa residual dari data ukuran hasil pengolahan TopconTools lebih konsisten dengan harga estimasi ketelitiannya dibandingkan dengan GeoGenius.

4.1. Panjang Baseline dan Ketelitian Hasil Pengolahan Data GPS

Pengolahan *baseline* dilakukan dengan menggunakan dua perangkat lunak komersil, yaitu perangkat lunak Topcon Tools dan GeoGenius. Ketelitian *baseline* pada ppm (*Part per Million*) digunakan sebagai *standard error* untuk mengecek data hasil pengamatan *baseline*, setelah dilakukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus ketelitian *linier*, kemudian setelah ketelitian *linier* diperoleh

maka dilanjutkan dengan melakukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus ppm.

4.1.1. Panjang baseline dan ketelitian hasil pengolahan perangkat lunak Topcon Tools

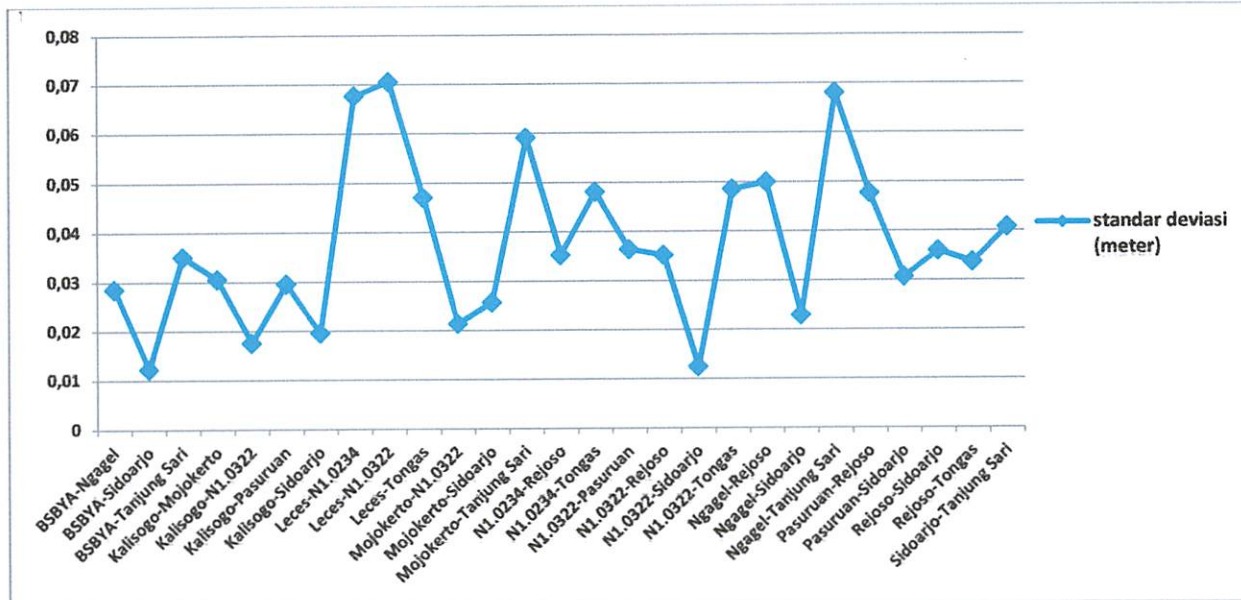
Pengolahan *baseline* dengan perangkat lunak Topcon Tools dilakukan dengan moda *baseline*, dimana pengolahan data dilakukan *baseline* per *baseline* dan untuk masing-masing *baseline* data dari dua receiver GPS yang terkait diproses. *Baseline* yang telah diproses kemudian dilakukan perataan jaring. Panjang baseline dan ketelitian dengan perangkat lunak TopconTools ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Panjang *baseline* dan ketelitiannya dengan TopconTools

Dari	Ke	Panjang baseline (meter)	ord (meter)	ppm	Ketelitian linier	Solution Type
BSBYA	Ngagel	9042.645	0.0286	3.1639	1:316064	float
BSBYA	Sidoarjo	26283.213	0.0123	0.4662	1:2145211	float
BSBYA	Tanjung Sari	18748.393	0.0351	1.8731	1:533872	float
Kalisogo	Mojokerto	33473.825	0.0306	0.9154	1:1092390	fixed
Kalisogo	N1.0322	18744.506	0.0176	0.9416	1:1062064	float
Kalisogo	Pasuruan	10797.502	0.0296	2.737	1:365358	fixed
Kalisogo	Sidoarjo	11031.204	0.0196	1.7743	1:563614	fixed
Leces	N1.0234	18328.123	0.0677	3.6911	1:270921	fixed
Leces	N1.0322	57787.607	0.0706	1.2222	1:818226	float
Leces	Tongas	18778.056	0.0471	2.5063	1:398999	fixed
Mojokerto	N1.0322	40957.497	0.0214	0.5218	1:1916423	fixed
Mojokerto	Sidoarjo	27908.215	0.0258	0.9235	1:1082815	fixed
Mojokerto	Tanjung Sari	21516.908	0.0591	2.7484	1:363848	float
N1.0234	Rejoso	47857.534	0.0353	0.737	1:1356792	float
N1.0234	Tongas	32077.483	0.0481	1.501	1:666232	float
N1.0322	Pasuruan	16502.907	0.0364	2.205	1:453521	float
N1.0322	Rejoso	26641.83	0.0352	1.3217	1:756616	fixed

Dari	Kc	Panjang baseline (meter)	σ_d (meter)	ppm	Ketelitian linier	Solution Type
N1.0322	Sidoarjo	28865.755	0.0125	0.4315	1:2317643	float
N1.0322	Tongas	41644.289	0.0486	1.1674	1:856608	float
Ngagel	Sidoarjo	17717.522	0.023	1.2987	1:770019	float
Ngagel	Tanjung Sari	13122.171	0.0681	5.1859	1:192831	float
Pasuruan	Rejoso	16357.225	0.0477	2.9164	1:342894	float
Pasuruan	Sidoarjo	20999.987	0.0307	1.4639	1:683105	float
Rejoso	Sidoarjo	36241.423	0.036	0.9923	1:1007731	float
Rejoso	Tongas	15889.278	0.0337	2.1184	1:472061	fixed
Sidoarjo	Tanjung Sari	12041.17	0.0408	3.385	1:295419	float

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.1. Grafik ketelitian dari panjang baseline

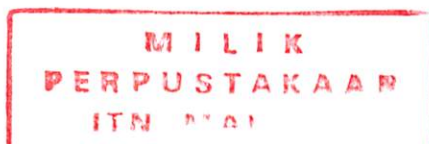
Berdasarkan tabel IV.1 jumlah *baseline* yang sudah diolah dan diratakan sebanyak 27 *baseline*. Menurut SNI Jaring Kontrol Horisontal tentang Penetapan Orde, panjang baseline pada tabel IV.1 termasuk kedalam klasifikasi Orde II karena panjang baseline masuk kedalam kisaran 10 km.

Ketelitian *baseline* pada Ppm yang diolah dengan perangkat lunak TopconTools menurut kelas yang diklasifikasikan oleh Rizos, termasuk kedalam kelas ilmiah dan geodetik *Baseline* dengan nilai < 1 Ppm termasuk kedalam kelas Ilmiah. Berdasarkan tabel IV.1 jumlah *baseline* dengan kelas ilmiah sebanyak delapan *baseline*. Kriteria kelas Ilmiah yang memiliki ketelitian terendah dengan nilai Ppm 0.9923 Ppm dengan ketelitian linier 1:1007731 adalah *baseline* Rejoso-Sidoarjo dan ketelitian tertinggi dengan nilai Ppm 0.4315 Ppm dengan ketelitian linier 1:2317643 adalah *baseline* N1.0322-Sidoarjo.

Baseline dengan nilai 1-10 Ppm termasuk kedalam kelas Geodetik. Berdasarkan tabel IV.1 jumlah *baseline* dengan kelas geodetik sebanyak 19 *baseline*. Kriteria kelas geodetik yang memiliki ketelitian terendah dengan nilai Ppm 5.1859 Ppm dengan ketelitian linier 1:192831 adalah *baseline* Ngagel-Tanjung Sari dan ketelitian tertinggi dengan nilai 1.0224 Ppm dengan ketelitian linier 1:978104 adalah *baseline* Ngagel-Rejoso.

Solution Type yang diperoleh saat pengolahan *baseline* ternyata tidak berpengaruh terhadap panjang *baseline* hasil perataan. Satu contoh *fixed solution* pada *baseline* Leces-N1.0234 dengan ketelitian panjang *baseline* (σ_d) 0.0677 meter, sedangkan *solution float* pada *baseline* BSBYA-Ngagel yang memiliki ketelitian panjang *baseline* lebih baik yaitu 0.0286 meter.

Ketelitian panjang *baseline* berada dalam range 0.0123- 0.0706 meter. Untuk ketelitian 0.0123 meter yaitu *baseline* BSBYA-Sidoarjo dan ketelitian 0.0706 meter adalah *baseline* Leces-N1.0322.



4.1.2. Panjang baseline dan ketelitian hasil pengolahan perangkat lunak GeoGenius

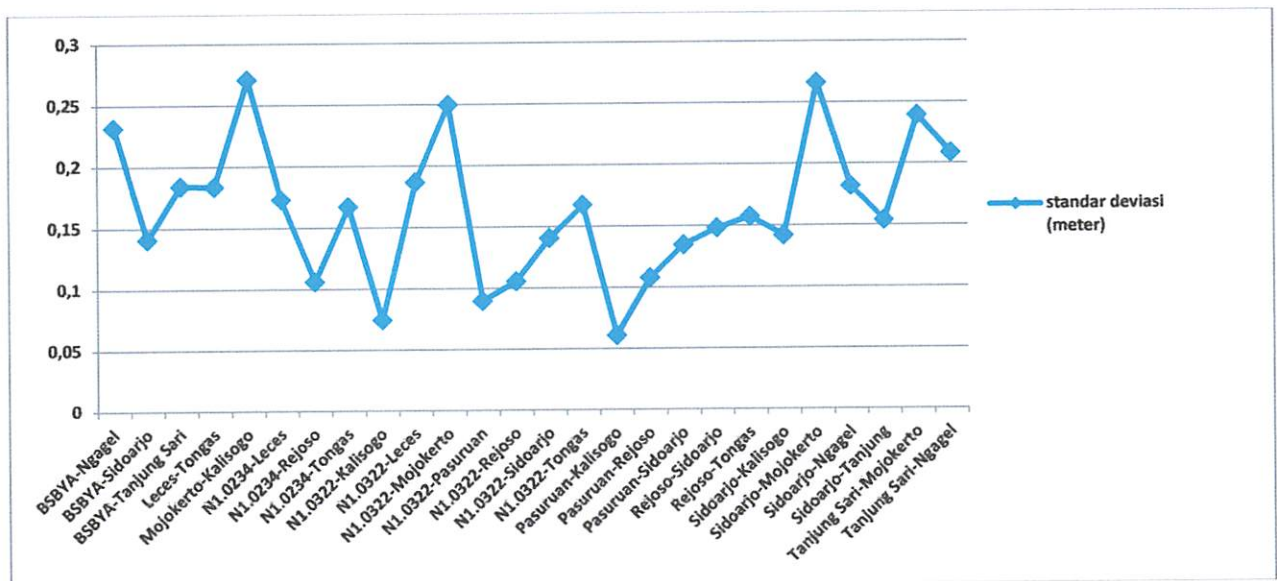
Moda yang digunakan dalam pengolahan *baseline* dengan perangkat lunak GeoGenius sama dengan moda yang digunakan oleh perangkat lunak TopconTools, namun perbedaannya ada pada arah *baseline*. Satu contoh pada TopconTools arah *baseline* dari titik Mojokerto menuju ke titik N1.0322, begitu sebaliknya dengan perangkat lunak GeoGenius. Panjang *baseline* dan ketelitian dengan perangkat lunak GeoGenius ditunjukkan pada tabel IV.2.

Tabel 4.2. Panjang *baseline* dan ketelitiannya dengan GeoGenius

Dari	Ke	Panjang baseline (meter)	sd (meter)	ppm	Ketelitian titik	Solution Type
BSBYA	Ngagel	9043.4854	0.2319	25.6398	1:39002	fixed
BSBYA	Sidoarjo	26283.7657	0.1408	5.3585	1:186621	fixed
BSBYA	Tanjung Sari	18749.0668	0.1843	9.8288	1:101742	fixed
Leces	Tongas	18778.1086	0.1838	9.7864	1:102183	fixed
Mojokerto	Kalisogo	33473.973	0.2707	8.0866	1:123662	fixed
N1.0234	Leces	18328.1115	0.1729	9.4313	1:106030	fixed
N1.0234	Rejoso	47857.587	0.1062	2.2191	1:450626	fixed
N1.0234	Tongas	32077.3392	0.1669	5.2027	1:192209	fixed
N1.0322	Kalisogo	18744.0994	0.0744	3.9715	1:251796	fixed
N1.0322	Leces	57787.7202	0.1869	3.235	1:309117	fixed
N1.0322	Mojokerto	40957.2721	0.2498	6.0986	1:163971	fixed
N1.0322	Pasuruan	16502.66	0.0897	5.435	1:183991	fixed
N1.0322	Rejoso	26641.759	0.1056	3.9651	1:252198	fixed
N1.0322	Sidoarjo	28865.1992	0.1407	4.8733	1:205199	fixed
N1.0322	Tongas	41644.4342	0.1675	4.0214	1:248672	fixed
Pasuruan	Kalisogo	10797.4191	0.0609	5.6424	1:177228	fixed
Pasuruan	Rejoso	16357.1352	0.108	6.6042	1:151418	fixed
Pasuruan	Sidoarjo	20999.8175	0.1346	6.4094	1:156022	fixed
Rejoso	Sidoarjo	36241.1677	0.1481	4.0859	1:244744	fixed
Rejoso	Tongas	15889.462	0.1573	9.8978	1:101032	fixed
Sidoarjo	Kalisogo	11031.0937	0.142	12.8732	1:77681	fixed
Sidoarjo	Mojokerto	27908.3283	0.2661	9.5365	1:104860	fixed

Dari	Ke	Panjang baseline (meter)	σ_d (meter)	ppm	Ketelitian linier	Solution Type
Sidoarjo	Ngagel	17717.2824	0.1818	10.2607	1:97459	fixed
Sidoarjo	Tanjung	12040.9458	0.1538	12.7722	1:78295	fixed
Tanjung Sari	Mojokerto	21517.1065	0.2393	11.1217	1:89914	fixed
Tanjung Sari	Ngagel	13122.2235	0.2085	15.8905	1:62931	fixed

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.2. Grafik ketelitian dari panjang baseline

Baseline yang diperoleh setelah proses perataan sebanyak 26 *baseline* dari 27 *baseline* karena untuk satu baseline yaitu baseline Ngagel – Rejoso semua komponen baseline dX, dY, dZ tidak memenuhi syarat statistik atau disebut observasi *outlier*. Ketelitian panjang baseline berada dalam range 0.0609-0.2707 meter. Untuk ketelitian 0.0609 meter yaitu baseline Pasuruan-Kalisogo dan ketelitian 0.2707 meter adalah baseline Mojokerto-Kalisogo.

Menurut SNI Jaring Kontrol Horizontal tentang Penetapan Orde, panjang *baseline* pada tabel 4.2 termasuk kedalam klasifikasi Orde II karena panjang *baseline* masuk kedalam kisaran 10 km. Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa ketelitian *baseline* pada Ppm yang diolah dengan perangkat lunak GeoGenius menurut kelas yang diklasifikasikan oleh Rizos, termasuk kedalam kelas geodetik dan umum. *Baseline* dengan nilai 1-10 ppm termasuk kedalam kelas geodetik sebanyak 20 *baseline* dan *baseline* dengan nilai >10 ppm termasuk kedalam kelas umum sebanyak 6 *baseline*.

Perbedaan yang signifikan terjadi pada nilai ppm, ketelitian linier dan standar deviasi yang diperoleh oleh kedua perangkat lunak. Pada perangkat lunak TopconTools menunjukkan nilai ppm dan ketelitian linier yang lebih baik daripada GeoGenius.

4.2. Koordinat dan Ketelitiannya Hasil Pengolahan Data GPS

Koordinat dan ketelitian hasil pengolahan data GPS diperoleh dengan menggunakan dua perangkat lunak komersil yaitu TopconTools dan GeoGeonius, serta proses perataan yang dilakukan dengan perangkat lunak Columbus. Koordinat sudah ditransformasi kedalam sistem proyeksi UTM Zone 49 South dan datum WGS'84.

4.2.1. Koordinat dan ketelitian hasil pengolahan TopconTools

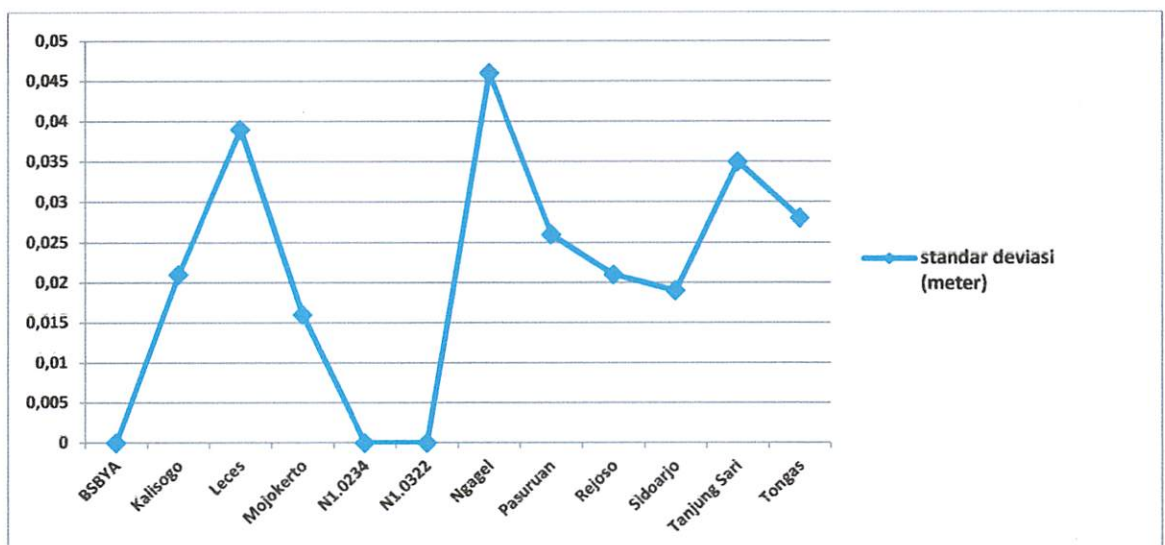
Koordinat dan ketelitian diperoleh dengan melakukan pemrosesan *baseline* terlebih dahulu sampai semua *baseline* terproses. Kemudian

dilanjutkan dengan melakukan perataan jaringan pada perangkat lunak Columbus sampai mendapatkan koordinat yang fix. Koordinat dan ketelitiannya ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Koordinat dan ketelitiannya hasil pengolahan menggunakan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus

Titik	Easting (meter)	σ_N (meter)	Northing (meter)	σ_E (meter)	σ_S (meter)	tinggi ellipsoid (meter)	oh (meter)
BSBYA	690316.965	0	9202561.633	0	0	32.853	0
Kalisogo	693139.42	0.019	9165723.686	0.009	0.021	33.846	0.031
Leces	745294.645	0.037	9134048.777	0.013	0.039	73.017	0.025
Mojokerto	662097.829	0.014	9178249.086	0.008	0.016	47.128	0.022
N1.0234	762365.072	0	9140740.639	0	0	36.079	0
N1.0322	689067.687	0	9147427.669	0	0	265.218	0
Ngagel	692564.637	0.045	9193802.333	0.01	0.046	34.325	0.024
Pasuruan	701234.049	0.023	9158576.606	0.012	0.026	34.935	0.039
Rejoso	715520.482	0.018	9150606.188	0.01	0.021	33.229	0.027
Sidoarjo	689935.9	0.018	9176280.051	0.006	0.019	31.681	0.015
Tanjung Sari	682317.411	0.033	9185605.025	0.011	0.035	38.582	0.036
Tongas	730686.939	0.025	9145857.066	0.012	0.028	39.791	0.031

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.3. Grafik ketelitian dari titik-titik koordinat



Berdasarkan tabel 4.3 diperoleh ketelitian horisontal (σ_S) dari titik-titik koordinat berada dalam *range* 0.016 – 0.046 meter atau 1.6 – 4.6 cm dan ketelitian vertikal (σ_h) berada dalam range 0.015 – 0.039 meter atau 1.5 – 3.9 cm. Ketelitian baik horisontal maupun vertikal memiliki ketelitian dalam fraksi sentimeter. Ketelitian horisontal yang paling rendah terdapat pada titik Ngagel. Titik ini memiliki jarak terpendek dari titik kontrol BSBYA, namun dengan ketelitian yang paling rendah. Hal tersebut dimungkinkan karena obstruksi yang kurang baik disekitar titik pada saat pengukuran GPS.

Ketelitian koordinat yang berbeda-beda disebabkan oleh besarnya nilai matriks varian-kovarian koordinat titik yang bersangkutan. Besarnya matriks varian-kovarian ditunjukkan pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Matriks *varian-kovarian* koordinat hasil TopconTools

Titik	σ^2_x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2_y	σ_{yz}	σ^2_z
BSBYA	0	0	0	0	0	0
Kalisogo	0.000302969	-0.00004797	0.00000788	0.001015	-0.00005393	0.00007283
Leces	0.001391124	0.00012348	0.00002891	0.00062	0.00001059	0.000146598
Mojokerto	0.00022032	-0.00007526	0.00003096	0.000433	-0.00008228	0.00007323
N1.0234	0	0	0	0	0	0
N1.0322	0	0	0	0	0	0
Ngagel	0.001899597	0.0004285	0.0000479	0.000696	-0.000143054	0.000135159
Pasuruan	0.000453644	-0.0001676	-0.00004813	0.001675	0.00001650	0.00011214
Rejoso	0.000330962	-0.00008412	0.00002848	0.000711	-0.00006076	0.000104683
Sidoarjo	0.000258847	0.00006887	-0.00000602	0.000253	-0.000056825	0.000048880
Tanjung Sari	0.001354378	-0.0003235	0.00008496	0.001041	-0.000196147	0.000153405
Tongas	0.000690083	-0.0001445	0.00002281	0.000891	-0.000055707	0.00013459

Berdasarkan tabel 4.4. titik Ngagel mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling besar diantara yang lain, sedangkan titik Mojokerto mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling kecil sehingga

membuktikan bahwa besar kecilnya nilai matriks varian-kovarians titik yang bersangkutan mempengaruhi ketelitian koordinat baik horisontal dan vertikal.

4.2.2. Koordinat dan ketelitian hasil pengolahan GeoGenius

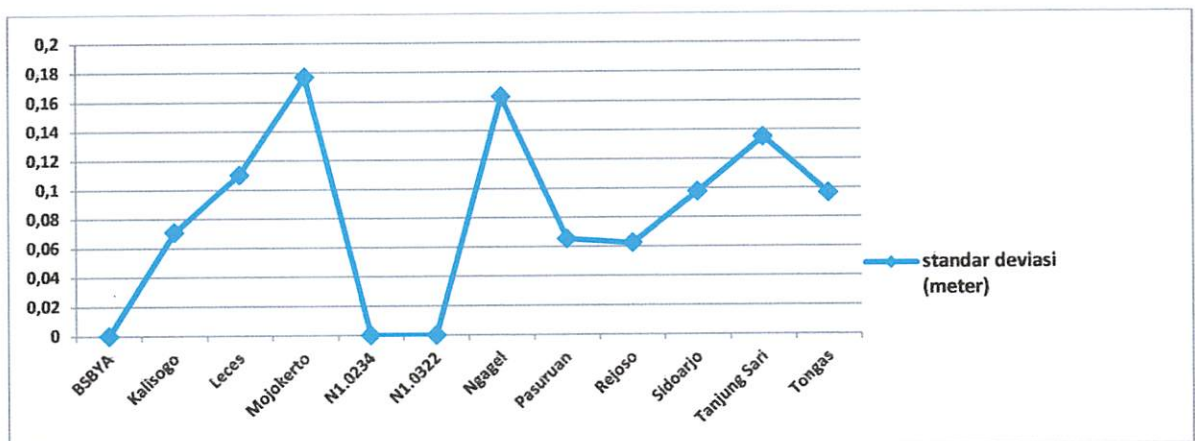
Proses pengolahan data sama seperti pada pengolahan TopconTools.

Koordinat dan ketelitiannya ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5. Koordinat dan ketelitiannya hasil pengolahan menggunakan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus

Titik	Easting	σ_N	Northing	σ_E	σ_S	tinggi ellipsoid	σ_h
	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)	(meter)
BSBYA	690316.965	0	9202561.633	0	0	32.853	0
Kalisogo	693139.333	0.06	9165723.286	0.038	0.07102	33.674	0.08
Leces	745294.722	0.095	9134048.611	0.056	0.11028	72.942	0.137
Mojokerto	662097.511	0.138	9178248.509	0.111	0.1771	47.006	0.197
N1.0234	762365.072	0	9140740.639	0	0	36.079	0
N1.0322	689067.687	0	9147427.669	0	0	265.218	0
Ngagel	692564.744	0.114	9193801.494	0.117	0.16336	34.469	0.163
Pasuruan	701233.963	0.056	9158576.331	0.034	0.06551	34.733	0.074
Rejoso	715520.416	0.054	9150606.133	0.032	0.06277	33.178	0.072
Sidoarjo	689935.698	0.066	9176279.502	0.072	0.09767	31.649	0.09
Tanjung Sari	682317.356	0.095	9185604.307	0.096	0.13506	38.671	0.135
Tongas	730687.085	0.085	9145857.069	0.046	0.09665	39.563	0.114

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.4. Grafik ketelitian dari titik-titik koordinat

Berdasarkan tabel 4.5. diperoleh ketelitian horisontal (σ_S) dari titik-titik koordinat berada dalam *range* 0.063 – 0.177 meter atau 6.3 – 17.7 cm dan ketelitian vertikal (σ_h) berada dalam range 0.072 – 0.197 meter atau 7.2 – 19.7 cm. Ketelitian baik horisontal maupun vertikal memiliki ketelitian sampai dengan fraksi desimeter. Ketelitian yang diperoleh tidak lebih baik daripada ketelitian yang diperoleh menggunakan TopconTools. Ketelitian yang paling rendah terdapat pada titik Mojokerto dan yang paling baik terdapat pada titik Rejoso. Faktor yang menyebabkan perbedaan ketelitian koordinat adalah perbedaan nilai matriks varian-kovarian titik yang bersangkutan. Besarnya matriks varian-kovarian ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6. Matriks *varian-kovarian* koordinat hasil GeoGenius

Titik	σ^2_x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2_y	σ_{yz}	σ^2_z
BSBYA	0	0	0	0	0	0
Kalisogo	0.003090598	-0.000035941	0.00000134	0.006961247	-0.000001158	0.001338067
Leces	0.006858165	-0.000057779	0.000011128	0.02126788	-0.000024847	0.002889388
Mojokerto	0.016006769	-0.000984353	0.000084963	0.042400945	-0.000504281	0.012040722
N1.0234	0	0	0	0	0	0
N1.0322	0	0	0	0	0	0
Ngagel	0.010525902	-0.000390784	0.000046662	0.029107457	-0.00015637	0.013490729
Pasuruan	0.002700831	-0.000027082	0.000001062	0.006019776	-0.000000832	0.001053024
Rejoso	0.002477097	-0.000015871	0.000000805	0.005696161	0.000000005	0.000955252
Sidoarjo	0.003650506	-0.000074826	0.00001505	0.008904605	-0.000034102	0.005130372
Tanjung	0.007369524	-0.000215348	0.000026805	0.020201764	-0.000101197	0.00917407
Tongas	0.005973061	-0.000033397	0.00000633	0.014432491	-0.000000676	0.001924669

Berdasarkan tabel 4.6. titik Mojokerto mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling besar diantara yang lain, sedangkan titik Rejoso mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling kecil. Jadi perbedaan

ketelitian koordinat antara kedua *software* terjadi karena nilai varian-kovarian dari hasil TopconTools lebih kecil dibandingkan dengan nilai varian-kovarian dari GeoGenius.

4.3. Uji Nilai Sumbu Semi-Mayor Axis Error Ellips Kesalahan Relatif terhadap SNI

Uji nilai sumbu *semi-major axis error ellips* kesalahan relatif dinyatakan masuk toleransi apabila panjang sumbu *semi-major axis* tidak melebihi panjang maksimum dari sumbu panjang yang diperbolehkan. Panjang maksimum yang diperbolehkan diketahui dari hasil perhitungan yang sudah ditetapkan oleh SNI.

4.3.1. Uji nilai sumbu semi-major axis error ellips kesalahan relatif menggunakan TopconTools dan Columbus

Nilai sumbu *semi-major axis error ellips* kesalahan relatif diperoleh setelah pengolahan baseline dan perataan jaringan selesai dilakukan sampai nilai koordinat yang *fix* untuk semua titik. Uji nilai sumbu *semi-major axis error ellips* kesalahan relatif hasil pengolahan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7. Uji sumbu *semi-major axis* hasil pengolahan menggunakan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus

Dari	Ke	a (meter)	Panjang Baseline (kilometer)	r (kilometer)	a (kilometer)	a < r = masuk r > a = tidak masuk
BSBYA	Ngagel	0.1102	9.0426452	92.426452	110.2	tidak masuk
BSBYA	Sidoarjo	0.043	26.2832128	264.832128	43	masuk
BSBYA	Tanjung Sari	0.0804	18.7483927	189.483927	80.4	masuk
Kalisogo	Mojokerto	0.0392	33.4738252	336.738252	39.2	masuk
Kalisogo	N1.0322	0.0475	18.7445064	189.445064	47.5	masuk
Kalisogo	Pasuruan	0.0374	10.7975016	109.975016	37.4	masuk
Kalisogo	Sidoarjo	0.0336	11.0312043	112.312043	33.6	masuk
Leces	N1.0234	0.0903	18.3281228	185.281228	90.3	masuk
Leces	N1.0322	0.0903	57.787607	579.87607	90.3	masuk
Leces	Tongas	0.0734	18.7780557	189.780557	73.4	masuk
Mojokerto	N1.0322	0.0345	40.9574967	411.574967	34.5	masuk
Mojokerto	Sidoarjo	0.0328	27.9082145	281.082145	32.8	masuk
Mojokerto	Tanjung Sari	0.0769	21.5169081	217.169081	76.9	masuk
N1.0234	Rejoso	0.0444	47.8575343	480.575343	44.4	masuk
N1.0234	Tongas	0.0608	32.0774828	322.774828	60.8	masuk
N1.0322	Pasuruan	0.0557	16.5029067	167.029067	55.7	masuk
N1.0322	Rejoso	0.0444	26.6418304	268.418304	44.4	masuk
N1.0322	Sidoarjo	0.043	28.8657549	290.657549	43	masuk
N1.0322	Tongas	0.0608	41.6442885	418.442885	60.8	masuk
Ngagel	Rejoso	0.1158	48.9115246	491.115246	115.8	masuk
Ngagel	Sidoarjo	0.1078	17.7175223	179.175223	107.8	masuk
Ngagel	Tanjung Sari	0.1046	13.1221708	133.221708	104.6	masuk
Pasuruan	Rejoso	0.0636	16.3572252	165.572252	63.6	masuk
Pasuruan	Sidoarjo	0.0476	20.9999874	211.999874	47.6	masuk
Rejoso	Sidoarjo	0.0574	36.2414228	364.414228	57.4	masuk
Rejoso	Tongas	0.0448	15.8892783	160.892783	44.8	masuk
Sidoarjo	Tanjung Sari	0.0788	12.0411696	122.411696	78.8	masuk

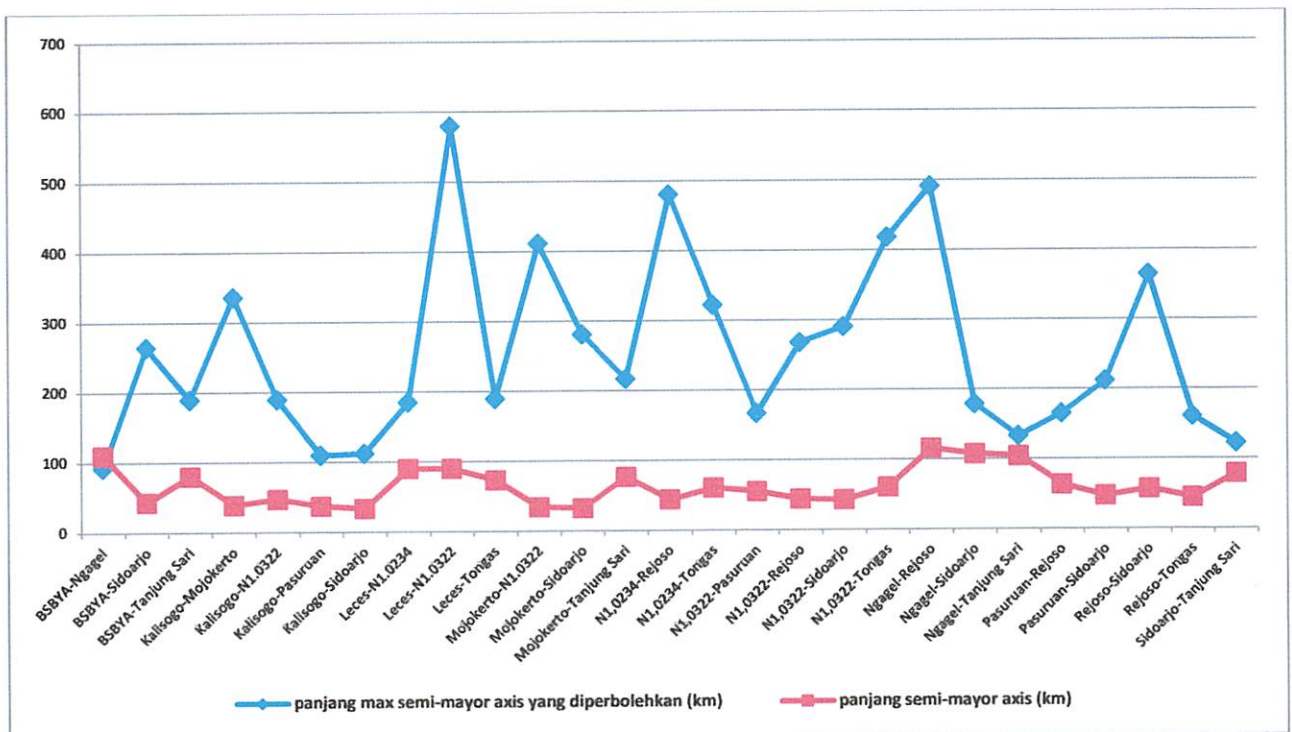
Persentasi dari analisa uji sumbu *semi-major axis* dari nilai *error ellips* kesalahan relatif hasil pengolahan menggunakan TopconTools dan perataan menggunakan Columbus yang dibandingkan dengan panjang maksimal sumbu *semi-major axis* yang diperbolehkan SNI adalah sebesar 96.30%. Dengan uraian perhitungan dibawah ini.

Sumbu semi-major axis yang masuk toleransi : 26

Total sumbu semi-major axis : 27

$$\frac{\text{Sumbu semi-major axis yang masuk toleransi}}{\text{Total sumbu semi-major axis}} \times 100\% = 96.30\%$$

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.5. Grafik perbandingan panjang *semi-major axis* yang diperbolehkan dengan panjang *semi-major axis* hasil penghitungan

Dari uji nilai *error ellips* kesalahan relatif terhadap SNI menunjukkan bahwa nilai *error ellips* yang dihasilkan melalui proses pengolahan *baseline* menggunakan TopconTools dan perataan jaring menggunakan Columbus yang ditunjukkan pada tabel 4.7. menghasilkan 26 nilai *error ellips* dari 27 nilai *error ellips* dapat diterima atau masuk kedalam standar SNI Orde II. Satu nilai *error ellips* yang tidak masuk standar SNI Orde II disebabkan karena jarak minimal untuk Orde II tidak terpenuhi sehingga kemungkinan nilai *error ellips* kesalahan relatif tersebut tidak termasuk kedalam Orde II. Nilai *semi-major axis* dari ellips kesalahan relatif menggunakan TopconTool berada dalam range 0.0328 – 0.1102 meter. Range ini masih lebih baik dibandingkan dengan GeoGenius. Faktor yang menyebabkan besar kecilnya ukuran sumbu panjang dan sumbu pendek ellips adalah nilai matriks varian-kovarian dari koordinat relatif suatu titik terhadap titik lainnya yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8. Matriks *varian-kovarian* baseline hasil TopconTools

Dari	Ke	σ^2_x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2_y	σ_{yz}	σ^2_z
BSBYA	Ngagel	0.0403026	-0.0083034	-0.005419	0.0178875	0.0010228	0.0016068
BSBYA	Sidoarjo	0.0014231	0.0008675	-0.0001767	0.0008652	-0.0002172	0.0001071
BSBYA	Tanjung Sari	0.0053494	-0.0008062	0.0003671	0.0024288	-0.0004903	0.0004485
Kalisogo	Mojokerto	0.0002667	-0.0002186	3.618E-05	0.0007391	-0.0000841	0.0001054
Kalisogo	N1.0322	0.0059973	0.0005977	-0.0006301	0.0007038	-0.0001043	0.0001826
Kalisogo	Pasuruan	0.0002377	-0.0002361	1.038E-05	0.0011818	-8.496E-05	0.000158
Kalisogo	Sidoarjo	0.0003241	-0.000318	0.0001323	0.001029	-0.0002643	0.0002837
Leces	N1.0234	0.0034033	-0.000558	-0.0000299	0.0049498	-0.0007935	0.000687
Leces	N1.0322	0.0069647	0.0015232	0.0005135	0.0009544	0.0001742	0.000263
Leces	Tongas	0.0010066	-0.0005008	3.606E-05	0.0023696	-0.0003972	0.0003273
Mojokerto	N1.0322	0.0003768	-0.000401	7.786E-05	0.0012627	-9.871E-05	0.0001729
Mojokerto	Sidoarjo	0.0002351	-9.881E-05	4.947E-05	0.0007998	-0.000348	0.0002239

Dari	Ke	σ^2x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2y	σ_{yz}	σ^2z
Mojokerto	Tanjung Sari	0.0023448	-0.0008479	0.0001519	0.0020817	-0.000419	0.0002926
N1.0234	Rejoso	0.0361046	0.0091966	0.0039554	0.0063278	0.0009487	0.0007597
N1.0234	Tongas	0.0398918	0.0094888	0.0044844	0.0084081	0.0015542	0.0012073
N1.0322	Pasuruan	0.0070428	0.0006412	-0.0007878	0.0006148	-0.0001122	0.0001792
N1.0322	Rejoso	0.000457	-0.0005911	5.491E-05	0.0028908	-0.0002435	0.0002556
N1.0322	Sidoarjo	0.0130739	0.0002933	-0.0014053	0.0019446	-0.0001598	0.0004223
N1.0322	Tongas	0.0141233	0.0019904	0.0006299	0.0024297	0.0001778	0.0003726
Ngagel	Rejoso	0.0317679	0.0055738	0.0045967	0.0028162	0.000347	0.0012171
Ngagel	Sidoarjo	0.0034047	0.0012421	-0.0001037	0.0009957	-0.0002297	0.0001504
Ngagel	Tanjung Sari	0.0034611	-0.0014971	0.0003077	0.0036845	-0.0006051	0.0003989
Pasuruan	Rejoso	0.0013546	-0.0004712	0.0002761	0.0056516	-0.0003938	0.0005008
Pasuruan	Sidoarjo	0.0105335	0.0008556	0.0005841	0.0070862	0.0001564	0.0017109
Rejoso	Sidoarjo	0.025059	0.0130457	0.0037174	0.0177935	0.0027437	0.0016917
Rejoso	Tongas	0.0004427	-0.0003786	0.0000221	0.0012202	-0.0001843	0.0002054
Sidoarjo	Tanjung Sari	0.0049561	-0.0020752	0.0003156	0.0052063	-0.0009739	0.0006228

Pada baseline BSBYA-Ngagel mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling besar sehingga menyebabkan nilai *semi-major axis* yang paling besar, sebaliknya pada baseline Mojokerto-Sidoarjo memiliki nilai matriks *varian-kovarian* yang paling kecil sehingga menghasilkan nilai *semi-major axis* yang paling kecil.

4.3.2. Uji nilai sumbu *semi-major axis* error ellips kesalahan relatif menggunakan GeoGenius dan Columbus

Nilai sumbu *semi-major axis error ellips* kesalahan relatif diperoleh setelah pengolahan baseline dan perataan jaringan selesai dilakukan sampai nilai koordinat yang *fix* untuk semua titik. Uji nilai sumbu *semi-major axis*

error ellips kesalahan relatif hasil pengolahan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus ditunjukkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9. Uji sumbu *semi-major axis* hasil pengolahan menggunakan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus

Dari	Ke	a (meter)	Panjang Baseline (kilometer)	r (kilometer)	a (kilometer)	a < r = masuk a > r = tidak masuk
BSBYA	Ngagel	0.2916	9.0434854	92.43485	291.6	tidak masuk
BSBYA	Sidoarjo	0.1772	26.2837657	264.83766	177.2	masuk
BSBYA	Tanjung Sari	0.2419	18.7490668	189.49067	241.9	tidak masuk
Leces	Tongas	0.2548	18.7781086	189.78109	254.8	tidak masuk
Mojokerto	Kalisogo	0.3417	33.473973	336.73973	341.7	tidak masuk
N1.0234	Leces	0.234	18.3281115	185.28112	234	tidak masuk
N1.0234	Rejoso	0.1333	47.857587	480.57587	133.3	masuk
N1.0234	Tongas	0.2089	32.0773392	322.77339	208.9	masuk
N1.0322	Kalisogo	0.1481	18.7440994	189.44099	148.1	masuk
N1.0322	Leces	0.234	57.7877202	579.8772	234	masuk
N1.0322	Mojokerto	0.3402	40.9572721	411.57272	340.2	masuk
N1.0322	Pasuruan	0.1383	16.50266	167.0266	138.3	masuk
N1.0322	Rejoso	0.1333	26.641759	268.41759	133.3	masuk
N1.0322	Sidoarjo	0.1772	28.8651992	290.65199	177.2	masuk
N1.0322	Tongas	0.2089	41.6444342	418.44434	208.9	masuk
Pasuruan	Kalisogo	0.0869	10.7974191	109.97419	86.9	masuk
Pasuruan	Rejoso	0.1452	16.3571352	165.57135	145.2	masuk
Pasuruan	Sidoarjo	0.1764	20.9998175	211.99818	176.4	masuk
Rejoso	Sidoarjo	0.1856	36.2411677	364.41168	185.6	masuk
Rejoso	Tongas	0.2008	15.889462	160.89462	200.8	tidak masuk
Sidoarjo	Kalisogo	0.1809	11.0310937	112.31094	180.9	tidak masuk
Sidoarjo	Mojokerto	0.3325	27.9083283	281.08328	332.5	tidak masuk
Sidoarjo	Ngagel	0.2857	17.7172824	179.17282	285.7	tidak masuk
Sidoarjo	Tanjung Sari	0.2154	12.0409458	122.40946	215.4	tidak masuk
Tanjung Sari	Mojokerto	0.3176	21.5171065	217.17107	317.6	tidak masuk
Tanjung Sari	Ngagel	0.3021	13.1222235	133.22224	302.1	tidak masuk

Keterangan tabel 4.7 dan 4.9:

a = nilai setengah sumbu panjang

r = panjang maksimum dari sumbu-panjang yang diperbolehkan, dalam mm

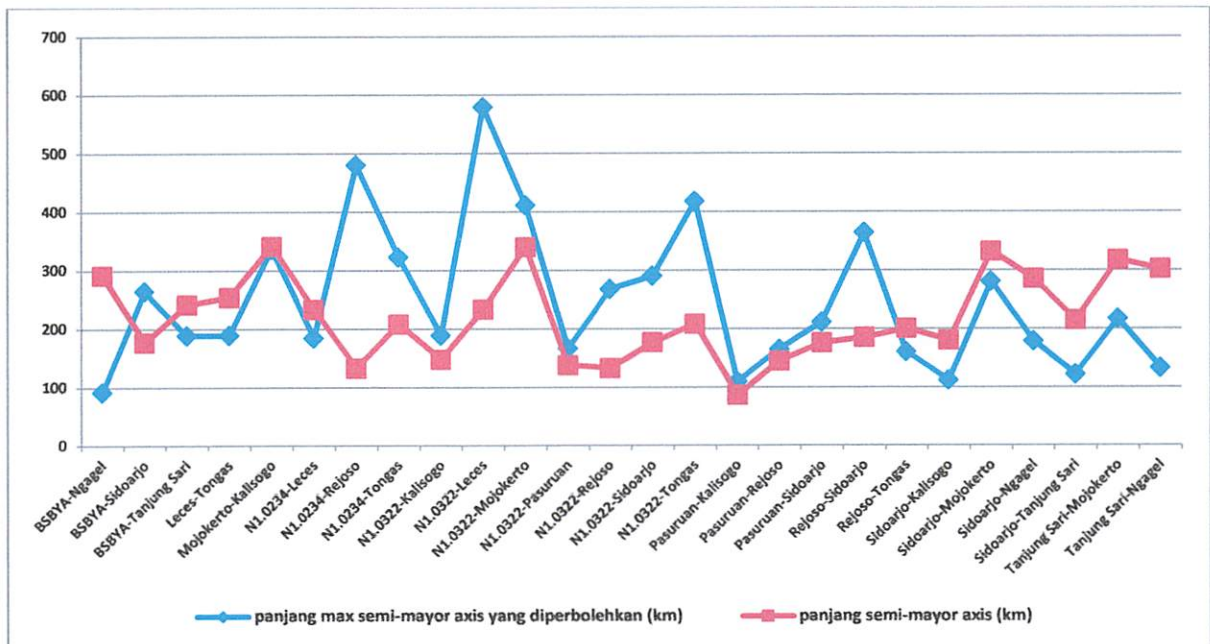
Persentasi dari analisa uji sumbu *semi-major axis* dari nilai *error ellips* kesalahan relatif hasil pengolahan menggunakan GeoGenius dan perataan menggunakan Columbus yang dibandingkan dengan panjang maksimal sumbu *semi-major axis* yang diperbolehkan SNI adalah sebesar 53.85%. Dengan uraian perhitungan dibawah ini.

Sumbu semi-major axis yang masuk toleransi : 14

Total sumbu semi-major axis : 26

$$\frac{\text{Sumbu semi-major axis yang masuk toleransi}}{\text{Total sumbu semi-major axis}} \times 100\% = 53.85\%$$

Untuk memudahkan analisa digunakan grafik dibawah ini :



Gambar 4.6. Grafik perbandingan panjang *semi-major axis* yang diperbolehkan dengan panjang *semi-major axis* hasil penghitungan

Untuk nilai *error ellips* kesalahan relatif yang dihasilkan melalui proses pengolahan baseline menggunakan GeoGenius dan perataan jaring menggunakan Columbus yang ditunjukkan pada tabel 4.8 menghasilkan 14 nilai *error ellips* dari 26 nilai *error ellips* dapat diterima atau masuk kedalam standar SNI Orde II. Untuk nilai lainnya yang tidak masuk standar SNI Orde II disebabkan karena ketelitian dari baseline dan koordinat yang sudah diulas sebelumnya, belum memenuhi syarat ketelitian untuk memenuhi ketelitian standar SNI Orde II. Nilai *semi-major axis* dari ellips kesalahan relatif menggunakan GeoGenius berada dalam range 0.133 – 0.342 meter. Nilai *error ellips* relatif yang dihasilkan GeoGenius lebih besar daripada nilai *error ellips* yang dihasilkan TopconTools. Faktor yang menyebabkan besar kecilnya ukuran sumbu panjang dan sumbu pendek ellips adalah nilai matriks varian-kovarian dari koordinat relatif suatu titik terhadap titik lainnya yang ditunjukkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10. Matriks *varian-kovarian* baseline hasil GeoGenius

Dari	Ke	σ^2_x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2_y	σ_{yz}	σ^2_z
BSBYA	Ngagel	0.01681	-0.0005624	6.204E-05	0.05625	-0.0002579	0.00961
BSBYA	Sidoarjo	0.08464	-0.0161939	0.001444	0.29241	-0.0043988	0.05476
BSBYA	Tanjung Sari	0.02401	-0.0010633	0.0001179	0.09025	-0.000444	0.01296
Leces	Tongas	0.01369	-0.0002666	1.20E-05	0.04356	-9.12E-05	0.00676
Mojokerto	Kalisogo	0.11025	-0.0219188	0.0089172	0.28561	-0.024054	0.11236
N1.0234	Leces	0.01024	-0.0001772	3.19E-06	0.03025	-2.74E-06	0.00441
N1.0234	Rejoso	0.12996	-0.0029295	-0.0002202	0.12996	-0.0002807	0.01681
N1.0234	Tongas	0.02025	-0.0007542	1.49E-05	0.07396	-0.000106	0.01024
N1.0322	Kalisogo	0.02601	4.05E-05	2.94E-05	0.03721	4.65E-05	0.00676
N1.0322	Leces	0.04761	0.0042943	0.0003719	0.25281	-0.0011876	0.01764
N1.0322	Mojokerto	0.05625	-0.0045474	0.0003315	0.14161	-0.0006193	0.02209
N1.0322	Pasuruan	0.00576	-4.40E-05	-6.86E-07	0.01369	2.78E-06	0.00225

Dari	Ke	σ^2x	σ_{xy}	σ_{xz}	σ^2y	σ_{yz}	σ^2z
N1.0322	Rejoso	0.00361	-1.37E-05	3.20E-07	0.00841	2.59E-07	0.00169
N1.0322	Sidoarjo	0.02025	-0.0005155	0.0001004	0.05329	-0.0002131	0.00961
N1.0322	Tongas	0.19044	0.078881	0.0045402	0.58564	0.0108248	0.04096
Pasuruan	Kalisogo	0.001	-1.40E-06	-1.86E-08	0.00256	-7.02E-08	0.00036
Pasuruan	Rejoso	0.00484	-2.22E-05	-2.54E-07	0.009	7.49E-07	0.001
Pasuruan	Sidoarjo	0.03025	0.0003749	7.27E-05	0.07396	-0.0003175	0.00961
Rejoso	Ngagel	1.48225	-1.6687188	0.4064561	1.24609	-0.3687862	0.33489
Rejoso	Sidoarjo	0.04356	-0.0039802	-1.41E-05	0.16641	-0.0020443	0.02704
Rejoso	Tongas	0.00841	-8.81E-05	3.71E-07	0.01444	-6.30E-06	0.00169
Sidoarjo	Kalisogo	0.00225	-2.66E-06	3.45E-07	0.00484	-2.24E-06	0.001
Sidoarjo	Mojokerto	0.05776	-0.0078049	0.0004823	0.16384	-0.0015144	0.01296
Sidoarjo	Ngagel	0.03364	-0.0022189	0.0001704	0.09409	-0.0005643	0.01764
Sidoarjo	Tanjung Sari	0.009	-0.0001594	2.52E-05	0.02401	-6.84E-05	0.00529
Tanjung Sari	Mojokerto	0.01764	-0.000799	5.14E-05	0.064	-9.12E-05	0.01024
Tanjung Sari	Ngagel	0.03136	-0.0008106	0.0001331	0.05329	-0.0002749	0.00841

Pada baseline Mojokerto-Kalisogo mempunyai nilai matriks varian-kovarian yang paling besar sehingga menyebabkan nilai *semi-major axis* yang paling besar, sebaliknya pada baseline N1.0234-Rejoso dan N1.0322-Rejoso memiliki nilai matriks *varian-kovarian* yang paling kecil sehingga menghasilkan nilai *semi-major axis* yang paling kecil.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

1. Nilai *A Posteriori Variance* yang mendekati nilai satu yang dihasilkan TopconTools sebesar 0,68771 menunjukkan residual dari data ukuran hasil pengolahan TopconTools lebih konsisten dengan harga estimasi ketelitiannya dibandingkan dengan GeoGenius yang sebesar 0.63825.
2. Perbedaan hasil uji sumbu *semi-major axis* dari nilai *error ellips* kesalahan relatif perangkat lunak TopconTools dan GeoGenius dipengaruhi oleh nilai matriks *varian-kovarian* komponen baseline yang diperoleh pada saat pengolahan *baseline*.
3. Dari hasil perataan jaring menggunakan data komponen baseline faktor solusi *fixed* dan *float* tidak memberikan atau menunjukkan keandalan (*reliable*) nilai matriks *varian-kovarian* dalam proses perataan.
4. Dalam pengolahan baseline untuk penetapan orde jaringan berdasarkan SNI perlu dilakukan dengan beberapa perangkat lunak sebagai pembanding.

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan penyusun berdasarkan hasil analisa penelitian ini untuk mendapatkan nilai *error ellips* kesalahan yang paling minimal adalah :

1. Dalam pengolahan baseline GPS, koordinat dari titik acuan yang digunakan untuk penentuan vektor *baseline* sudah memiliki koordinat *fixed*.
2. Pada saat perhitungan data GPS, hendaknya menggunakan lebih dari satu *software* untuk mendapatkan nilai terbaik.
3. Dalam pembuatan geometri jaringan perlu diperhatikan kekuatan jaringan agar diperoleh nilai *error ellips* kesalahan yang paling minimal.
4. Penghilangan data *outlier* perlu dilakukan agar syarat statistik untuk perataan jaring dapat terpenuhi.



DAFTAR PUSTAKA

Abidin, H.Z. (2000). *Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya*. P.T. Pradnya Paramita, Jakarta. Edisi ke 2. ISBN 979-408-377-1. 268 pp.

Hofmann-Wellenhof, B., H. Lichtenegger, and J. Collins (1994). *Global Positioning System, Theory and Practice*. Third, Revised Edition, Springer Verlag.

Widjayanti, N., Heliani, L. S., 2005, “Perataan Jaring Geodesi”, Teknik Geodesi, UGM, Yogyakarta

Standar Nasional Indonesia(SNI), 2002, “Jaring Kontrol Geodesi”, Badan Standarisasi Nasional (BSN), Jakarta.

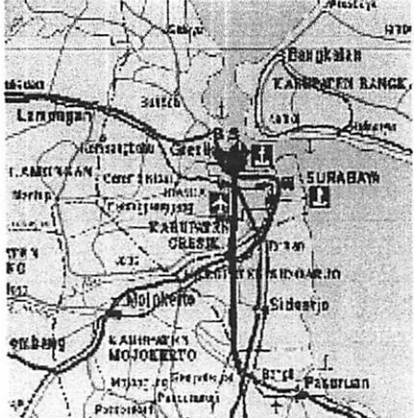
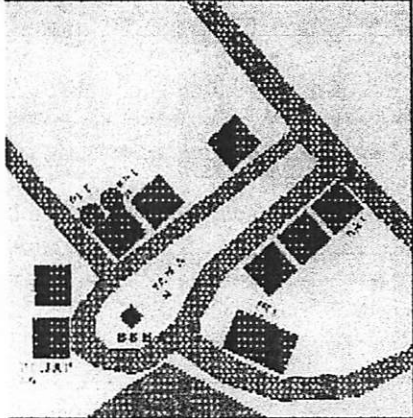
Rizos, C., 1999, “Principles and Practice of GPS Surveiing”, The University Of New South Wales, Sydney, <http://www.gmat.unsw.edu.au/snap> (akses tgl. 1 Juni 2012).

Wolf Paul R. and Charles D. Ghilani, *Adjustment Computations: Statistics and Least Squares in Surveying and GIS*. John Wiley&Sons, INC. (1997).

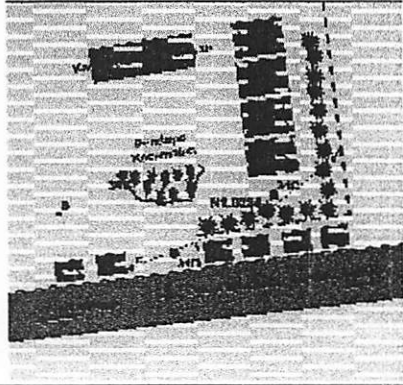
Leick, A. (1995). *GPS Satellite Surveiing*, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.

Lampiran 1
Buku Tugu TTG dari BAKOSURTANAL

	BADAN KOORDINASI SURVEI DAN PEMETAAN NASIONAL (BAKOSURTANAL) BIDANG KERANGKA GEODESI-PUSAT GEODESI DAN GEODINAMIKA Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cikarang 16911 PO Box 46 Cik Telp. (021) 8758061, 8753155 Fax. (021) 8758061, 87916647 email: info@bakosurtanal.go.id SISTEM INFORMASI GEODESI BAKOSURTANAL JARING KONTROL HORIZONTAL NASIONAL	Nama Titik BSBY
---	--	-------------------------------

DESKRIPSI TITIK GPS			
Nomor Pilar	: BSBY	Nama Setempat	: BM GPS Pasir Tanjung Perak
Desa / Kelurahan	: Nilan Barat	Kecamatan	: Krembangan
Kabupaten / Kota	: Surabaya	Provinsi	: Jawa Timur
Keterangan Pilar : Pilar baru (GPS).			
Koordinat Geodetik (WGS-84)		Zona UTM Zona 49	
Lintang	= $7^{\circ} 12' 39.7519'' S$	Timur	= 690316.966 meter
Bujur	= $112^{\circ} 43' 25.0382'' E$	Utara	= 9202561.633 meter
Tinggi Elipsoid	= 32.853 meter	Faktor Skala	= 1.000048
		Konvergensi Grid	= $12' 59.12''$
Koordinat Kartesian (ITRF 2000 Epoch 1998.0)			
X = -2444441.5228 meter		Y = 5836865.0746 meter	
Z = -795298.5060 meter			
Jalan Ke Lokasi : Dari kota Surabaya kearah Pelabuhan menuju ke arah PLTU Tanjung Perak.			
Uraian Lokasi : Terletak di Taman sebelahbarat jalur hijau Pelabuhan Tanjung Perak, tepatnya disebatang PLTU.			
Kenampakan Menonjol : PLTU Tanjung Perak.			
Sketsa Umum 		Sketsa Detail 	
Catatan : Bila Pilar hilang/rusak, hubungi alamat diatas			
Basisdata Dibuat/Diupdate Tahun: 2004			
Dicetak Tanggal : 03/22/2012 12:31 PM			

	BADAN KOORDINASI SURVEI DAN PEMETAAN NASIONAL (BAKOSURTANAL) BIDANG KERANGKA GEODESI-PUSAT GEODESI DAN GEODINAMIKA Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cibirang 16911 PO Box 46 CBI Telp. (021) 8758061, 8753155 Fax. (021) 8758061, 87916647 email: info@bakosurtanal.go.id SISTEM INFORMASI GEODESI BAKOSURTANAL JARING KONTROL HORIZONTAL NASIONAL	Nama Titik N1.0234
---	--	----------------------------------

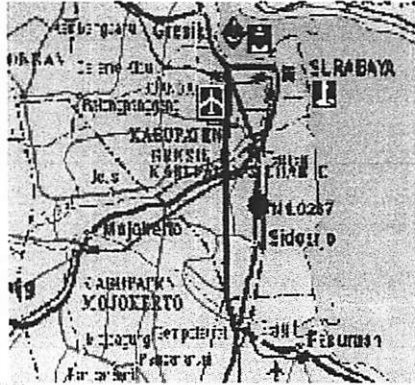
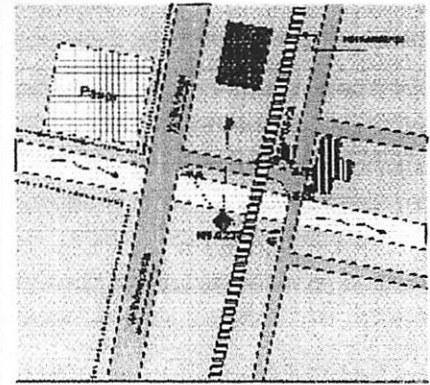
DESKRIPSI TITIK GPS			
Nomor Pilar	: N1.0234	Nama Setempat	: Pajajaran
Desa / Kelurahan	: Surakerto	Kecamatan	: Pajajaran
Kabupaten / Kota	: Probolinggo	Provinsi	: Jawa Timur
Keterangan Pilar : Pilar utama: Pilar baku GPS dengan tablet kuningan bertanda N1.0234 dipasang pada sisi atasnya. Pilar referensi berjumlah 3 buah dengan tablet kuningan bertanda A, B, C dipasang pada sisi atasnya.			
Koordinat Geodetik (GMS-83/WGS-84)		Zona UTM Zona 49	
Lintang	= 7° 46' 0.6629" S	Timur	= 762365.071 meter
Bujur	= 113° 22' 43.7893" E	Utara	= 9140740.639 meter
Tinggi Elipsoid	= 36.079 meter	Faktor Skala	= 1.000452
		Konvergensi Grid	= 19° 18.00"
Koordinat Kartesian (ITRF 2000 Epoch 1998.0)			
X = -2507850.2143 meter		Y = 5801179.6613 meter Z = -856243.3174 meter	
Jalan Ke Lokasi : Dapat ditempuh dari terminal Probolinggo kearah Situbondo pada km 4.3 Kraksaan atau sebelum km 119 Surabaya, ± 500 m sebelah barat pertigaan Pajajaran			
Uraian Lokasi : Terletak di halaman kantor camat Pajajaran km 4.3 Kraksaan, km 20.7 Probolinggo, km 118.7 Surabaya.			
Kenampakan Menonjol : Kantor Camat Pajajaran			
Sketsa Umum 		Sketsa Detail 	

Catatan : Bila Pilar hilang/rusak, hubungi alamat diatas

Basisdata Dibuat/Diupdate Tahun: 2004

Dibuat Tanggal: 03/22/2012 12:32 PM

	BADAN KOORDINASI SURVEI DAN PEMETAAN NASIONAL (BAKOSURTANAL) BIDANG KERANGKA GEODESI-PUSAT GEODESI DAN GEODINAMIKA Jl. Raya Jakarta - Bogor Km. 46 Cibinong 16911 PO Box 46 CBI Telp. (021) 8758061, 8753155 Fax. (021) 8758061, 87916647 email: info@bakosurtanal.go.id SISTEM INFORMASI GEODESI BAKOSURTANAL JARING KONTROL HORIZONTAL NASIONAL	Nama Titik N1.0237
---	--	----------------------------------

DESKRIPSI TITIK GPS			
Nomor Pilar	: N1. 0237	Nama Setempat	: Buduran
Desa / Kelurahan	: Buduran	Kecamatan	: Buduran
Kabupaten / Kota	: Sidoarjo	Provinsi	: Jawa Timur
Keterangan Pilar	: Standar Pilar GPS Orde Satu dengan, tiga buah pilar referensi terdiri : Ref A: Azm=324.04-00", Jrk=23.00 m, Ref B: Azm=6.23-00", Jrk=37.69 m Ref C: Azm=100.05-00", Jrk=23.69 m		
Koordinat Geodetik (GMS-92/WGS-84)		Zona UTM Zona 49	
Lintang	= 7° 25' 42.6802" S	Timur	= 690119.470 meter
Bujur	= 112° 43' 21.6051" E	Utara	= 9178509.441 meter
Tinggi Elipsoid	= 32.261 meter	Faktor Skala	= 1.000047
		Konvergensi Grid	= 13' 22.04"
Koordinat Kartesian (XTRF 2000 Epoch 1998.0)			
X = -2443160.4706 meter		Y = 5834078.6966 meter Z = -819154.1519 meter	
Jalan Ke Lokasi	: Dari Surabaya ke arah Sidoarjo / jalan lama, sebelah kiri jalan raya pas dengan penjaga pintu kereta api No. 54 Buduran		
Uraian Lokasi	: Pilar terletak di dalam pertamanan, di antara jalan kereta api dan jalan raya, dekat pintu penjaga kereta api No. 52.		
Kenampakan Menonjol	: Jembatan kereta api dan jembatan jalan raya dan rumah penjaga kereta api No.52 Sidoarjo.		
Sketsa Umum 		Sketsa Detail 	
Catatan : Bila Pilar Hilang/rusak, hubungi alamat diatas		Basisdata Dibuat/Diupdate Tahun: 2004 Dicetak Tanggal : 03/22/2012 12:31 PM	

Lampiran 2

Hasil Processing Baseline GeoGenius

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 11-AUG-12 Time : 09:21:29

Baseline:	BSBYA	to	Ngagel
------------------	-------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	7371111c.OBS	BSBYA	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220247371
Antenna type, S/N	TRM22020.00+G		
Geocentric Position [m]	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.6900
Week, Day, Date	1684	111	20-APR-2012
Start, End, Interv	479175.00	489975.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	BSBYA		
Geocentric position	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Lat, Long, Height	S 7 12 39.75190	E 112 43 25.03820	32.8530

**3. Rover Results**

Point, Info, Code	Ngagel		
Geocentric position	-2446119.5279	5834967.4610	-803979.1557
Lat, Long, Height	S 7 17 24.59043	E 112 44 39.39383	35.5256
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-1677.5484	-1898.7060	-8680.4987
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.7	3.1	8.1
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	4.1	7.5	3.1
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.594731	0.384032	-0.477138
Min & Max PDOP, RDOP	2.10	6.36	0.23

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 11-AUG-12 Time : 09:26:36

Baseline:	BSBYA	to	Sidoarjo
------------------	--------------	-----------	-----------------

1. Reference

File, Point, Code	BSBY111G.OBS	BSBYA	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220247371
Antenna type, S/N	TRM22020.00+G		
Geocentric Position [m]	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.7700
Week, Day, Date	1684	111	20-APR-2012
Start, End, Interv	441360.00	465360.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	BSBYA		
Geocentric position	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Lat, Long, Height	S 7 12 39.75190	E 112 43 25.03820	32.8530

3. Rover Results

Point, Info, Code	Sidoarjo		
Geocentric position	-2442887.0239	5833880.3135	-821365.9884
Lat, Long, Height	S 7 26 55.28943	E 112 43 15.87852	32.4345
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	1554.9467	-2985.8331	-26067.3310
Sigmas (N,E,H) [mm]	7.0	6.5	18.4
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	9.2	17.1	7.4
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.654309	0.311548	-0.274712
Min & Max PDOP, RDOP	2.09	268.64	0.25

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 12:24:22

Baseline:	BSBYA	to	Tanjung_Sari
------------------	--------------	-----------	---------------------

1. Reference

File, Point, Code	BSBY111G.OBS	BSBYA	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220247371
Antenna type, S/N	TRM22020.00+G		
Geocentric Position [m]	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.7700
Week, Day, Date	1684	111	20-APR-2012
Start, End, Interv	441360.00	465360.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	PI	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	BSBYA		
Geocentric position	-2444441.5217	5836865.0747	-795298.5055
Lat, Long, Height	S 7 12 39.75190	E 112 43 25.03820	32.8530

3. Rover Results

Point, Info, Code	Tanjung_Sari		
Geocentric position	-2436290.9158	5837943.8401	-812147.7240
Lat, Long, Height	S 7 21 52.66620	E 112 39 6.31777	39.1396
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	8151.0525	1077.6953	-16849.0686
Sigmas (N,E,H) [mm]	3.3	4.2	10.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	4.9	9.5	3.6
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.490704	0.379010	-0.379633
Min & Max PDOP, RDOP	2.16	13.48	0.06


www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:51:26

Baseline:	Leces	to	Tongas
------------------	-------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	9119109k.OBS	Leces	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220339119
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2491862.3946	5807103.4727	-862967.9638
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1500
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285345.00	309645.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Leces		
Geocentric position	-2491862.3946	5807103.4727	-862967.9638
Lat, Long, Height	S 7 49 41.43562	E 113 13 28.04483	72.9040

3. Rover Results

Point, Info, Code	Tongas		
Geocentric position	-2478991.9986	5814299.8535	-851341.0552
Lat, Long, Height	S 7 43 19.59936	E 113 5 29.47146	40.6660
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	12870.8310	7195.3606	11627.0590
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.4	3.2	6.9
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	3.7	6.6	2.6
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.447103	0.129561	-0.309731
Min & Max PDOP, RDOP	1.61	4.80	0.18

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:41:49

Baseline:	Mojokerto	to	Kalisogo
------------------	------------------	-----------	-----------------

1. Reference

File, Point, Code	Mojo11AE.scr	Mojokerto	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2417277.1609	5844815.4738	-819514.8309
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.0140
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	358860.00	383535.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Mojokerto		
Geocentric position	-2417277.1609	5844815.4738	-819514.8309
Lat, Long, Height	S 7 25 54.45887	E 112 28 7.77966	46.7225

3. Rover Results

Point, Info, Code	Kalisogo		
Geocentric position	-2445347.5166	5831357.9511	-831818.7446
Lat, Long, Height	S 7 32 38.47616	E 112 45 1.69019	32.4583
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-28070.3557	-13457.5228	-12303.9137
Sigmas (N,E,H) [mm]	8.7	7.0	19.6
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	10.5	16.9	10.6
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.696090	0.719843	-0.749553
Min & Max PDOP, RDOP	1.70	252.48	0.43

SPECTRA™
PRECISION
TERRASAT

Static Processing

www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:51:16

Baseline:	N1_0234	to	Leces
------------------	---------	----	-------

1. Reference

File, Point, Code	7275109k.OBS	N1_0234	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1130
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285360.00	309600.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0234		
Geocentric position	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Lat, Long, Height	S 7 46 0.66290	E 113 22 43.78930	36.0790

3. Rover Results

Point, Info, Code	Leces		
Geocentric position	-2491862.8709	5807104.5826	-862968.1299
Lat, Long, Height	S 7 49 41.43562	E 113 13 28.04483	74.1232
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	15987.8202	5923.8118	-6724.6471
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.2	2.5	5.9
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	3.2	5.5	2.1
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.571911	0.070715	-0.020523
Min & Max PDOP, RDOP	1.60	6.79	0.23

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:51:46

Baseline:	N1_0234	to	Rejoso
------------------	----------------	-----------	---------------

1. Reference

File, Point, Code	7275109k.OBS	N1_0234	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1130
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285360.00	309600.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0234		
Geocentric position	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Lat, Long, Height	S 7 46 0.66290	E 113 22 43.78930	36.0790

3. Rover Results

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465260.3756	5820808.7009	-846705.9938
Lat, Long, Height	S 7 40 47.37856	E 112 57 14.01117	33.9984
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	42590.2783	19628.0032	9537.4748
Sigmas (N,E,H) [mm]	4.3	10.7	12.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	11.4	11.4	4.1
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.173452	-0.100789	-0.128478
Min & Max PDOP, RDOP	1.61	26.67	0.40


**SPECTRA[™]
PRECISION
TERRASAT**

Static Processing

www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:51:37

Baseline:	N1_0234	to	Tongas
------------------	---------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	7275109k.OBS	N1_0234	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1130
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285360.00	309600.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0234		
Geocentric position	-2507850.2147	5801179.6608	-856243.3167
Lat, Long, Height	S 7 46 0.66290	E 113 22 43.78930	36.0790

3. Rover Results

Point, Info, Code	Tongas		
Geocentric position	-2478992.0023	5814299.8043	-851341.0438
Lat, Long, Height	S 7 43 19.59919	E 113 5 29.47220	40.6211
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	28858.6474	13119.1233	4902.4232
Sigmas (N,E,H) [mm]	3.2	3.8	8.9
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	4.5	8.6	3.2
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.503545	0.071928	-0.139986
Min & Max PDOP, RDOP	1.69	20.74	0.28

**SPECTRA[™]
PRECISION
TERRASAT** *Static Processing*
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:40:42

Baseline:	N1_0322	to	Kalisogo
------------------	----------------	-----------	-----------------

1. Reference

File, Point, Code	8738109k.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.8900
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359145.00	370710.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Kalisogo		
Geocentric position	-2445349.9756	5831359.6910	-831819.0624
Lat, Long, Height	S 7 32 38.47549	E 112 45 1.74221	35.0334
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-4538.0431	485.0074	18180.0703
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.8	5.3	5.8
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	5.1	6.1	2.6
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	0.041825	0.167324	0.185042
Min & Max PDOP, RDOP	1.62	5.58	0.04

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:49:26

Baseline:	N1_0322	to	Leces
------------------	----------------	-----------	--------------

1. Reference

File, Point, Code	N1.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.8900
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285420.00	300015.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Leces		
Geocentric position	-2491862.6733	5807103.7509	-862968.0717
Lat, Long, Height	S 7 49 41.43748	E 113 13 28.04961	73.2810
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-51051.1978	-23769.8428	-12969.0955
Sigmas (N,E,H) [mm]	3.9	10.4	14.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	6.9	15.9	4.2
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	0.356782	0.442823	-0.266301
Min & Max PDOP, RDOP	3.06	39.40	0.46



SPECTRA™ PRECISION TERRASAT Static Processing

www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:32:56

Baseline:	N1_0322	to	Mojokerto
------------------	----------------	-----------	------------------

1. Reference

File, Point, Code	8738109k.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.8900
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359145.00	370710.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Mojokerto		
Geocentric position	-2417278.2839	5844816.5887	-819513.8264
Lat, Long, Height	S 7 25 54.42031	E 112 28 7.79961	48.0396
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	23533.6021	13942.0024	30485.2899
Sigmas (N,E,H) [mm]	4.6	5.7	12.9
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	7.5	11.9	4.7
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.570885	0.266798	-0.197977
Min & Max PDOP, RDOP	1.76	5.22	0.26



www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:42:09

Baseline:	N1_0322	to	Pasuruan
------------------	---------	----	----------

1. Reference

File, Point, Code	8738109k.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.8900
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359145.00	370710.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Pasuruan		
Geocentric position	-2452476.4919	5827349.6705	-838870.1829
Lat, Long, Height	S 7 36 30.01669	E 112 49 26.74469	36.0054
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-11664.5495	-3525.0325	11128.9541
Sigmas (N,E,H) [mm]	1.6	1.8	4.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	2.4	3.7	1.5
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.557452	-0.052969	0.090227
Min & Max PDOP, RDOP	1.73	9.12	0.05

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT **Static Processing**
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:44:11

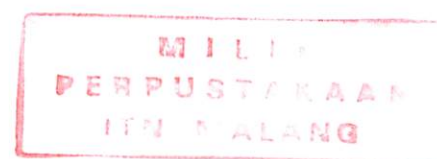
Baseline:	N1_0322	to	Rejoso
------------------	---------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	727511h.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TPSPG_A1		
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.9870
Week, Day, Date	1684	111	20-APR-2012
Start, End, Interv	459000.00	471525.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

**3. Rover Results**

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465258.6281	5820809.8883	-846706.1553
Lat, Long, Height	S 7 40 47.38198	E 112 57 13.94356	34.4282
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-24446.7007	-10064.7723	3292.9772
Sigmas (N,E,H) [mm]	1.4	1.6	3.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	1.9	2.9	1.3
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.451044	0.052493	0.018256
Min & Max PDOP, RDOP	1.37	3.85	0.07

**SPECTRA™
PRECISION**
TERRASAT *Static Processing*
www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:36:37

Baseline:	N1_0322	to	Sidoarjo
------------------	----------------	-----------	-----------------

1. Reference

File, Point, Code	7275111h.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220357275
Antenna type, S/N	TPSPG_A1		
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.9870
Week, Day, Date	1684	111	20-APR-2012
Start, End, Interv	459000.00	471525.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Sidoarjo		
Geocentric position	-2442887.5626	5833880.0052	-821366.0667
Lat, Long, Height	S 7 26 55.29228	E 112 43 15.89861	32.3690
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L2	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-2075.6221	3005.3010	28633.0669
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.8	3.7	7.9
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	4.5	7.3	3.1
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.477738	0.515902	-0.416026
Min & Max PDOP, RDOP	2.34	10.92	0.19


www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:46:37

Baseline:	N1_0322	to	Tongas
------------------	----------------	-----------	---------------

1. Reference

File, Point, Code	N1.OBS	N1_0322	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_AI	0454034	
Geocentric Position [m]	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	0.8900
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285420.00	300015.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	N1_0322		
Geocentric position	-2440811.4755	5830873.5937	-849998.9762
Lat, Long, Height	S 7 42 34.52440	E 112 42 51.30260	265.2180

3. Rover Results

Point, Info, Code	Tongas		
Geocentric position	-2478991.8892	5814299.1484	-851341.0362
Lat, Long, Height	S 7 43 19.60177	E 113 5 29.47720	39.9783
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-38180.4137	-16574.4453	-1342.0600
Sigmas (N,E,H) [mm]	7.6	20.5	18.3
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	13.8	24.2	6.4
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	0.707267	0.582050	0.451261
Min & Max PDOP, RDOP	3.10	13.24	1.86


www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:42:49

Baseline:	Pasuruan	to	Kalisogo
------------------	----------	----	----------

1. Reference

File, Point, Code	9119110d.OBS	Pasuruan	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220339119
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1450
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359160.00	388500.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Pasuruan		
Geocentric position	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Lat, Long, Height	S 7 36 30.01669	E 112 49 26.74469	34.7912

3. Rover Results

Point, Info, Code	Kalisogo		
Geocentric position	-2445350.0169	5831359.5841	-831819.0843
Lat, Long, Height	S 7 32 38.47655	E 112 45 1.74480	34.9545
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	7126.4652	4009.9330	7051.0944
Sigmas (N,E,H) [mm]	0.6	0.8	1.8
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	1.0	1.6	0.6
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.548075	-0.051583	-0.076193
Min & Max PDOP, RDOP	1.46	9.11	0.03


www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:44:46

Baseline:	Pasuruan	to	Rejoso
------------------	----------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	9119110d.OBS	Pasuruan	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220339119
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1450
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359160.00	388500.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Pasuruan		
Geocentric position	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Lat, Long, Height	S 7 36 30.01669	E 112 49 26.74469	34.7912

3. Rover Results

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465258.7104	5820809.7628	-846706.0969
Lat, Long, Height	S 7 40 47.38046	E 112 57 13.94763	34.3377
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-12782.2335	-6539.8654	-7835.9185
Sigmas (N,E,H) [mm]	1.1	1.8	3.2
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	2.2	3.0	1.0
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.510612	-0.052490	0.083258
Min & Max PDOP, RDOP	1.53	6.75	0.05



www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:43:17

Baseline:	Pasuruan	to	Sidoarjo
------------------	----------	----	----------

1. Reference

File, Point, Code	9119110d.OBS	Pasuruan	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220339119
Antenna type, S/N	TRM39105.00		
Geocentric Position [m]	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1450
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	359160.00	388500.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Pasuruan		
Geocentric position	-2452476.0250	5827348.5612	-838870.0222
Lat, Long, Height	S 7 36 30.01669	E 112 49 26.74469	34.7912

3. Rover Results

Point, Info, Code	Sidoarjo		
Geocentric position	-2442887.5365	5833880.5547	-821365.8942
Lat, Long, Height	S 7 26 55.28462	E 112 43 15.89090	32.8392
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L1	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	9588.9321	6530.9342	17504.2782
Sigmas (N,E,H) [mm]	2.7	6.5	8.0
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	5.5	8.6	3.1
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	0.167590	0.250034	-0.446735
Min & Max PDOP, RDOP	1.92	3.95	0.12

SPECTRA™
PRECISION
TERRASAT

Static Processing

www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 - - Date : 31-JUL-12 Time : 11:52:24

Baseline:	Rejoso	to	Sidoarjo
------------------	--------	----	----------

1. Reference

File, Point, Code	8738110i.OBS	Rejoso	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2465259.9365	5820807.6640	-846705.8419
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1000
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	376350.00	471510.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465259.9365	5820807.6640	-846705.8419
Lat, Long, Height	S 7 40 47.37856	E 112 57 14.01117	32.8622

3. Rover Results

Point, Info, Code	Sidoarjo		
Geocentric position	-2442889.5879	5833879.6531	-821365.0849
Lat, Long, Height	S 7 26 55.25866	E 112 43 15.96397	32.6954
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	22370.8136	13070.8786	25340.9145
Sigmas (N,E,H) [mm]	4.8	5.4	13.7
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	6.6	12.9	5.2
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.549082	-0.011947	-0.454309
Min & Max PDOP, RDOP	2.38	8.42	1.15


**SPECTRA™
PRECISION
TERRASAT**

Static Processing

www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 31-JUL-12 Time : 11:48:18

Baseline:	Rejoso	to	Tongas
------------------	--------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	7371109k.OBS	Rejoso	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220247371
Antenna type, S/N	TRM22020.00+G		
Geocentric Position [m]	-2465258.2585	5820808.6958	-846705.9406
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.0670
Week, Day, Date	1684	109	18-APR-2012
Start, End, Interv	285765.00	309675.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465258.2585	5820808.6958	-846705.9406
Lat, Long, Height	S 7 40 47.38046	E 112 57 13.94763	33.1685

3. Rover Results

Point, Info, Code	Tongas		
Geocentric position	-2478992.4411	5814299.6947	-851341.0087
Lat, Long, Height	S 7 43 19.59774	E 113 5 29.48678	40.6870
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	L2	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	-13733.7477	-6510.0213	-4634.9177
Sigmas (N,E,H) [mm]	1.3	1.9	4.4
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	2.9	3.8	1.3
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.725725	0.026071	-0.258236
Min & Max PDOP, RDOP	1.48	6.11	0.05



www.terrasat.de

GeoGenius 2.00 -- Date : 11-AUG-12 Time : 09:23:06

Baseline:	Rejoso	to	Ngagel
------------------	--------	----	--------

1. Reference

File, Point, Code	8738110i.OBS	Rejoso	
Receiver, Version, S/N	Trimble	-Unknown-	0220288738
Antenna type, S/N	TPSPG_A1	0454034	
Geocentric Position [m]	-2465259.9365	5820807.6640	-846705.8419
Instr. height ecc. (N,E,H) [m]	0.0000	0.0000	1.1000
Week, Day, Date	1684	110	19-APR-2012
Start, End, Interv	376350.00	471510.00	15.00
Code indicators	C/A	P2	
Carrier indicators	P1	Y1-Y2	

2. Reference Results

Point, Info, Code	Rejoso		
Geocentric position	-2465259.9365	5820807.6640	-846705.8419
Lat, Long, Height	S 7 40 47.37856	E 112 57 14.01117	32.8622

3. Rover Results

Point, Info, Code	Ngagel		
Geocentric position	-2446113.5727	5834969.1674	-803977.0582
Lat, Long, Height	S 7 17 24.52572	E 112 44 39.19327	34.5367
Solution Type, Freq, Quality	Double Diff Fixed	Lw	Good
DeltaX, DeltaY, DeltaZ	19146.3637	14161.5034	42728.7837
Sigmas (N,E,H) [mm]	13.3	23.9	48.1
Sigmas (X,Y,Z) [mm]	38.5	35.3	18.3
Correlation Cxy,Cxz,Cyz	-0.903467	0.818823	-0.883737
Min & Max PDOP, RDOP	2.63	21.40	1.22

Lampiran 3

Hasil Processing Baseline TopconTools



Project Summary

Project name: **baseline.ttp**

Surveyor:

Comment:

Linear unit: **Meters**

GPS Observations					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
BSBYA-Ngagel	-8759,320	2247,844	1,321	0,173	0,110
BSBYA-Sidoarjo	-26281,567	-381,086	-1,177	0,032	0,013
BSBYA-Tanjung Sari	-16956,613	-7999,575	5,786	0,048	0,042
Kalisogo-Mojokerto	12525,414	-31041,628	13,379	0,012	0,020
Kalisogo-N1.0322	-18295,899	-4071,540	231,579	0,186	0,071
Kalisogo-Pasuruan	-7147,027	8094,622	1,096	0,014	0,025
Kalisogo-Sidoarjo	10556,346	-3203,510	-2,145	0,015	0,025
Leces-N1.0234	6691,885	17070,411	-36,632	0,044	0,051
Leces-N1.0322	13378,893	-56226,976	192,186	0,061	0,020
Leces-Tongas	11808,246	-14607,458	-33,133	0,067	0,047
Mojokerto-N1.0322	-30821,400	26969,854	218,132	0,014	0,027
Mojokerto-Sidoarjo	-1969,049	27838,064	-15,429	0,014	0,021
Mojokerto-Tanjung Sari	7355,951	20219,613	-8,565	0,031	0,037
N1.0234-Rejoso	9865,543	-46844,881	-3,094	0,139	0,047
N1.0234-Tongas	5116,401	-31677,755	3,657	0,142	0,052
N1.0322-Pasuruan	11148,820	12166,154	-230,485	0,116	0,055
N1.0322-Rejoso	3178,461	26452,750	-232,085	0,026	0,042
N1.0322-Sidoarjo	28852,294	867,982	-233,986	0,124	0,099
N1.0322-Tongas	-1570,579	41619,159	-225,428	0,084	0,037
Ngagel-Rejoso	-43196,121	22955,926	-1,076	0,127	0,042
Ngagel-Sidoarjo	-17522,290	-2628,792	-2,638	0,045	0,016

Ngagel–Tanjung Sari	-8197,319	-10247,237	4,195	0,037	0,049
Pasuruan–Rejoso	-7970,373	14286,400	-1,532	0,048	0,017
Pasuruan–Sidoarjo	17703,435	-11298,289	-3,293	0,079	0,059
Rejoso–Sidoarjo	25673,814	-25584,875	-1,742	0,133	0,068
Rejoso–Tongas	-4749,131	15166,458	6,532	0,015	0,026
Sidoarjo–Tanjung Sari	9324,975	-7618,516	6,899	0,045	0,058



Project Summary

Project name: **baseline.ttp**

Surveyor:

Comment:

Linear unit: **Meters**

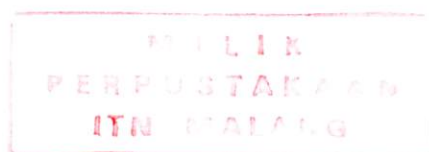
Projection: **UTMSouth-Zone_49 : 108E to 114E**

Geoid:

Points				
Name	Latitude	Longitude	Ell.Height (m)	Code
BSBYA	7°12'39,75190"S	112°43'25,03820"E	32,853	
Kalisogo	7°32'38,46850"S	112°45'01,73714"E	33,639	
Leces	7°49'41,42992"S	113°13'28,04964"E	72,869	
Mojokerto	7°25'54,44481"S	112°28'07,79600"E	47,018	
N1.0234	7°46'00,66290"S	113°22'43,78930"E	36,079	
N1.0322	7°42'34,52440"S	112°42'51,30260"E	265,218	
Ngagel	7°17'24,58920"S	112°44'39,40052"E	34,174	
Pasuruan	7°36'30,01261"S	112°49'26,73709"E	34,733	
Rejoso	7°40'47,38201"S	112°57'13,93514"E	33,174	
Sidoarjo	7°26'55,27306"S	112°43'15,89388"E	31,620	
Tanjung Sari	7°21'52,68085"S	112°39'06,31179"E	38,487	
Tongas	7°43'19,60010"S	113°05'29,48544"E	39,736	

Lampiran 4

Data Pengamatan dalam format RINEX



1. RINEX yang berisi Data Pengamatan

2.11	OBSERVATION DATA					G (GPS)	RINEX VERSION / TYPE
Topcon Tools 8.2						19-JUL-12 15:53	PGM / RUN BY / DATE
build October 04, 2011	by (c) Topcon Positioning Systems						COMMENT
Tongas							MARKER NAME
							MARKER NUMBER
							OBSERVER / AGENCY
-Unknown-	-Unknown-					-Unknown-	REC # / TYPE / VERS
0220340488	Triable						ANT # / TYPE
0	TRM41249.00						APPROX POSITION XYZ
-2479003.3954	5814308.1674				-851350.9506		ANTENNA: DELTA H/E/N
0.9974	0.0000				0.0000		WAVELENGTH FACT L1/2
1	1						TIME OF FIRST OBS
2012	4	18	6	59	0.0000000	GPS	TIME OF LAST OBS
2012	4	18	13	16	0.0000000	GPS	INTERVAL
15.000							LEAP SECONDS
15							# OF SATELLITES
18							# / TYPES OF OBSERV
4	C1	P2	L1	L2			
G 1	606	549	599	544			PRN / # OF OBS
G 3	1094	1078	1089	1075			PRN / # OF OBS
G 6	979	923	970	917			PRN / # OF OBS
G 7	119	119	119	119			PRN / # OF OBS
G11	856	833	855	832			PRN / # OF OBS
G13	463	463	462	462			PRN / # OF OBS
G14	737	674	729	670			PRN / # OF OBS
G16	732	692	731	691			PRN / # OF OBS
G17	89	89	89	89			PRN / # OF OBS
G18	73	41	70	39			PRN / # OF OBS
G19	1135	1124	1135	1124			PRN / # OF OBS
G20	906	830	903	830			PRN / # OF OBS
G22	566	532	560	528			PRN / # OF OBS
G23	668	668	668	668			PRN / # OF OBS
G29	33	14	29	14			PRN / # OF OBS
G30	566	541	565	540			PRN / # OF OBS
G31	730	562	712	558			PRN / # OF OBS
G32	1246	1226	1237	1220			PRN / # OF OBS
SE TPS 00000000							COMMENT
							END OF HEADER
12	4	18	6	59	0.0000000	0 6G 3G 6G14G16G22G30	
24391279.7974	24391286.4454				-442859.0864	-303696.7585	
23003053.047				-438739.309			
23165518.6174	23165527.8874				-363175.6334	-247494.1955	
21601474.2584	21601479.6294				-406132.0704	-299999.5235	
20163092.8914	20163094.9184				-245410.8524	-181981.5005	
20816468.9224	20816474.8954				-271006.2234	-204447.9375	
12	4	18	6	59	15.0000000	0 6G 3G 6G14G16G22G30	
24373688.9774	24373694.7234				-535297.3914	-375726.5044	
22985871.9064	22985881.5124				-529021.1294	-367231.5005	
23149839.3834	23149848.0984				-445573.0944	-311699.9774	
21585684.0394	21585688.5634				-489109.9374	-364657.5824	
20153609.7274	20153611.4774				-295245.8834	-220813.9694	
20805936.6024	20805942.7074				-326353.2464	-247575.5084	
12	4	18	7	31	15.0000000	0 5G 3G14G16G22G30	
23279362.1954	23279368.2034				-12587673.9964	-9767179.7775	

2. RINEX yang berisi Navigation Message

2.10	N: GPS NAV DATA	RINEX VERSION / TYPE
Topcon Tools 8.2	19-JUL-12 15:53	PGM / RUN BY / DATE
build October 04, 2011	by (c) Topcon Positioning Systems	COMMENT
END OF HEADER		
3 12 4 18 8 0 0.0	.374321825802D-04 .500222085975D-11 .000000000000D+00	
.103000000000D+03	-.376562500000D+02 .561201947742D-08 -.221338370315D+01	
-.201538205147D-05	.151554235490D-01 .395998358727D-05 .515370710945D+04	
.288000000000D+06	.193715095520D-06 -.165917742683D+01 .279396772385D-07	
.930536606711D+00	.280625000000D+03 .118151108732D+01 -.849785396973D-08	
-.428589281035D-10	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.419095158577D-08 .103000000000D+03	
.287999000000D+06		
6 12 4 18 8 0 0.0	.303210690618D-04 -.125055521494D-11 .000000000000D+00	
.710000000000D+02	-.407812500000D+02 .556594612971D-08 -.303786800500D+00	
-.223703682423D-05	.725832558237D-02 .493973493576D-05 .515368577957D+04	
.288000000000D+06	.149011611938D-07 -.158282540184D+01 -.987201929092D-07	
.937434818437D+00	.272312500000D+03 -.572143351884D+00 -.873143512789D-08	
-.205008539429D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.512227416039D-08 .710000000000D+02	
.287999000000D+06		
14 12 4 18 8 0 0.0	.200440175831D-03 .102318153949D-11 .000000000000D+00	
.860000000000D+02	-.571250000000D+02 .432375153018D-08 -.137525886348D+01	
-.298023223877D-05	.620718393475D-02 .489503145218D-05 .515357406998D+04	
.288000000000D+06	.152736902237D-06 .168082550278D+01 .122934579849D-06	
.978702843610D+00	.295750000000D+03 -.206166648798D+01 -.812140971788D-08	
-.387873299337D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.884756445885D-08 .860000000000D+02	
.287999000000D+06		
16 12 4 18 8 0 0.0	-.231774523854D-03 -.136424205266D-11 .000000000000D+00	
.140000000000D+02	.429062500000D+02 .430732227440D-08 -.372216639860D-01	
.233761966228D-05	.662322924472D-02 .664591789246D-05 .515364780808D+04	
.288000000000D+06	.968575477600D-07 -.253132273072D+01 -.391155481339D-07	
.980235668693D+00	.259187500000D+03 -.463384992359D-01 -.809783730743D-08	
.513592821774D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.977888703346D-08 .140000000000D+02	
.287999000000D+06		
18 12 4 18 8 0 0.0	.191545579582D-03 .181898940355D-11 .000000000000D+00	
.320000000000D+02	.882187500000D+02 .544094092274D-08 .463143211499D+00	
.476278364658D-05	.131072701188D-01 .567734241486D-05 .515368707848D+04	
.288000000000D+06	-.137835741043D-06 .578329799837D+00 .158324837685D-06	
.930313687254D+00	.255375000000D+03 -.218645801418D+01 -.884286834096D-08	
.129291099779D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.107102096081D-07 .320000000000D+02	
.287999000000D+06		
22 12 4 18 8 0 0.0	.143396202475D-03 .227373675443D-12 .000000000000D+00	
.890000000000D+02	.825937500000D+02 .551165815411D-08 -.366301670003D+00	
.432133674622D-05	.593858747743D-02 .515021383762D-05 .515368203545D+04	
.288000000000D+06	-.111758708954D-07 .581788862321D+00 .521540641785D-07	
.928028457070D+00	.260718750000D+03 -.201448163797D+01 -.879750930872D-08	
.213937482783D-09	.300000000000D+01 .168400000000D+04 .000000000000D+00	
.200000000000D+01	.000000000000D+00 -.167638063431D-07 .890000000000D+02	

2.11 OBSERVATION DATA G (GPS)
Topcon Tools 8.2 19-JUL-12 15:53
build October 04, 2011 by (c) Topcon Positioning Systems
Sidoarjo

**-Unknown-
0220339119**

**-Unknown-
Trimble
TRM39105.00**

-unknown-

-2442887.6330	5833884.5282	-821370.0017
1.0926	0.0000	0.0000

1	1					
2012	4	20	2	29	0.0000000	GPS
2012	4	20	9	17	0.0000000	GPS

15.000

15

17

4 C1 P2 L1 L2

G 3 629 570 624 570

G 6	750	701	750	701
-----	-----	-----	-----	-----

G 9	195	28	184	27
-----	-----	----	-----	----

G12 577 577 577 577

G14 886 724 855 715

G16 823 799 821 799

G18 1012 760 1005 760

G19 259 229 259 229

G20 71 58 71 58

G21 1034 902 1021 900

G22 1023 922 1011 921

G25 927 920 926 920

G27 43 0 41 0

G29 1123 1123 1123 1123

G30 999 848 985 848

G31 857 749 843 748

SE TPS 00000000

12	4	20	2	29	0.0000000	0	4G12G21G25G29	
22178576.1254					22178581.1414		-33742.6414	-23493.0515
21483112.0004					21483114.9884		-121489.3444	-76372.5705
22147035.6484					22147041.9734		-85446.9964	-53863.2035
21846799.2344					21846802.2154		16828.5514	4965.1525

12	4	20	2	29	15.0000000	0	6G	9G12G14G21G25G29	
21470348.891								69945.180	
22175910.4694				22175915.1374				-47750.8094	-34408.5434
23823928.5474				23823935.5704				-4832.5944	-7320.9735
21473162.4924				21473165.3594				-173774.3444	-117114.1024
22140403.2274				22140409.5164				-120302.5944	-81023.4144
21848021.0474				21848024.8834				23250.2074	9968.9924

12	4	20	2	29	30.0000000	0	6G	9G12G14G21G25G29
								21475769.242
								98428.164
22173240.6954				22173245.5514				-61781.5274
								-45341.6054

[illegible]

```

|      2.10      N: GPS NAV DATA      RINEX VERSION / TYP
Topcon Tools 8.2      19-JUL-12 15:53  PGM / RUN BY / DATE
build october 04, 2011 by (c) Topcon Positioning Systems COMMENT
                                END OF HEADER

31 12  4 20  3 59 44.0  .233146827668D-03  .420641299570D-11  .000000000000D+00
    .400000000000D+02  -.101656250000D+03  .386766110361D-08  .397395731916D+00
    -.523589551449D-05  .785896496382D-02  .997446477413D-05  .515363743210D+04
    .446384000000D+06  -.130385160446D-07  .267969771644D+01  -.122934579849D-06
    .981008221102D+00  .194937500000D+03  -.868504103722D+00  -.787461372356D-08
    -.129648257513D-09  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.130385160446D-07  .400000000000D+02
    .446399000000D+06

 9 12  4 20  4  0  0.0  -.152698718011D-03  .261479726760D-11  .000000000000D+00
    .890000000000D+02  -.841875000000D+02  .386123226439D-08  -.232612927662D+00
    -.458583235741D-05  .173968463205D-01  .106059014797D-04  .515363044548D+04
    .446400000000D+06  -.225380063057D-06  .265095267525D+01  .558793544769D-07
    .984670054272D+00  .192031250000D+03  .160857323110D+01  -.802033407911D-08
    -.116433421348D-09  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.558793544769D-08  .890000000000D+02
    .446399000000D+06

12 12  4 20  4  0  0.0  .644768588245D-04  .204636307899D-11  .000000000000D+00
    .600000000000D+02  .377500000000D+02  .429410743824D-08  .281194465061D+00
    .199303030968D-05  .400462059770D-02  .939890742302D-05  .515352696228D+04
    .446400000000D+06  .838190317154D-07  -.255069216986D+01  .204890966415D-07
    .979477359255D+00  .211406250000D+03  .274019624303D-02  -.786282751833D-08
    .580381318069D-09  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.121071934700D-07  .600000000000D+02
    .446399000000D+06

14 12  4 20  4  0  0.0  .200605951250D-03  .102318153949D-11  .000000000000D+00
    .550000000000D+02  -.320625000000D+02  .430339353933D-08  .288161959418D+01
    -.163540244102D-05  .621097499970D-02  .214576721191D-05  .515357531547D+04
    .446400000000D+06  .298023223877D-07  .167951656706D+01  -.167638063431D-07
    .978666093645D+00  .347406250000D+03  -.206281540386D+01  -.814283918194D-08
    -.428589281035D-10  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.884756445885D-08  .550000000000D+02
    .446399000000D+06

18 12  4 20  4  0  0.0  .191833358258D-03  .181898940355D-11  .000000000000D+00
    .390000000000D+02  .117750000000D+03  .503628120990D-08  -.156607768746D+01
    .605732202530D-05  .131185539067D-01  .746548175812D-05  .515368864632D+04
    .446400000000D+06  .394880771637D-06  .576982396696D+00  -.502914190292D-07
    .930372423414D+00  .219718750000D+03  -.218609391435D+01  -.828034490960D-08
    .281083136812D-09  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.107102096081D-07  .390000000000D+02
    .446399000000D+06

21 12  4 20  4  0  0.0  -.218432396650D-03  -.250111042988D-11  .000000000000D+00
    .190000000000D+02  -.108437500000D+02  .515271463125D-08  -.508325202311D+00
    -.545755028725D-06  .190082015470D-01  .106152147055D-04  .515362784004D+04
    .446400000000D+06  -.149011611938D-07  -.473685337113D+00  .268220901489D-06
    .931670077101D+00  .159250000000D+03  -.226485642749D+01  -.858178603726D-08
    -.567880797372D-09  .300000000000D+01  .168400000000D+04  .000000000000D+00
    .200000000000D+01  .000000000000D+00  -.111758708954D-07  .190000000000D+02

```